

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

На правах рукопису

КУХАРЧУК РОМАН ПАВЛОВИЧ

УДК 372.858

**РОЗВИТОК ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ
ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОНІКИ НА
УРОКАХ ФІЗИКИ І В ПОЗАУРОЧНІЙ РОБОТІ**

Спеціальність 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики

Дисертація

на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:
Коршак Євген Васильович
кандидат педагогічних наук,
професор

Київ – 2004

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	14
1.1. Феномен творчості у навчально-виховному процесі.	1
1.2. Уява як психолого-педагогічний компонент творчих здібностей учнів.....	4
1.3. Методи створення образів уяви.....	1
1.4. Формування творчих здібностей і розвиток уяви учнів.....	9
1.5. Відображення елементів електроніки у структурі і змісті шкільного курсу фізики.....	3 8
1.6. Аналіз стану застосування моделей та аналогій під час проведення уроків	4 9
1.7. Мислений експеримент як метод пізнання і вивчення фізичних явищ.....	6 9
1.8. Позаурочна робота як форма організації навчально-виховних занять з розвитку творчих здібностей учнів.....	7 3
	8
	1
	8
	8
Висновки до розділу 1.....	94
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ ТА УЯВИ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОНІКИ	95
2.1. Навчальна діяльність як ефективний спосіб формування й розвитку уяви і творчих здібностей учнів	95
2.2. Віртуальний демонстраційний експеримент під час вивчення елементів електроніки.....	102 108
2.2.1. Електронно-вакуумні прилади	120
2.2.2. Напівпровідникові прилади	130
2.3. Система аналогій та моделей під час вивчення елементів електроніки	130
2.3.1. Напівпровідникові діоди	140
2.3.2. Напівпровідникові транзистори	150

2.4. Задачі творчого характеру на розвиток уяви та творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки.....	163
2.5. Застосування сучасної електронної техніки під час проведення навчального фізичного експерименту.	174
Висновки до 2 розділу.....	174
РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АНАЛІЗ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ	175
3.1.Зміст і структура педагогічного експерименту.....	175
3.2.Обробка результатів педагогічного експерименту.....	181
Висновки до розділу 3	190
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	191
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	193
ДОДАТКИ	208

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження. Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ столітті поставила перед педагогами ряд завдань, основною метою яких є створення умов для розвитку і самореалізації кожного громадянина України як особистості, формування покоління, здатного навчатися впродовж життя, створювати й розвивати цінності громадянського суспільства.

У зв'язку з цим набувають нового значення проблеми розвитку пізнавального інтересу, творчих здібностей, активізації навчально-пізнавальної діяльності, самостійності, творчої активності учня і вчителя, організації контролю і самоконтролю, практичного застосування здобутих знань.

З розвитком науки і техніки знання людства проникають у мікросвіт, який неможливо побачити. На уроках фізики зустрічаються явища, які не можна спостерігати безпосередньо, що ускладнює їх вивчення. Тому перед педагогами виникає завдання унаочнити ці явища, пояснити їхній зміст і застосування на практиці. Без творчого підходу дану проблему розв'язати неможливо. Саме тому проблема формування і розвитку творчих здібностей учнів є актуальною в сучасній педагогіці та посідає важливе місце в реформуванні освіти у нашій державі.

Творчий характер розвитку особистості був головним у теоріях діяльності С.Л. Рубінштейна [145] і О.М. Леонт'єва [95]. Проблема розвитку творчих здібностей була предметом дослідження у працях О.Н. Лука [97], В.О. Моляко [110-112]. Природу творчих здібностей та критерії творчої активності визначено у працях Д.Б. Богоявленської [14], О.М. Матюшкіна [101], Є.Є. Туник [151-152]. Значну увагу проблемі виявлення і розвитку творчих здібностей приділяли зарубіжні психологи: Дж.Гілфорд [174], В. Гордон [173], М. Карне, Т. Рібо [141], П. Торренс [175] та ін.

Проблему розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання досліджували Ю.М. Галатюк [31] (дослідницька робота учнів), А.А. Давиденко [42] (раціоналізаторські і винахідницькі задачі, фізичні турніри), Ю.О. Жук [46] (розв'язування дослідницьких задач з використанням інформаційних технологій), В.В. Іллюшко [51] (формування творчої активності учнів), Г.В. Касянова [58] (система задач для розвитку творчих здібностей), І.В. Коробова [68] (розвиток дивергентного мислення), Г.О. Котельніков [80] (дослідницькі лабораторні роботи), В.О. Мороз [114] (розвиток в учнів здібностей до творчої дослідницької роботи), А. І. Павленко [124-125] (складання і розв'язування задач), В.Г. Разумовський [135-137] (творчі задачі з фізики) та ін.

Загальноприйнятою є думка про те, що творчість людини є методом самовираження особистості, впровадження своїх думок, фантазій, гіпотез у практичній діяльності; вмінням реалізувати свої теоретичні знання й практичний досвід у розв'язанні конкретної проблеми, новим, оригінальним способом. Творчість неможливо звести до рутинного, механічного процесу відтворення раніше вивчених і підготовлених заздалегідь варіантів, до використання стандартних технічних заходів або до розв'язування задач з наперед відомим

кінцевим результатом.

Під поняттям *творчість (креативність)* ми розуміємо здатність породжувати якісно нові матеріально та духовні цінності, незвичайні ідеї, відхилятися в мисленні від традиційних схем, швидко розв'язувати проблемні ситуації, виходити за межі безпосередньо даного і відкривати його зміст. Цей принцип орієнтує на формування мислячої, духовно багатой творчої особистості, здатної успішно орієнтуватися в навколишньому світі й знайти в ньому своє місце.

Проводячи аналіз дослідження з даної проблеми можна зробити висновок, що одним із рушійних компонентів розвитку творчих здібностей учнів є *уява*, головною функцією якої є створення нових образів на основі минулого досвіду. Завдяки уяві людина може здійснювати такі новоутворення, які неможливо отримати емпіричним або логічним способом. Таким чином, *уява* – психічний процес створення нових образів об'єктів, недоступних до безпосереднього сприйняття, які надають можливість людині виявити нові властивості об'єктів та закономірності фізичних процесів

Психолого-педагогічні аспекти проблеми розвитку уяви висвітлені у роботах П. П. Блонського [11-12], А. В. Брушлінського [17], Л. С. Виготського [28-29], Е. В. Ільєнкова [170], Б. Н. Зальцмана [47], П. Ф. Каптерева [55], Ц. П. Короленко [69], Л. С. Коршунової [77-78], Г. С. Костюка [79], О. М. Леонтьєва [95], Р. Г. Натадзе [118], А. В. Петровського [122], Дж. Родарі [142], С. Л. Рубінштейна [145] та ін.

Широкі можливості для розв'язання питань формування й розвитку творчих здібностей та уяви учнів має процес вивчення фізики, зокрема її розділів, присвячених вивченню елементів електроніки. Відомо, що розвиток здібностей відбувається у діяльності. Існування великої кількості об'єктів та процесів, спостереження яких викликає труднощі в умовах загальноосвітньої школи (електромагнітне поле, заряджені частинки, їхній рух, взаємодія між ними тощо), спонукає учасників навчального процесу до творчої діяльності – створення моделей досліджуваних об'єктів з метою подальшого вивчення. Завдання вчителя – використати навчальний матеріал з елементів електроніки для розвитку творчих здібностей учнів. Це, у свою чергу, викликає необхідність узагальнення та систематизації знань з електроніки, а також перегляду методики її викладання в рамках шкільного курсу фізики.

Методиці викладання елементів електроніки в шкільному курсі фізики, позаурочній роботі та підготовці вчителів у вищій школі з даної проблеми присвятили свої праці О. Л. Бартновський [8], В. П. Белов [10], В. Г. Борисов [16], В. А. Буров [20], О. М. Желюк [45], Б. С. Іванов [48-49], А. В. Касперський [56], С. І. Козеренко [62], В. І. Кондратенко [65], Є. В. Коршак [71-76], Б. Ю. Миргородський [105-108], М. А. Ніколенко [120], В. Поляков [126-128], В. Г. Разумовський [138], М. Й. Розенберг [143-144], М. А. Чередник [161], С. Я. Шамаш [138] та ін.

Фізичний лабораторний експеримент був і залишається одним із головних джерел знань учнів. Питання удосконалення змісту, методики і техніки

навчального фізичного експерименту досліджувалися в працях багатьох науковців: Л. І. Анциферова [4], О. І. Бугайова, С. П. Величка [24], Г. П. Гайдучка [30], С. У. Гончаренка, В. В. Іллюшка [51], Л. Р. Калапуші [53], В. Ю. Кліха, Є. В. Коршака [71-75], Д. Я. Костюкевича, Г. О. Котельнікова [80], О. С. Мартинюка [100], Б. Ю. Миргородського [75, 105-108], І. Г. Мірошніченка [109], В. П. Нижника [30], А. А. Покровського [43], О. В. Сергєєва, В. Г. Разумовського, Н. В. Федішової [154], М. Г. Цілінка [160], В. К. Шабаля [107-108], М. М. Шахмаєва [164], Т. М. Яценко [172] та інших.

Усі фізичні поняття – це абстракції, в яких ми концентруємо наше розуміння оточуючого світу. Вони конструюються суб'єктом для спеціальної пізнавальної задачі – з'ясування суті фізичних процесів, явищ та числового обчислення їх параметрів. Більшість своїх припущень людина підтверджує за допомогою моделей та аналогій, які унаочнюють фізичні поняття. На основі аналогій та моделей проводиться мислений експеримент, який включає процес оперування уявними образами за відсутності реальних об'єктів чи дослідженні явищ, які людина не сприймає безпосередньо.

Проблемі застосування моделей та аналогій у навчальному процесі з фізики та мисленого експерименту присвячені праці П.І. Афанасьєва [5], В.І. Баштового [9], Л. Р. Калапуші [53], С. В. Каплуна [54], Г.П. Кобеля [60], Ю. О. Коварського [61], В. В. Попковича [129], Г. Б. Редька [139], А. П. Чернова [162], Д. Шодієва [167] та ін.

Сьогодні неможливо залишити осторонь питання про застосування комп'ютерних технологій у навчальному процесі, впровадження яких не тільки сприяє організації і поєднанню різних форм навчальної діяльності, але й призводить до переорієнтації на індивідуалізацію і диференціацію навчання. Сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій дозволяє значною мірою розширити можливості впровадження аналогій, моделей і віртуального експерименту у процес вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики

Проблеми комп'ютеризації та втілення нових інформаційних технологій навчання в шкільний курс фізики і підготовки майбутніх вчителів у вищій школі розглядали вітчизняні педагоги, зокрема В. М. Барановський [6], І. Т. Грушин [41], О. М. Желюк [45], Ю. О. Жук [46], Л. Л. Коношевський [67], А. М. Кух [82], О. С. Мартинюк [100], А. М. Сільвестр [147], В. І. Сумський, І. О. Теплицький [149], Н. В. Федішова [154], Т. М. Яценко [172] та ін.

Формування творчої особистості учня не повинно обмежуватися лише традиційними формами проведення учбових занять. Можливий комплексний підхід – мислений експеримент за комп'ютерною підтримкою. Він надає можливість створення образів об'єктів дослідження за завдяки уяві (фантазії) та наочно-образному мисленню учнів, що, в свою чергу, сприяє глибокому розумінню навчального матеріалу, а також його наочно-образному осмисленню. Проведення віртуального експеримента є логічним продовженням мисленого експерименту, який на етапі узагальнення і систематизації закріплює знання дитини, тому в даному випадку за дидактичною цінністю він може виступати як

реальний. Очевидно, що використання ЕОМ з виводом інформації на дисплей підсилює наочність у вивченні фізики, дозволяє заглянути у світ, недоступний для прямого спостереження, виключає шкідливі для здоров'я досліди та моделює деякі явища. Крім того, учень, приймаючи участь у побудові таких моделей, самостійно формує і розвиває свої інтелектуальні та творчі здібності.

На сьогодні існують комп'ютерні програми (*FlashMacroMedia, 3D Studio*), які призначені для створення анімаційних фільмів на потужних комп'ютерах. На основі цих програм можна створювати віртуальні демонстрації та експерименти на позакласних заняттях та в домашніх умовах, але аналіз наукових розробок методистів з шкільного курсу фізики дає можливість зробити такий висновок: на сьогодні не існує систематизованого навчально-методичного комплексу, на основі якого вчитель зміг би організувати цілеспрямовану систематичну роботу по вивченню основ фізики у загальноосвітній школі.

Аналіз літератури навів нас на думку, що залучення фантазії учнів на основі впровадження комп'ютерних програм з навчальною метою – це один з психолого-педагогічних напрямків створення надійних засад розвитку творчої уяви учнів як основи інтуїції, а, отже, і як умови розвитку їх творчих здібностей і самостійності

Вивчення складних, і в той же час цікавих питань фізики, потребує певного часу, тому не можна обмежуватися лише урочними формами навчання. Великий об'єм навчальної інформації, обмеженість часу для його засвоєння, неоднорідність розвитку учнів однієї вікової групи та рівень зацікавленості предметом не дають можливості врахувати всі індивідуальні особливості учнів. Крім того, природна потреба дитини в одержанні нових знань у шкільному віці поступово зменшується внаслідок переповнення інформацією, джерелами якої служать різноманітні засоби (в тому числі Інтернет). Це, на нашу думку, є однією із причин низького рівня активності учнів на уроках, їхнього небажання сприймати інформацію, виконувати домашнє завдання тощо. Подоланням такої ситуації є використання інших природних для даного віку потреб дитини: потреба у спілкуванні, у самовираженні і самореалізації, потреба в нових видах діяльності, в іграх. Найбільш повно ці потреби можна реалізувати у позаурочній роботі, зокрема у її нетрадиційних формах: фізичних турнірах, фестивалях, „боях”, конкурсах, захистах наукових робіт, самостійній роботі з новими інформаційними засобами (електронними підручниками та посібниками, мережею Інтернет).

Всі ці положення цілком повністю доведені дослідженнями учителів та методистів: О. Л. Бартновського [8], В. П. Белова [10], В. Г. Борисова [16], П. П. Головіна [35], М. М. Горбаня [38], Д. М. Комського [64], В. І. Кондратенка [65], І. Я. Ланіної [92], Н. Ф. Меншутіна [103], С. А. Хорошавіна [158], Н. Н. Шишкіна [166] та ін.

Проблема розвитку творчих здібностей та уяви учнів займає чільне місце в психолого-педагогічних дослідженнях. Вона є однією із актуальних у сучасній педагогічній науці і методиці викладання фізики. Високо цінуючи наукове і практичне значення виконаних досліджень з проблеми розвитку творчих

здібностей учнів в навчально-виховному процесі, вважаємо, що теорія і практика розвитку творчих здібностей учнів потребує подальшого вдосконалення. У практиці викладання фізики помітна недооцінка значення уяви (фантазії), а вчителі не мають достатніх методичних рекомендацій, на основі яких вони змогли б організувати цілеспрямовану систематичну роботу з вивчення учнями елементів електроніки із залученням системи аналогій, моделей і комп'ютерного моделювання в урочній та позаурочній діяльності з метою розвитку творчих здібностей учнів. Особливо це стосується учнів старших класів у період їхнього вікового переходу від наочно-образного мислення до логічного, унаслідок чого може відбуватися гальмування їх фантазії.

Отже, існує протиріччя між потенціальними можливостями сучасної електронної техніки і діючою педагогічною практикою. Тому проблема розвитку уяви та творчих здібностей, самостійності, пізнавальної активності учня і вчителя є актуальною, що й зумовило вибір теми дослідження **“Розвиток творчих здібностей учнів при вивченні елементів електроніки на уроках фізики і в позаурочній роботі”**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційного дослідження є складовою частиною колективної роботи кафедри методики фізики Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова з теми “Теорія і технологія навчання та виховання в системі освіти”. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (протокол № 6 від 26.12.02 р.) і узгоджена в Раді з координації наукових досліджень в галузі педагогіки і психології в Україні (протокол № 4 від 22.04.03 р.).

Об'єкт дослідження – процес навчання елементам електроніки учнів 10-х класів на уроках фізики та позаурочній роботі.

Предмет дослідження – методика розвитку уяви та творчих здібностей учнів в 10-х класах.

Мета дослідження – створення, обґрунтування і перевірка методики розвитку творчих здібностей та уяви учнів 10-х класів під час вивчення елементів електроніки на уроках фізики в загальноосвітній школі.

Гіпотеза дослідження – рівень розвитку творчих здібностей учнів значно підвищиться, якщо: а) вчителям відомі структура та функції уяви школярів, методи створення наочних образів, рівні та способи розвитку уяви в залежності від індивідуальних особливостей учнів; б) систематично і цілеспрямовано втілювати у навчальний процес методи навчання, які вимагають творчого прояву фантазії учнів за умови чіткого управління цим процесом через спеціальну систему завдань, використання комп'ютерних технологій навчання, враховуючи психологічні і вікові особливості учнів, закономірності розвитку їхньої уяви і наочно-образного мислення.

Завдання дослідження: а) вивчити стан проблеми в теорії та педагогічній практиці; б) розробити методичну систему прийомів і засобів розвитку творчих здібностей та уяви учнів під час вивчення елементів електроніки в шкільному курсі фізики та позакласній роботі; в) розробити

систему аналогій, моделей, віртуальних (мислених та комп'ютерних) демонстрацій та експериментів, спрямованих на розвиток творчих здібностей та уяви учнів під час вивчення елементів електроніки в рамках шкільного курсу фізики; г) створити електронний посібник для позакласного самостійного вивчення учнями елементів електроніки; д) експериментально перевірити ефективність запропонованої методики навчання.

Методи дослідження: а) теоретичний системний аналіз філософської, психолого-соціальної, педагогічної, науково-методичної літератури; б) емпіричні спостереження над учнями та вчителями; в) бесіди з вчителями та учнями; г) проведення та аналіз контрольних завдань; д) аналіз досліджень, пов'язаних із конструюванням засобів унаочнення, проведенням фізичного експерименту; е) пошуковий педагогічний експеримент, направлений на відпрацювання гіпотези дослідження; є) педагогічний експеримент за безпосередньою участю дисертанта, направлений на перевірку правильності гіпотези дослідження, виявлення ефективності розробленої методики; ж) обробка результатів педагогічного експерименту, теоретичний аналіз ефективності методів і засобів навчання учнів в процесі проведення уроків та позакласних занять.

Методологічну основу дослідження становлять положення Національної доктрини розвитку освіти України у XXI столітті, основні положення Закону України "Про освіту", Державної національної програми "Освіта (Україна XXI століття)"; принципи дидактики (наочності, доступності і послідовності); системний підхід до цілісних педагогічних процесів і явищ; урахування сучасних психолого-педагогічних теорій, а саме: теорії пізнання, теорії розвивального навчання, теорії поетапного формування знань, вмінь і навичок, теорії діяльнісного підходу до навчання, теорії інноваційних технологій; орієнтація на передовий вітчизняний і зарубіжний досвід, теорії і практики фізичної освіти учнів; визнання ролі активності самої особистості у власному розвитку і формуванні.

Наукова новизна полягає у науковому і методичному обґрунтуванні методики розвитку творчих здібностей та уяви учнів під час вивчення елементів електроніки в шкільному курсі фізики; методики створення і впровадження аналогій, моделей і віртуального експерименту; доповненні фізичного експерименту із застосування комп'ютерного програмного забезпечення; розробці методичних рекомендацій щодо проведення демонстрацій, лабораторних та індивідуальних робіт за допомогою комп'ютерних програм; навчальних задач творчого характеру, направлених на розвиток уяви учнів.

Теоретичне значення дослідження полягає:

—у визначенні видів діяльності, під час яких відбувається навчання дитини знаходити і творчо сприймати проблему дослідження, творчо перетворювати її для кращого сприйняття, мислити над її розв'язанням, самостійно знаходити зв'язки і відношення між предметами, що позитивно впливає на розвиток творчих здібностей та уяви учнів;

—у розробці способів розвитку творчих здібностей учнів у залежності від індивідуальних особливостей учнів у процесі моделювання реальних об'єктів під

час вивчення елементів електроніки на уроках фізики і позаурочній роботі;

–у вдосконаленні методики розвитку творчих здібностей учнів у процесі вивчення елементів електроніки на уроках фізики і в позаурочній роботі.

Практичне значення:

–розроблено комплекс аналогій та уявних моделей, систему мислених та комп’ютерних експериментів для розвитку творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики;

–модернізовано комплекс індивідуальних лабораторних робіт та методичного забезпечення для розвитку творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки в шкільному курсі фізики та в позакласній роботі з використанням персонального комп’ютера;

–створено електронний посібник для самостійного вивчення учнями елементів електроніки.

Особистий внесок здобувача полягає у розробці систем аналогій, віртуальних експериментів та їх реалізації у комп’ютерних моделях; удосконаленні робіт фізичного практикуму, самостійних лабораторних робіт та методичних рекомендацій щодо їх проведення на основі комп’ютерних програм (симулятора електронних схем Electronics WorkBench та електронних таблиць Excel).

Достовірність і обґрунтованість результатів дослідження забезпечена опорою на наукову методологію; застосуванням комплексу методів, адекватних меті і завданням дослідження; використанням науково-педагогічних джерел; кількісними даними і аналізом значного обсягу теоретичного та емпіричного матеріалу; критичним аналізом і врахуванням стану розробки проблеми, що вивчається; науковим системно-структурним підходом до процесу формування творчих здібностей та уяви учнів.

Апробація та впровадження результатів дослідження здійснювалася шляхом публікації матеріалів дисертації у фаховому журналі “Фізика та астрономія в школі”, доповіді на Всеукраїнській науково-методичній конференції “Засоби й методи навчання фізики” (25-27 червня 2002 р., м. Чернігів), Всеукраїнській науково-практичній конференції “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (27-28 вересня 2002 р., м. Кіровоград); на щорічних конференціях кафедри фізики та математики Глухівського державного педагогічного університету, на Всеукраїнських науково-практичних семінарах кафедри методики фізики Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Одержані результати впроваджено в роботу загальноосвітніх шкіл м. Глухова: I-II ступенів № 2-лицеї (довідка № 278 від 5.12.2003 р.), I-III ступенів № 3 (довідка № 186 від 10.12.2003 р.), I-III ступенів № 6 (довідка № 403 від 25.12.2003 р.) та Глухівського державного педагогічного університету при викладанні навчальних дисциплін “Шкільний курс фізики з методикою викладання”, “Радіотехніка” для студентів спеціальності “Трудове навчання і фізика” (довідка № 647 від 17.02.2004 р.) в 1997-2002 рр.

РОЗДІЛ 1 ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Феномен творчості у навчально-виховному процесі

Важливе місце в реформуванні освіти у нашій державі посідає реалізація принципу *креативності*, який орієнтується на творення мислячої, духовно багатой творчої особистості, здатної успішно орієнтуватися в навколишньому світі і знайти в ньому своє місце.

В психологічному словнику поняття *творчість* описують як *"здібність породжувати незвичайні ідеї, відхилятися від традиційних схем мислення, швидко розв'язувати проблемні ситуації"* [132; 398].

У філософії під поняттям *творчість* розуміють *"процес людської діяльності, що створює якісно нові матеріальні та духовні цінності. Творчість - здатність, здібність людини, що виникає в процесі праці, створювати (на основі пізнання закономірностей об'єктивного світу) з наданого дійсності матеріалу нову реальність, що задовольняє багатоманітність суспільних потреб. Види творчості визначаються характером творчої діяльності (творчість винахідника, організатора, наукова і художня творчість та ін.)"* [157; 526].

Креативність охоплює деяку сукупність розумових і особистісних якостей, що визначають здатність до творчості. На основі творчих уявлень, планування майбутньої діяльності людина створює певні матеріальні та духовні цінності, які відрізняються від інших, уже створених.

В.М. Дружинін зазначає, що *„креативність передбачає перетворювальну діяльність, при цьому створюється нове середовище, народжується частіше не передбачуваний, незапланований продукт діяльності, який часом є побічним результатом діяльності. Спонтанність творчого акту, пасивність волі автора, зміни в його свідомості в момент натхнення, активність підсвідомого підкреслюють особливі зв'язки свідомого і підсвідомого. Підсвідоме активно породжує творчий продукт і переводить його до свідомості"* [44, 163-165].

У нашій країні та за її межами фундаментально досліджуються проблеми психології творчості, загальних і спеціальних здібностей. В даний час дослідники ведуть пошук інтегрального показника, що характеризує творчу особистість. Цей показник може визначатися як деяке сполучення інтелектуальних і мотиваційних факторів або ж розглядатися як безупинна єдність процесуальних і особистісних компонентів мислення і творчого мислення.

Великий внесок у розробку проблем здібностей, обдарованості, творчого мислення внесли відомі психологи: Г.С. Альтшуллер, Б. Г. Ананьєв, Д. Б. Богоявленська, А. В. Брушлінський, В.Н. Дружинін, І.І. Ільєсов, Н. С. Лейтес, О. Н. Лук, О. М. Матюшкін, В. О. Моляко, С.Л. Рубінштейн, Б. М. Теплов, Дж. Гільфорд, Т. Рібо, П. Торренс та ін.

Творчість людини є методом самовираження особистості, впровадження своїх думок, фантазій, гіпотез у практичній діяльності. Творчість людини – це вміння реалізувати свої теоретичні знання й практичний досвід у вирішенні

конкретної проблеми, новим, оригінальним способом. Творчість неможливо звести до рутинного, механічного процесу відтворення раніше вивчених і підготовлених заздалегідь варіантів, до використання стандартних технічних заходів або до розв'язування задач з наперед відомим кінцевим результатом.

Специфічним видом творчості є творчість у навчанні. Перехід від тоталітарного устрою до демократичного, підвищення уваги у суспільстві до загальнолюдських цінностей, реалізація гуманістичної педагогіки співробітництва, партнерства, співтворчості, швидкий розвиток техніки і технологій висувають нові вимоги до навчання і виховання високоосвіченої людини. Особливе значення в цих умовах набуває творчий пошук нових форм і методів навчання і виховання, які б сприяли успішному вирішенню завдань формування всебічно розвинутої особи. Вирішенню цієї проблеми навчання сприяє розвиток творчих здібностей учнів. Кожна дитина в певній мірі є творчою особистістю. Вивчаючи навчальний предмет на основі отриманого матеріалу, аналізуючи його і синтезуючи в інших незвичних нестандартних формах, дитина отримує новий результат, який вона до цього моменту не знала (хоча соціуму він вже відомий). Це відбувається в активній розумовій діяльності, під час штучно чи природно створеної ситуації напруги думок і почуттів. Таку ситуацію створюють *творчі завдання* – принцип виконання яких не вказаний і, в основному, не відомий учням явно. Він може бути сформульований ними самостійно, в ході аналізу завдання, на основі набутих знань і нагромадженого досвіду при вирішенні нестандартних задач.

При цьому в процесі пізнання приймає участь так зване *латеральне мислення* – мислення, в основі якого лежить перебудова інформації, відхилення від зразків [45; 36]. Воно дозволяє створювати нові ідеї, знаходити нові підходи до проблеми чи переходити на новий рівень її розуміння, нехтуючи тимчасово логічними протиріччями. Дж. Гілфорд таке мислення називає *дивергентним*. Дивергентне продуктивне мислення спирається на уяву і слугує засобом породження оригінальних ідей та самовираження. Дивергентне мислення допускає, що на одне питання може бути декілька чи навіть безліч правильних відповідей [152].

Творчість – це іноді нелогічне мислення, яке може виявити щось нове, нетрадиційне. У результаті цього в учнів народжуються несподівані ідеї, які, іноді, й не передбачалися ними раніше.

У процесі навчання учень має можливість самостійно досліджувати навколишній світ під час спілкування, читання літератури, прослуховування радіопередач, перегляду фільмів. В цьому випадку спостерігається творчість суб'єктивного характеру, що має особливу цінність для самого учня. Для того, щоб навчити учня досягати такого результату необхідно виявляти та синтезувати нові форми та методи навчання, які б дали позитивні результати у розвитку творчих здібностей учнів.

Розглядаючи проблему розвитку творчих здібностей неможливо обійти поняття „здібності” і „творчі здібності”. Під **здібностями** розуміють характеристику індивіда з боку психічних явищ, які зумовлюють успішність його

діяльності [117, 416].

Б.М. Теплов укладає в поняття „здібність” три ознаки: 1) здібності – індивідуально-психологічні особливості, які відрізняють одну людину від іншої; 2) здібності – не всякі загальні індивідуальні особливості, а лише такі, що мають відношення до успішності виконання якої-небудь діяльності або багатьох діяльностей; 3) „здібність” не зводиться до тих знань, навичок або умінь, які вже набуті даною людиною [150].

Таким чином, **творчі здібності** можна визначити як індивідуальні характеристики особистості, що обумовлені функцією розвитку задатків до створення об’єктивно чи суб’єктивно якісно нових матеріальних чи духовних цінностей.

Творчій особистості характерні розвиток логічного мислення, широта і гнучкість знань, критичне мислення, швидкість актуалізації потрібних знань, здатність до вираження інтуїтивних суджень, розв’язку задач в умовах неповної детермінації. Відповідно творчими здібностями людини є швидкість і гнучкість думки, оригінальність, допитливість, точність і сміливість.

Швидкість думки – кількість ідей, яка виникає за одиницю часу. *Гнучкість* думки – здатність швидко і без внутрішніх зусиль переключатися з однієї ідеї на іншу; бачити, що інформацію, отриману в одному контексті, можна використати і в іншому. *Оригінальність* – здатність до генерації ідей, які відрізняються від загальноприйнятих, до парадоксальних, несподіваних рішень. Вона пов’язана з цілісним баченням усіх зв’язків і залежностей, непомітних під час послідовного логічного аналізу. *Допитливість* – здатність дивуватися; відкритість та інтерес до усього нового. *Сміливість* – здатність приймати рішення в ситуаціях невизначеності, не лякатися власних висновків і доводити їх до кінця, ризикуючи особистим успіхом та репутацією [7; 40-41].

І.В. Коробова виділяє *елементи творчих здібностей*: 1) *дослідницька творча активність*, яка виявляється у відкритті нового, в постановці і розв’язанні проблем; вміння бачити проблему і довіряти власній думці; 2) *оригінальність* - здатність нестандартно відповідати на подразники; бачення нових проблем у стандартних умовах, нової функції знайомого об’єкта; вміння створювати оригінальний спосіб розв’язання; відхід від уявлень і штампів, що склалися; 3) *самостійний перехід знань у нову ситуацію*; здібність до перенесення досвіду; 4) *чутливість і пластичність мислення* – розгляд альтернатив, різних аспектів проблеми, гнучкість – здатність до породження різних ідей; 5) *легкість генерації великої кількості ідей* – швидкість, багатство ідей; 6) *здібність передбачення (уява)*, прогнозування розв’язків, гіпотез; 7) *цілісність сприйняття та легкість асоціювання віддалених понять* [68; 25].

Поряд з уявленням і розвинутою пам’яттю, філософи відмічають, що до творчих здібностей слід віднести ініціативність особистості людини. Без неї не може бути ніякої творчості. Однією із закономірностей розвитку різних видів мистецтва і творчості є безперервне підвищення ролі ініціативи і активності молоді в суспільному житті. До творчих здібностей молодих спеціалістів, учених можна віднести також спостережливість, зосередженість, винахідливість у

складних ситуаціях, вміння відійти від шаблону, від раніше усталених догм [157; 541].

Цілком закономірно, що характерними ознаками для суб'єктів з високим рівнем творчості є: підвищений рівень активності духовного життя, значна сила волі, надзвичайна вимогливість до себе.

У нейрофізіології показано, що спеціалізація великих півкуль головного мозку людини визначається способом обробки інформації. Ліва півкуля (вербально-логічна) використовує *аналітичну* стратегію (раціонально-логічне, індуктивне мислення). Права (емоційно-образна) півкуля використовує глобальну, *синтетичну* стратегію (просторово-інтуїтивне, дедуктивне, емоційно-образне мислення) [68; 33]. І. В. Коробова відмічає, що результати досліджень В. Суворової показали, що у підлітковому віці зростає роль функцій правої півкулі (у порівнянні з передпідлітковим та дорослим); правопівкульна симетрія стає провідною [68; 35]. Збудження правої півкулі відіграє важливу роль у розвитку інтуїції ... дитини – невід'ємного компонента творчого процесу. Психофізіологічною основою інтуїції вважається домінанта нервових центрів, яка під впливом сильної мотивації гальмує логіко-аналітичні функції лівої півкулі мозку та збуджує праву півкулю, яка має вирішальне значення у виникненні творчої інтуїції у вигляді невиразних невербальних передчуттів [68; 35]. Тому цей період розвитку дитячої психіки є сприятливим для розвитку творчих здібностей учнів.

Сучасні уявлення про творчу діяльність, зокрема в процесі вивчення природничих предметів, зводяться передусім до розуміння її як продукування нових оригінальних суспільно та особистісно значущих мотивів для розуміння процесів та явищ природи. Залучення учнів під час вивчення фізики до творчості передбачає не лише відтворення в пам'яті фізичних процесів, а й самостійне планування проведення експерименту, прогнозування його поведінки та результатів при зміні параметрів системи тощо.

Усе це невідривне від розвитку *творчої уяви* – важливого елементу творчої діяльності людини. Але фантазія також має жити конкретним матеріалом знань. Тому широка ерудиція людини, достатня за обсягом пам'ять – це ті складові, без яких фантазія немислима.

1.2. Уява як психолого-педагогічний компонент творчих здібностей учнів

Творчість неможлива без уяви. Образи, якими оперує людина, не обмежуються лише відтворенням безпосередньо сприйнятого. Для цілісності сприйняття недостатньо лише чуттєвого враження. Л. С. Рубінштейн зазначає: "... не всякий процес, який протікає в образах, може бути сприйнятим як процес відтворення [145; 344].

Крім сприймання інформацію про навколишній світ дають і *уявлення*. Перед людиною в образах може постати і те, чого вона безпосередньо не сприймала, і те, чого взагалі не було, і навіть те, чого в такій саме конкретній формі в дійсності і бути не може. Від сприймань вони відрізняються тим, що в

результаті уявлень образи конкретних об'єктів виникають в той момент, коли вони не діють на аналізатори людини.

За процес створення уявлень відповідає уява. Від відтворення уява відрізняється тим, що її образи не завжди відповідають реальності, в них є елементи фантазії, вимислу.

Людині властиво перетворювати світ для задоволення своїх власних мотивів, потреб. Але для того, щоб в ньому щось змінити, необхідно вміти цей світ перетворювати в думці. Характерною рисою свідомої людської життєдіяльності є те, що перш ніж робити безпосередньо, суб'єкт думкою вирішує різні практичні і теоретичні задачі, робить складні і різноманітні уявні операції, що передбачають безпосередню дію. Бджола будує свої воскові комірочки, павук плете павутину, пташка будує гніздо, але тільки людина перед тим, як щось зробити, уявляє кінцевий продукт своєї праці. Вона діє за певним планом. Таку потребу задовольняє *уява*. Саме через діяльність дитини зароджується і розвивається її здатність у думці перетворювати об'єкти, створювати образи предметів, явищ, подій, які нею безпосередньо не сприймалися. Психологами доведено, що із живих істот тільки людина вміє уявляти образи, фантазувати. Це ще одна перевага людини над живими істотами.

Дослідженням уяви займалися такі відомі психологи та педагоги як П. П. Блонський [11-12], А.В. Брушлінський [17], Л.С. Виготський [27-29], Е.В. Ільєнков [170], Б.Н. Зальцман [47], П.Ф. Каптерев [55], Ц.П. Короленко [69], Л.С. Коршунова [77-78], Г.С. Костюк [79], А.Н. Леонтьєв [95], Р. Г. Натадзе [118], А.В. Петровський [122], Дж. Родарі [142], С.Л. Рубінштейн [145] та ін.

Уява, або, як її ще називають, *фантазія*, належить до числа найвищих пізнавальних процесів, в яких чітко виявляється специфічно людський характер діяльності. Під *уявою* в самому широкому смислі слова іноді розуміють всякий процес, який протікає в образах. Крім того, уява – це також і процес створення нових образів, і перетворення минулого досвіду, і те, що таке перетворення здійснюється при органічному поєднанні чуттєвого і раціонального.

Істотною ознакою уяви вважається здатність суб'єкта створювати нові образи. Але цього недостатньо, оскільки тоді не можна розрізнити уяву і мислення, адже створення нових знань і понять у сфері логічного мислення може відбуватися і без участі уяви.

Звернемося до визначень, які є в психологічній, педагогічній та філософській літературі.

А. В. Петровський вважає, що “уява – це необхідний елемент творчої діяльності людини, який виражається в побудові образу продуктів праці, а також забезпечує створення програми поведінки в тих випадках, коли проблемна ситуація характеризується невизначеністю.” [122; 348]. “Уява, фантазія – це відбиття реальної дійсності в нових, несподіваних, незвичних сполученнях і зв'язках” [122; 351].

Л. С. Виготський, ототожнюючи уяву і фантазію, говорить про те, що “фантазія – досвід, протилежний реальності” [29; 182].

С. Л. Рубінштейн формулює поняття уяви як “відліт від минулого досвіду, це *перетворення даного* і породження на цій основі нових образів, які є і продуктом творчої діяльності, і прообразами для неї” [145; 345].

Г. С. Костюк дає визначення уяви таким чином: “*Уява (фантазія)* – це процес створення людиною об’єктів, яких вона сама не сприймала”. Він відмічає, що “у фантазії найбільш виразно виступає активний характер чуттєвого відбиття людиною об’єктивної дійсності” [79; 33].

А. Г. Маклаков під уявою розуміє “процес перетворення уявлень, які відбивають реальну дійсність, і створення на цій основі нових уявлень” [98; 284].

Р. С. Немов подає поняття уяви „як особливої форми людської психіки, яка стоїть окремо від інших психічних процесів і разом з тим займає проміжне становище між сприйняттям, мисленням і пам’яттю” [119; 260].

В. С. Лозниця сприймає уяву як „психічний процес утворення образів предметів, ситуацій, обставин через наведення наявних у людини знань у нову комбінацію” [96; 147].

П. А. М’ясоїд під уявою розуміє “процес створення індивідом *наочних образів, внутрішня активність*, за допомогою якої він здійснює *випереджувальне відображення* дійсності, розширює виднокруг свого життя” [117; 321].

На нашу думку, повним та чітким є визначення авторів підручника „Психологія” [133], які визначають *уяву* як „психічний (інтелектуальний) процес створення образів предметів, ситуацій, обставин шляхом установа нових зв’язків між відомими образами та знаннями” [133; 313].

Уява не є продуктом діяльності органів відчуття. Уява – результат перетворення передусім функціональних характеристик відображення. Для цілісного сприйняття об’єкта недостатньо лише чуттєвого відчуття, оскільки деякі сторони в силу ряду причин непомітні або недоступні суб’єкту. Виходом із такої ситуації є дофантазування невідомих сторін об’єкта за наявними відомими. Цей факт свідчить про розвиток предметно-діяльних характеристик чуттєвих образів. Ускладнення таких образів, втілення в них індивідуального досвіду і є проявом уяви. Уява є тим видом діяльності, в який втягнутий сам суб’єкт, в якій виражене його відношення до дійсності, що лежить в основі діяльності уяви. Основною рисою, яка відрізняє уяву від інших форм активності у чуттєвому відображенні, є своєрідна усвідомленість суб’єктом уяви людських основ цієї діяльності.

Завдяки уяві людина може виходити за межі свого досвіду та знань і на основі цього здійснювати такі новоутворення, які неможливо отримати емпіричним або логічним шляхом.

Особливістю уяви є те, що вона може працювати з образом об’єкта, який людина ніколи не бачила у своєму житті в силу різних причин: цих предметів не існує у реальній дійсності (ідеальні моделі); вони не включалися у сферу чуттєвості суб’єкта (деякі прилади, установки, які людина не бачила, а тільки чула про їх існування); вони недоступні для сприйняття (елементарні частинки та процеси, пов’язані з їх рухом). Таким чином, уявлення – це образи предметів, які

суб'єкт частково або повністю не сприймав раніше.

Як відмічає Р.С. Немов, уява є основою наочно-образного мислення, яке дозволяє людині орієнтуватися в нестандартних ситуаціях і розв'язувати задачі без безпосереднього застосування практичних дій. Вона допомагає людині в тих випадках життя, коли практичні дії або неможливі, або утруднені, або просто недоречні (небажані) [119; 261].

Л.С. Виготський відмічає те, що уява не може створити нічого такого, чого б людина не пережила в своєму житті. Проаналізувавши міфи, легенди, фантастичні твори та їх образи, можна помітити, що всі вони складаються із елементів, які людина зустрічала у своєму житті. Незвичність проявляється у нестандартному розміщенні (відношенні) цих елементів у результаті творчого прояву людини. Так, наприклад, кентавр утворився в результаті незвичного поєднання елементів тіла людини з тілом коня, русалка – тіла людини з тілом риби тощо. Комбінуючи у більш складні форми можна отримати і інші фантастичні істоти. Перший принцип реальності фантазії Л.С. Виготський сформулював так: “весь без залишку матеріал фантазії міститься в дійсності” [29; 183].

Уява завжди пов'язана з дійсністю, будується на основі досвіду суб'єкта, разом з тим вона являє собою і феномен відходу від її, оскільки образ предмета уяви піддається перетворенню. У гносеологічному плані особливість уяви виражається через її відношення до зовнішнього об'єкта.

Другим джерелом реальності, як відмічає Л.С. Виготський, є система наших внутрішніх переживань, головним чином емоцій і потягів, ходом яких визначається саме сполучення реальних елементів у фантастичні групи. Основними джерелами людської фантазії можна вважати наші потяги, які не були задоволеними в реальному житті. Другий закон принципу реальності фантазії автор сформулював так: “незалежно від того, реальна чи нереальна причина, пов'язана з нею емоція завжди реальна” [29; 183]. Таким чином, фантазія реалістична двояко: з однієї сторони, в силу наявності в ній реального матеріалу, з іншої – в силу пов'язаних з нею емоцій.

А.Г. Маклаков відмічає, що уява дуже тісно пов'язана з іншими психічними процесами, а саме: процес уяви завжди протікає у нерозривному зв'язку з пам'яттю і мисленням. Якщо мова йде про уяву, то ми лише підкреслюємо переважний напрямок психічної діяльності. Якщо перед людиною стоїть задача відтворити уявлення речей і подій, які були присутніми раніше в її досвіді, то ми говоримо про процеси пам'яті. Але якщо ті ж самі уявлення відтворюються для того, щоб створити нове сполучення цих уявлень чи створити нові уявлення, ми говоримо про діяльність уяви [98; 284].

Щоб уявити словесно описаний об'єкт (наприклад, модель атома, будову електронного приладу тощо), треба в певній мірі зрозуміти його будову, характер фізичних процесів, які в ньому протікають тощо. Створене ж уявлення про цей об'єкт стає засобом його подальшого і глибшого розуміння. Отже, як відмічає Г.С. Костюк, “зв'язок між уявленням і думкою динамічний. Він змінюється в ході самого процесу розуміння” [79; 276].

Уяву інколи важко відрізнити від мислення, особливо мислення образного. Саме тому вона не завжди розглядається самостійно. Разом з тим уява нерідко визначається як випереджальне відображення дійсності в образах, уявленнях на відміну від мислення, яке відбиває дійсність у формі понять. Уява, як і мислення, допомагає людині планувати, прогнозувати майбутнє. Ці два процеси починають функціонувати при виникненні проблемної ситуації, тобто в тому випадку, коли необхідно знайти новий вихід. Перед тим, як людина починає щось творити, вона “бачить” у своїй уяві продукт своєї діяльності в конкретно-образній формі. Для мислення ж характерне оперування знаками, поняттями, судженнями, які носять узагальнений і опосередкований характер.

А.В. Петровський вважає, що в проблемній ситуації, якою починається діяльність, існують дві системи упередження свідомістю результатів цієї діяльності: *організована система образів (уявень)* і *організована система понять*. Можливість вибору образу лежить в основі уяви, можливість нової комбінації понять лежить в основі мислення. Часто така діяльність відбувається відразу у двох площинах, тому що системи образів і понять тісно пов'язані. Вибір, наприклад способу дії, здійснюється шляхом логічних міркувань, з якими органічно злиті яскраві уявлення того, як буде здійснюватися дія [122; 349].

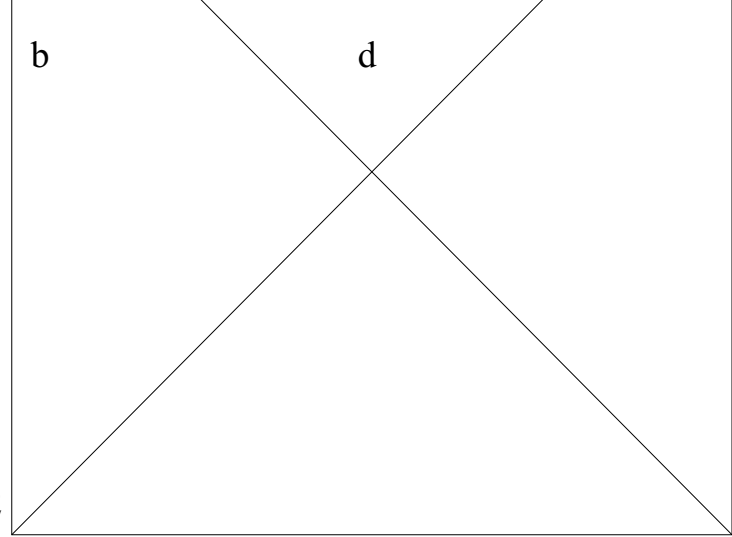
Для більш глибокого пояснення відмінностей між уявою і мисленням А.В. Петровський показує відносини між уявою і мисленням при розв'язуванні проблемної ситуації з різною ступінню невизначеності. У своїх проявах уява проявляє своє відношення до дійсності, причому діаметрально протилежне по відношенню до пам'яті. Якщо пам'ять налаштована на відтворення точної інформації, то уява часто створює образи, далекі від дійсності [122; 349].

У ході пізнавальної діяльності уява взаємодіє зі сприйманням, пам'яттю, мисленням. Під час сприймання вона доповнює елементи об'єктів, яких бракує, привносить у пам'ять зміни з боку можливого майбутнього, разом з мисленням виходить за межі наявного і відкриває шлях до майбутнього. При цьому уява чи не найтісніше пов'язана з наочно-образним мисленням, яке також передбачає відтворення образу певної ситуації. Уява не існує без мислення, але вона не зводиться і до логіки, тому що в ній (в уяві) завжди передбачається перетворення чуттєвого матеріалу.

Розглядаючи подібність і відмінність мислення і уяви, необхідно відмітити, що проблемна ситуація може характеризуватися більшою чи меншою невизначеністю. Якщо вихідні дані задачі, наприклад наукової проблеми, відомі, то хід її розв'язку підпорядкований переважно законам мислення. Інша картина спостерігається, коли проблемна ситуація відрізняється певною невизначеністю, вихідні дані з деякими труднощами піддаються точному аналізу. У цьому випадку в дію вступають механізми уяви.

На відміну від мислення, завжди спрямованого на встановлення реально існуючих, але ще непізнаних зв'язків, уява створює те нове, якого насправді немає, а інколи й не може бути взагалі. Мислення та уява є двома взаємодоповнюючими системами випереджувального відображення дійсності.

Перша – система понять і образів, що несуть у собі узагальнене значення, засіб розв'язання задач, опосередковане пізнання дійсності, друга – система наочних образів – моделей проміжних і кінцевих продуктів діяльності. Співвідношення цих систем ілюструє геометрична фігура ВАСО (рис. 1.1) [122 ; 347].



Тут площа a – сфера уяви, що оперує малоінформативним образним матеріалом при мінімальній обізнаності стосовно способів його перетворення; b – сфера уяви, яка здійснюється шляхом образного перетворення даних, достатніх для розв'язання задачі; d – сфера словесно-логічного мислення – розв'язання задачі, що відбувається на високому рівні формалізації мислительних операцій і при значному обсязі необхідної для цього інформації; c – сфера інтуїції, що діє в умовах дефіциту інформації.

Основна тенденція пам'яті, як відмічає А. В. Петровський, – відновлення образів в максимальному наближенні до еталону, тобто в кінцевому рахунку наближення до точної копії ситуації, яка мала колись місце у поведінці, або об'єкта, який був сприйнятим, зрозумілим, усвідомленим. „Основна тенденція уяви – перетворення уявлень (образів), що забезпечує в кінцевому рахунку створення моделі ситуації свідомо нової, яка раніше не виникала” [122; 349].

Отже, співвідношення мислення та уяви змінюється залежно від особливостей задачі, що постала перед індивідом. Якщо її вихідні дані чітко окреслені, то розв'язок знаходять, головним чином, внаслідок процесів мислення, якщо умова задачі чітко не визначена, то до дії стають процеси уяви. Задача, яку розв'язує вчений, містить, як правило, чітко окреслені відоме і невідоме, а тому потребує мислення. Задача, що її розв'язує письменник, не має такої чіткості. І це відкриває йому простір для уяви. Цим пояснюється і бурхливе фантазування в дитячому віці: тут немає умов, які б обтяжували пошук виходу з незрозумілої ситуації.

Ідеться, проте, лише про переважне застосування мислення або уяви в процесі пізнавальної діяльності індивіда. Дослідження показують, що і сприймання предмета, який обертається, і уявлення про такий предмет, і мислене його обертання забезпечуються сукупністю доволі схожих між собою операцій. Причому в кожному випадку ці операції здійснюють процес уподібнення (що має місце і при відчуттях та сприйманні) — своїми характеристиками вони відтворюють істотні ознаки об'єкта. Внаслідок цього образ, незалежно від того, що це сприймання, мислення чи уява, – є ідеальною формою існування об'єкта діяльності.

Таким чином, пізнавальна діяльність здійснюється складно організованими, але цілісними механізмами. Серед них уява є лише відносно самостійним компонентом [117; 333-334].

Особливість структури уяви полягає в тому, що в ній обов'язково має місце органічне поєднання чуттєвого і логічного моментів. Оскільки функції уяви складаються в конструюванні ідеального об'єкта, вона містить у собі логічну діяльність. Уява існує в зв'язку з наочним образом при ведучій ролі мислення, що розглядається як програма, яка визначає плин процесу перетворення наочного образу. Уява виступає як пізнавальна діяльність, що здійснюється на основі уявної програми, що фіксує мету і задачі суб'єкта, дозволяє формувати як наочні образи, так і поняття за допомогою синтезу чуттєвого і логічного.

Уява служить для створення нових образів на базі перетворення образів та уявлень, одержаних у попередньому досвіді. Вона створює образи результату діяльності, а також забезпечує розробку стратегії діяльності, зокрема розумової, у ситуаціях невизначених та ймовірних. Тому творча уява є психологічною основою багатьох видів творчої діяльності, що теж характеризується новизною як процесу, так і одержаного продукту. Однак ступінь принципової новизни уявного може бути різним. Від цього залежить поділ уяви на види й типи [133, 316].

Людина у своїй уяві проявляє всі види направленості особистості, які породжують велику кількість рівнів уяви. Головними ознаками, за якими поділяють уяву на її види, є активність та усвідомлення людини своєї фантазії. А. В. Петровський поділяє образи уяви по їх відношенню до дійсності і до діяльності. Як правило, за *ступенем активності* уяву можна поділити на *активну і пасивну*; а за *ступнем вольових зусиль* – на *довільну і мимовільну*. В *залежності від характеру образів*, якими оперує уява, розрізняють іноді *конкретну і абстрактну*. Але такий поділ не є полярним – між ними існує безліч взаємопереходів [122; 349-350].

Щодо формулювання поняття пасивної уяви, то більшість психологів розуміють *пасивну уяву* як заміну діяльності, щось подібне сурогату реальності. Ця уява пов'язана з аустичним мисленням, вона створює образи та програми, які не втілюються в життя або є взагалі нездійсненими. В ній людина ховається за життєвими проблемами, малюючи у свідомості ілюзорні картини [122, 128].

Найбільш чітко визначення, на нашу думку, сформулював П.А. М'ясоїд. За його словами "*пасивна уява* – мимовільне або довільне створення образів, не призначених для втілення в дійсність" [117; 330].

Пасивна уява може бути *довільною і мимовільною*. *Мимовільна уява* характеризується тим, що її образи самовільно трансформуються, а не формуються нею. В самих низьких і примітивних формах уява проявляється в мимовільній трансформації образів, що здійснюється під дією малоусвідомлених потреб, потягів, тенденцій, незалежно від якого-небудь свідомого. Вона також спостерігається і при ослабленні діяльності свідомості, його розладах, в стані афекту, в напівдрімотному стані, у сні. Найбільш показовим проявом пасивної уяви є галюцинації, при яких людина сприймає неіснуючі об'єкти. Як правило, галюцинації спостерігаються при деяких психічних розладах.

Довільна пасивна уява створює образи, не пов'язані з волею людини. В них найбільш яскраво виявляється зв'язок уяви з потребами людини. Людям властиво фантазувати, замріюватися в ілюзії про прекрасне, приємне, привабливе. До

таких видів уяви можна віднести *фантазування* та *ілюзії уяви*. Визначення поняття *фантазування* дав П.А. М'ясоїд. За його словами, *фантазування* (від. гр. φαντασία – уява) – це довільне оперування образами уяви, що має задовольнити потребу, на шляху реального задоволення якої є перешкоди. Фантазування є ілюзорним засобом задоволення потреби, створення образів, що усвідомлюються як приємні, але нездійсненні. Кожній людині властиво фантазувати про приємне, але нездійсненне. Це характеризує уяву як явище, що дає можливість індивідові розширити обрії свого життя [117; 331].

Але якщо ілюзії починають замінювати діяльність і переважати в психічному житті дитини, то це вже свідчить про певні порушення психічного розвитку – це є *ілюзорні мрії*. Переважання ілюзій в психічному житті людини може призвести до її відриву від реальної дійсності, відходу у вигаданий світ, що, в свою чергу, починає гальмувати психічний і соціальний розвиток цієї дитини. Такий приклад наводить А.Г. Маклаков: “Школяр, не готуючись до занять і отримуючи незадовільні оцінки, може створити собі ілюзорне, вигадане життя, де йому все вдається, де йому всі заздять, де він займає положення, на яке не може надіятися у даному часі і у реальному житті” [98; 290].

Уява дитини набагато слабша, ніж уява дорослого. Оскільки дитина володіє недостатнім досвідом, то він носить нестійкий, неоформлений, несистематизований і невироблений характер, то імагінативна (в деякий літературних джерелах імажинативна) поведінка вимагає розвитку, як і всі інші. Першою задачею такого розвитку Л.С. Виготський ставить перед педагогом *розмежування фантазії і дійсності* у уяві дитини. Річ у тому, що на дитячу уяву припадають ті ж функції, що й на долю пам'яті. Тому особливістю дитячої уяви є те, що фантазія дитини не диференційована ще від її пам'яті. Обидві виникають із відтворення реакцій, і два моменти обумовлюють їх злиття. По-перше, *весь досвід дитини носить нестійкий характер*, тому всяке відтворення буде до певної міри спотвореним, неточним. В результаті цього мимовільно відбувається доповнення інформації суб'єктивними елементами, тобто дитина, як кажуть в такому випадку, прибріхує. Така щира неправда завжди буде присутня не тільки в дитини, а й у дорослого. Кожна людина по-своєму сприймає інформацію, деякі моменти вона не запам'ятовує і тому в залежності від її емоційного стану може упущені деталі доповнити своїми суб'єктивними привнесеннями. Мимовільні спотворення пам'яті особливо яскраво проявляються у дітей, і хоча психологічна природа обох форм поведінки однакова, але в реальній поведінці на долю кожної з них припадає своя специфічна функція, і тому задачею педагога, як було сказано вище, являється проведення по можливості більш точного розмежування фантазії від дійсності. В першу чергу до цього слід віднести боротьбу з дитячою брехнею, яку в цілому не можна сприймати як брехню дорослих, тобто як моральний злочин [29; 187].

Як пояснює Л.С. Виготський, дитяча брехня має своїм джерелом внутрішню правду емоційного переживання. Говорячи неправду, дитина сприймає це як дійсність. Емоційне життя дітей носить підвищено збуджений характер унаслідок того, що пристрасність, як відзначив Сеченов, є властивістю

дитячого віку, тому що в цьому віці ще не вироблена стримуюча сила, що регулює поведінку. Фантазія дитини не знає самоконтролю і вкрай імпульсивна, слухняно реалізує кожне емоційне бажання. Дуже часто дитина розповідає не те, що було в дійсності, а те, що їй хотілося б у дійсності бачити. З цього приводу доречно було зробити висновок, що аналізуючи брехню дитини, можна отримати інформацію про її бажання, прагнення. Кожна дитяча неправда впливає з підвищено-емоційного стану дитини, і вона природно намагається перебільшити патетичну силу події, як би „героїзувати” все те, що відбувається у відповідності зі своєю підвищеною пристрасністю. Інші дитячі неправди є прямим відгомонам бажань, як це буває в дорослих: дитина бреше так же само невимушено і так само природно, як бачить сон. *Кожну дитячу неправду необхідно розшифрувати і знайти її підстави, і тільки тоді ми можемо дати їй оцінку і правильно відреагувати* [29; 188].

Негативний вплив надмірного ілюзорного фантазування дуже великий. Тому необхідно боротися з недорозвиненістю почуття дійсності, і виховання фантазії повинно насамперед йти по лінії вироблення поваги до дійсності. Дитина повинна бути вихована в найбільшій повазі до реальності, але під реальністю не треба розуміти той маленький світ, що оточує дитину. Мова йде про велику реальність, що оточує нас, якщо ми не хочемо створити маленького міщанина. Ми повинні визнати, що замкнутість у вузькому колі найближчих інтересів виробляє в дітей і в дорослих дрібний розмах, горобиний погляд на життя, обмеженість і самовдоволення.

Повага до великої реальності ніяк не може обійтися без виходу за вузькі межі особистого досвіду, а вихід визначається за допомогою імагінативної поведінки. Отже, як відмічає Л.С. Виготський, боротьба за реальність повинна означати не знищення фантазії, але тільки вимогу, щоб *фантазія була введена у свої береги, у русло своїх власних функцій, а імагінативна поведінка відособленим і визначеним*. Іншими словами, необхідно, щоб фантазія працювала, але не треба забувати, що ти тільки фантазуєш. Небезпеки при імагінативній поведінці зводяться до того, що вона здатна примиряти всі конфлікти між реальністю і мрією. Тому існує небезпека відмовитися від реальної боротьби і піддатися спокусі розв’язання всякого скрутного стану у мрії. Надмірна відданість мрійності веде від реального світу, послаблює і паралізує можливість активної дії, порушує правильний вибір потрібних реакцій в організмі, сприяє виробленню і виживанню соціально шкідливих і життєво нестійких реакцій. Уява надзвичайно корисна, як слуга, і шкідлива, як пан, за висловом одного з психологів, тому що вона схожа на вогонь [29; 189].

Загроза занурення дитини в ілюзії виникає особливо гостро в умовах комп’ютеризації суспільства. Віртуальні комп’ютерні світи, які створюються програмістами, іноді вже мало чим відрізняються від реального світу. Привабливість “життя” в такому “суспільстві” (комп’ютерній програмі, грі) дуже велика. Тому вивчення впливу комп’ютерних ігрових програм на дитину необхідно вивчати спеціалістам (в першу чергу психологам та педагогам), причому негайно, і робити відповідні висновки. Таке дослідження повинно

враховувати і позитивні, і негативні сторони даної проблеми. Це повинна бути систематизована широкомасштабна програма.

Зазначаючи негативну роль фантазії та ілюзій, які заважають дослідженню істини уявою, слід підкреслити, що розрізнити їхні функції дуже важко. Фантазія створює, насамперед те, чого не може бути. Це казки, міфи, пов'язані з естетичним почуттям, зокрема, дитини. Тому необхідно обережно підходити до визначення позитивних та негативних впливів уяви на дитину.

Іншу задачу виховання уяви Л.С. Виготський розуміє в тому, щоб розвинути позитивні функції, що випадають на долю фантазії. Адже дитяча гра – це та сфера діяльності, де фантазія знаходить своє найбільш повне виявлення і де вона протікає цілком у своїх власних рамках. Вона формує та розвиває всі ті навички і реакції, що служать для формування почуття реальності. Для дитини різні предмети можуть виконувати роль практично любого іншого. Але при цьому гра зовсім безпечна тим, що, збуджуючи реальні емоції, відтворюючи цілком реальні елементи досвіду, вона усе-таки відверто залишається грою і ні в якій мірі не веде дитину від життя, а, навпаки, розвиває і виправляє ті здібності, що будуть необхідні для життя. Цікаво відзначити, що гра так сильно пов'язана з фантазією, що діти віддають перевагу простим і грубим іграшкам, ніж дорогим і розкішним, які не дають ніякої роботи для фантазії і потребують підвищеної обережності в користуванні з ними. Дорога за ціною іграшка настроює дитину на пасивне відношення і не є тим об'єктом, що може служити цінним матеріалом для розвитку фантазії [29; 188-189].

Саме у грі дитина розвивається, знайомиться з оточуючим світом, пізнає його. Вона перетворює ситуацію на власний розсуд, почуває себе легко, невимушено, розслаблено, відчуває себе хазяїном становища; зникає необхідність контролювати свої думки та дії; з'являється можливість повністю розкрити риси свого характеру. Це є її природнім середовищем. Тому, застосовуючи ігрові технології, вчитель може більш легко, доступно подати навчальний матеріал дитині, а вона, у свою чергу, швидше, зацікавленіше його сприйме.

Активна уява – це вид уяви, який характеризується тим, що дитина, користуючись нею за власним бажанням, створює наочні образи, які мають практичне значення в її діяльності. До цього типу можна віднести *відтворювальну (репродуктивну), творчу (продуктивну) та мрії*.

Відтворююча (репродуктивна) уява – вид уяви, який обслуговуючи сприймання та відтворення об'єктів, створює образи на основі опису, який може проводитися в різних знакових системах (словесній – опис установки, об'єкта вивчення, процесу; числовій – цифри; формульній – формули, рівняння, нерівності; графічній – малюнки, креслення, схеми, графіки, діаграми тощо). Функцією відтворюючої уваги є перекодування інформації з одної репрезентативної системи сприймання в іншу, наприклад із слухової в зорову, із тактильної у слухову чи навпаки. Цей тип уяви дуже схожий з наочно-образним мисленням. Відмінність у тому, що уява доповнює його, даючи можливість вийти дитині за межі даних і створити образ, значно ширший і багатший за чуттєвий. Загалом відтворювальна уява є необхідним засобом, користуючись яким дитина

створює ігрову ситуацію, школяр засвоює навчальний матеріал, дорослий вивчає результати діяльності інших людей [117; 332].

Відтворення залежить від таких факторів: а) вихідної інформації; б) кількості та якості знань; в) наявності психологічної установки.

Незаперечно важливою є роль відтворюючої уяви в навчанні. Останнім часом ця проблема тісно пов'язана з комп'ютерним навчанням. Річ у тім, що сучасні комп'ютерні навчальні системи пропонують нові можливості для створення навчальних середовищ – комбінацію тексту, малюнків, анімації, звуку, так звані гіпертексти, в яких можна вільно переходити з одного семантичного рівня знань на інший, встановлювати власні уявні зв'язки між подіями, явищами; моделювати процеси та події з відмінними від реальних якостями та результатами (скажімо, світи з іншою атмосферою або іншими фізичними законами тощо) [133; 317]. Але все це вимагає не тільки розвиненої відтворюючої уяви, а й творчої.

Творча (продуктивна) уява характеризується тим, що людина перетворює уявлення і створює нові не по зразку, а самостійно намічаючи контури створюваного образу і вибираючи для нього необхідні матеріали [98; 286]. У цьому випадку дійсність свідомо конструюється, а не просто механічно копіюється або відтворюється. Творча уява вимальовує нові, оригінальні образи та ідеї.

Погоджуємося із думкою С.Л. Рубінштейна, який наголошує на тому, що спеціалізація різних видів уяви є не стільки передумовою, скільки результатом розвитку різних видів творчої діяльності. Тому існує стільки специфічних видів уяви, скільки є специфічних, своєрідних видів людської діяльності. За змістом уяву поділяють на такі види: *конструктивна, технічна, наукова, художня* (поетична, музична, живописна) тощо. Усі ці види уяви, що формуються і виявляються в різних видах творчої діяльності, складають різновид вищого рівня – творчої уяви [145, 350].

Особливою формою уяви є мрія. *Мрія* – внутрішня діяльність, в результаті якої створюється новий образ бажаного майбутнього, що направлений на практичну реалізацію. Мрія – необхідна умова втілення в життя творчих сил людини, направлених на перетворення дійсності. Вони є елементом наукового передбачення та прогнозування. Як зазначає А.В. Петровський: “Мрія ... виступає в якості *спонукальної причини або мотиву діяльності*, кінцеве завершення якої за тою чи іншою причиною виявилось відстроченим. Саме тому будь-який предмет, зроблений руками людини, у своїй історичній сутності є *опредмечена здійснена людська мрія*” [122; 362].

А.Г. Маклаков підмічає, що мрія має ряд істотних відмінностей, які відрізняють її від творчої уяви. По-перше, у мрії людина завжди створює *образ бажаного*, тоді як в творчих образах не завжди втілюються бажання їх творця. У мріях знаходить своє образне вираження те, що приваблює до себе людину, до чого вона прагне. По-друге, мрія – це процес уяви, який не включений у творчу діяльність, тобто не дає негайно і безпосередньо об'єктивного продукту у вигляді наукового відкриття, технічного винаходу тощо. Головною особливістю мрії є те,

що вона спрямована на майбутню діяльність, тобто мрія – це уява, спрямована на бажане майбутнє. Причому варто розрізняти кілька підтипів даного виду уяви. Найчастіше людина будує плани у відношенні майбутнього й у своїй мрії визначає шлях досягнення задуманого. У цьому випадку мрія є активним, довільним, свідомим процесом. Але існують люди, для яких мрія виступає як заміщення діяльності. Їхні мрії залишаються тільки мріями. Одна з причин цього явища, як правило, полягає в тих життєвих невдачах, що вони постійно терплять. У результаті ряду невдач людина відмовляється від виконання своїх планів на практиці і занурюється в мрію. У цьому випадку мрія виступає як свідомий, довільний процес, що не має практичного завершення. При цьому слід зазначити, що подібний тип мрії не може розглядатися тільки як негативне явище. Позитивне значення такої мрії полягає в тому, що вона забезпечує захисну функцію психічної системи людини. Так, наприклад, невдачі в практичній діяльності в більшості випадків сприяють формуванню негативного психічного стану, що може виражатися в підвищеному рівні тривоги, почутті чи дискомфорту навіть у депресивних реакціях. У цій ситуації мрія може виступати у вигляді своєрідної форми психологічного захисту, що забезпечує тимчасовий відхід від виниклих проблем, що сприяє визначеній нейтралізації негативного психічного стану і забезпеченню збереження механізмів регуляції при зниженні загальної активності людини [98; 288].

У залежності від характеру образів, якими оперує уява, С.Л. Рубінштейн розрізняє ще *конкретну* й *абстрактну* уяву. Образи, якими оперує уява, можуть бути різні; це можуть бути образи одиничні, речові, обтяжені безліччю деталей, і образи типізовані, узагальнені схеми, символи. Існує ціла ієрархія наочних образів, які відрізняються один від одного різним співвідношенням одиничного і загального; відповідно до цього існують різноманітні види уяви – конкретна і абстрактна. Ці типи уяви розрізняють за розходженням тих образів, якими вони оперують. Абстрактна уява користується образами високого ступеню узагальненості, збірними образами – схемами, символами. Абстрактна і конкретна уява не є при цьому *зовнішньою* полярністю; між ними існує безліч взаємопереходів [145; 350].

На основі аналізу наукових джерел [27-29, 79, 95, 96, 98, 117, 119, 122, 133, 145] можна виділити загальну схему видів уяви, яку ми подаємо на рис. 1.2.

Відомо, що мозок людини знаходиться у постійній роботі. Якщо до мозку не поступає інформація від органів відчуття, то в цей момент може підключатися уява. Встановлено, що людина за власним бажанням не може зупинити потік думок, зупинити уяву. В житті людини уява виконує ряд специфічних функцій.

Основна її функція складається в перетворенні досвіду відповідно до мети, задач і потреб людини. Характерна риса уяви полягає в тому, що вона є процесом свідомим у своїй основі і протікає при активній діяльності суб'єкта, є підлеглим усвідомлюваній задачі – наукової, художньої, практичної.

Л.С. Виготський виділяє такі функції уяви:

1. **Послідовна функція** – організація таких форм поведінки, які ще не зустрічалися у досвіді людини.

Все, що вона пізнає дитина об'єкт елект	дитина пізнає із того, що не за допомогою уяви. тільки в уяві може кти” (електрон, ядро, атом), річний струм, збурження	мала у своєму досвіді, Вивчаючи, наприклад “побачити невидимі “невидимі процеси” (електронів	фізику, ядерну реакці
---	---	--	-----------------------

ю). Учений відмічає, що якщо вивчення предметів не обмежується одною словесною розповіддю про них, а намагається проникнути скрізь словесну оболонку опису в саму їх сутність, воно обов'язково повинно мати справу з пізнавальною функцією уяви, воно повинно використовувати всі закони діяльності уяви [29; 184].

Рис 1.2. Види уяви.

Жодна побудова фантазії не повинна бути викликаною до того, як вчитель не буде впевненим у наявності в особистому досвіді учня всіх тих елементів, з яких повинно бути побудоване необхідне розуміння нового предмета. Тому кожен вчитель перед поясненням навчального матеріалу повинен дослідити наявний у учнів досвід з тим, щоб на цьому ґрунті зміг оперувати їхніми уявленнями. Відповідно до цього випливає висновок про те, що для того, щоб пояснити нове явище чи об'єкт, необхідно на основі вже засвоєного учням власного досвіду, скомбінувавши його між собою відповідним чином, подати учням уявлення про новий об'єкт. Л.С. Виготський пояснив це так: “... найбільшою турботою вчителя стає завдання, як перевести новий матеріал досвіду, якого в учня ще не було на мову його власного досвіду” [29; 184]. Уява завжди повинна виходити із знайомого і відомого, для того щоб зрозуміти незнайоме і невідоме.

Крім змісту матеріалу, вчителю необхідно ще потурбуватися і про правильну його комбінацію. За Л.С.Виготським другий закон реальності фантазії звучить так: “Реальна завжди емоція, пов'язана з нашою побудовою”. Звідси виникає необхідність у тому, щоб в учня виникали відповідні емоції при передачі уявлень.

2. Емоційна функція. Іноді в дитини виникають такі бажання, які вона не може втілити у житті. При певному накопиченні цих нереалізованих бажань, в результаті цього конфлікту бажаного і реального може виникнути психічне захворювання, невроз чи психоз, якщо ці бажання не отримають іншого виходу, тобто якщо вони не сублімуються і не перетворюються в інші форми поведінки. Таку функцію виконує уява – посередництвом гри, у брехні, у казці дитина знаходить безмежне джерело переживань і, таким чином, нереалізовані у реальному житті бажання виплескуються в такому виді діяльності.

3. Захисна функція. Під час навчання дитині не все вдається зробити так, як це необхідно. Випадкові невдачі сприяють формуванню негативного психічного стану, що може виражатися у підвищеному рівні тривоги, почуття дискомфорту, а в деяких випадках стану афекту. В цьому випадку уява може

виступити в формі певного психологічного захисту, тим самим зберігши психіку дитини від травм. Звичайно, ця захист відбувається в перший період невдач. Далі дитина повинна усвідомити причини їх виникнення і знайти вихід (за допомогою мислення і тієї ж уяви) із даної ситуації.

4. Виховна функція – організація повсякденної поведінки дитини в таких формах, щоб вона могла розвиватися для майбутнього. “Гра є не що інше, як фантазія в дійсності, фантазія ж не що інше, як загальмована і притримана, невиявлена гра” [29; 185].

Дещо розширено подає функції уяви Р.С. Немов. Зміст першої функції в тому, щоб *уявляти дійсність в образах* і мати можливість користуватися ними, розв’язуючи задачі. Ця функція уяви пов’язана з мисленням і органічно в нього включена. Друга функція уяви – *регулювання емоційних станів*. За допомогою своєї уяви людина може хоча б частково задовольняти певну кількість потреб, знімаючи породжену ними напругу. Ця життєво важлива функція особливо підкреслюється і розроблюється в психоаналізі. Третя функція уяви пов’язана з її участю у *довільній регуляції пізнавальних процесів і станів людини*, зокрема сприйняття, уваги, пам’яті, мови, емоцій. За допомогою штучних образів людина може звернути увагу на необхідні події. Посередництвом образів вона отримує можливість керувати сприйняттям, згадуванням, висловлюваннями. Четверта функція уяви – *формування внутрішнього плану дій* – здатності виконувати їх в голові, маніпулюючи образами. П’ята функція – це *планування і програмування діяльності*, складання таких програм, оцінка їх правильності, процесу реалізації” [119; 266].

1.3. Методи створення образів уяви

Образи, що виникають в процесі уяви, як було відмічено вище, не виникають з нічого, а формуються на основі нашого попереднього досвіду, на основі уявлень про предмети та явища об’єктивної реальності. Перетворення дійсності в уяві має свої закономірні шляхи, що знаходять вираження в типових способах чи прийомах перетворення.

Створення образів уяви проходить два основних етапи. На першому етапі відбувається своєрідне розчленовування образів та уявлень на складові частини. Цей етап формування образів уяви характеризується *аналізом* наявних у людини уявлень, сформованих у результаті попереднього досвіду. Аналіз дозволяє виділити і зберегти деякі загальні, істотні риси об’єкта і відкинути несуттєві. Якщо придумати навіть щось зовсім надзвичайне, то при ретельному розгляді з’ясується, що всі елементи, з яких склався вимисел, узяті з життя, почерпнуті з минулого досвіду, є результатами навмисного чи ненавмисного аналізу незліченної безлічі фактів. В ході такого аналізу відбувається *абстрагування* об’єкта. Далі, як відмічає А.Г. Маклаков, над цими образами можуть здійснюватися перетворення двох основних типів: 1) вони можуть бути поставлені в нові зв’язки ; 2) образам може бути наданий зовсім новий зміст [98, 290].

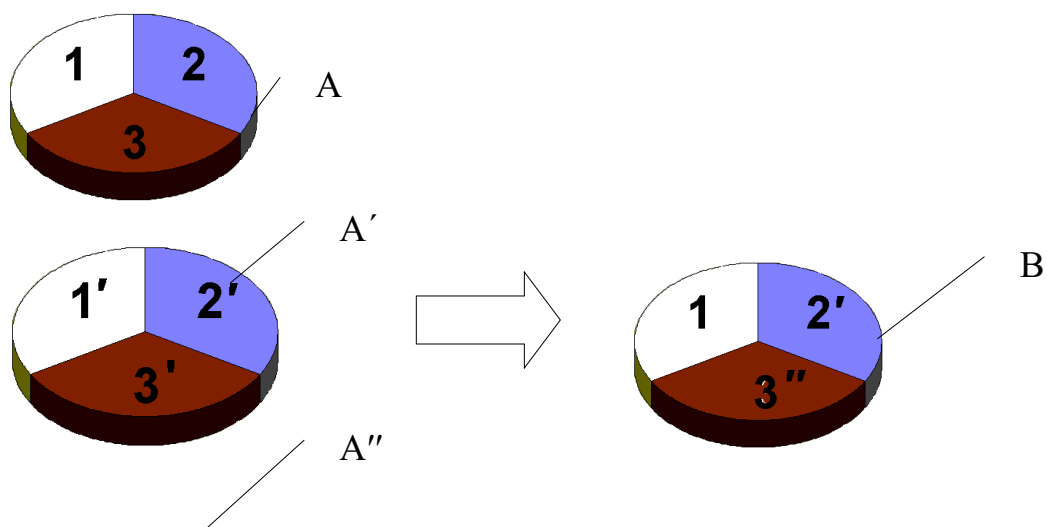
На даному етапі відбувається *синтез* – процес створення свого роду еталона, за допомогою якого здійснюється упізнання тих об'єктів, що при всіх змінах не виходять за межі визначеної міри подібності. Операції, які складають суть синтезуючої діяльності уяви, є другим етапом формування образів уяви. Причому форми, у яких здійснюється синтезуюча діяльність уяви, украй різноманітні. Образи можуть бути поставлені у нові зв'язки, причому ним може бути наданий зовсім інший зміст.

Проаналізувавши процес створення образів, виділимо такі основні його види, як: аглютинація, гіперболізація, аналогія, схематизація, типізація, загострення (акцентування).

Вважаємо, що наведені методи синтезування образів можна класифікувати на дві групи: методи аглютинації і методи узагальнення.

Аглютинація (лат. agglutinatio – склеювання) – створення нового уявного образу шляхом поєднання в ньому властивостей та елементів різних об'єктів, які у звичайному житті не об'єднуються. Залежно від кількості і якості синтезованих таким способом елементів виникають образи різного ступеня складності і новизни. Саме внаслідок аглютинації об'єкт включається у нову ситуацію, що змінює його риси, “оживає” неживе, живому приписуються ознаки, притаманні неживому. За допомогою подібних прийомів створюються добре знайомі побутові прилади, машини та механізми, в яких реалізована більш ніж одна функція (скажімо, ручка-годинник, музичний центр, сумка-коляска, літак-амфібія, аеросани тощо). Відомий винахідник Г.Альтшуллер зазначає з цього приводу, що ідеальним є випадок, коли таке поєднання доведено до логічного завершення – деталі або приладу не існує взагалі, а функція його здійснюється [1]. Саме внаслідок аглютинації створено такі форми проведення навчальних занять як комбінований урок, урок-гра, урок-подорож, урок-екскурсія тощо.

Схематично процес аглютинації зображено на рис. 1.3. Маємо об'єкти А, А' і А''. Взяти з кожного по певній властивості (від А властивість 1, від А' властивість 2', від А'' властивість 3'') отримуємо новий об'єкт В.



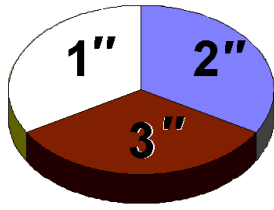


Рис. 1.3. Метод аглютинації.

Дуже важливим прийомом створення творчого образу є *аналогія*, коли будується образ, чимось схожий на реально існуючу річ, організм, дію.

Аналогія (від гр. *αναλογία* – відповідність, схожість) – подібність між предметами або явищами у якихось властивостях. Роблячи висновок за аналогією, знання, здобуті з розгляду якогось об'єкта (моделі), переносять на інший, менш вивчений об'єкт, менш доступний для дослідження, менш наочний [139; 4].

Аналогія буває близькою, безпосередньою і віддаленою. Володіння цим прийомом – один із провідних компонентів здатності до конструювання, інженерної справи та винахідництва; широко використовується в мистецтві і технічній творчості художниками. Так було створено багато нині діючих приладів, наприклад, локатор (аналог органів орієнтації кажана), автомобіль-амфібія (поєднання і автомобіля, і судна), судно на повітряній подушці тощо. У навчанні за допомогою методу аналогії на основі побутових уявлень виникає можливість пояснення більш складні фізичні процеси, явища, закони, прилади, обладнання тощо. Наприклад, аналогією електричного струму є протікання рідини в трубах.

Схематично метод аналогії поданий на рис. 1.4. При проведенні спостереження за об'єктом А роблять висновки щодо властивостей об'єкта В (оскільки об'єкти А і В мають певну подібність).

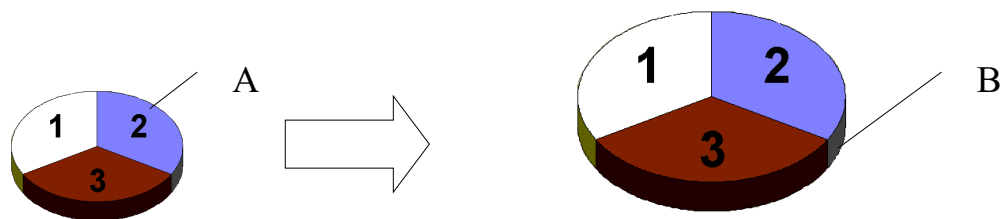


Рис. 1.4. Метод аналогії.

Гіперболізація (від гр. *ὕπερβολή* – перебільшення) – збільшення або зменшення даного в образі реального об'єкта, а також аналогічна кількісна або якісна зміна його окремих частин. Таким способом відбувалося створення образів богатирів, дракона з багатьма головами, багаторуких богів; у техніці й побуті – багатопатронні верстати, авторучка з декількома ампулами тощо. Гіперболізацію люди нерідко використовують у *спілкуванні*, довільно або мимовільно спотворюючи форму та зміст подій, напевно, для рельєфнішого їх виділення на тлі інших.

В цьому аспекті Л.С. Рубінштейн виділяє дві лінії. З одного боку, кількісний аспект зміни пропорцій у змісті розмірів знаходить собі специфічне

вираження в зміні величин, у зменшенні і збільшенні (*літоти і гіперболи*), яким широко користуються у фантастичному зображенні дійсності. Ці перебільшення і зменшення, зміна розмірів і величин у фантастичному зображенні дійсності завжди мотивовані якоюсь значеннєвою тенденцією. Вони можуть служити для того, щоб унаочнити внутрішню силу і значущість зображуваного в такий спосіб героя. З іншого боку, сильно зменшені в порівнянні з дійсністю, фантастично малі зовнішні розміри можуть силою контрасту особливо підкреслити велику внутрішню серйозність подібного персонажа. Таким чином, відхилення від дійсності, фантастичні більші чи менші розміри служать для того, щоб чіткіше виявити і яскравіше освітити визначене явище чи властивість сторони дійсності [145; 358].

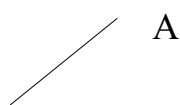
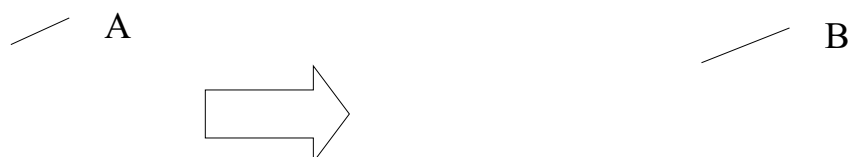
За допомогою гіперболізації вчитель підсилює сприйняття тих важливих моментів, на які необхідно звернути увагу. Це чітко проявляється при демонстраційному експерименті, де об'єкти, на які необхідно звернути увагу, наприклад, збільшені у масштабі (великі, чіткі та контрастні покажчики, стрілки, табло, надписи). Підбираючи необхідне обладнання, яскравість елементів установки для вивчення фізичного процесу можна підсилити для кращого їх сприймання. Внаслідок цього в уяві учня більш чітко, рельєфно постає процес вивчення у порівнянні з іншими незначними та неістотними явищами.

Схематично методи гіперболізації зображені на рис. 1.5. Певна властивість об'єкта А (наприклад 1) перебільшується у об'єкті В. Або, як це зображено у другому варіанті, певна властивість об'єкта А (наприклад 1) збільшується у чисельності в об'єкті В.

Найбільш істотними способами переробки представлень в образи уяви, що йдуть по шляху *узагальнення* істотних ознак, є *схематизація*, *типізація* й *акцентування*.

Схематизація (від гр. *σχηματισμός* – обриси, форма) – уявне згладжування відмінностей між порівнюваними об'єктами, в результаті чого окремі уявлення зливаються, відмінності стираються, а риси схожості виступають чітко. Це дає змогу позбавитись від зайвих і другорядних деталей, що перешкоджають утворенню нового образу.

Як відмічає А.Г. Маклаков, схематизація може мати місце при різних умовах. По-перше, схематизація може виникати в результаті неповного, поверхневого сприйняття об'єкта. У цьому випадку уявлення схематизуються випадковим чином, причому в них іноді виділяються другорядні деталі, випадково виявлені при сприйнятті предмета. У результаті виникають перекручування, що приводять до створення образів уяви, які спотворено відтворюють дійсність. Подібне явище часте зустрічається в дітей. В цьому випадку вчителю необхідно навчити дітей уважно сприймати об'єкти і відмічати їх схожі риси та їх відмінності.



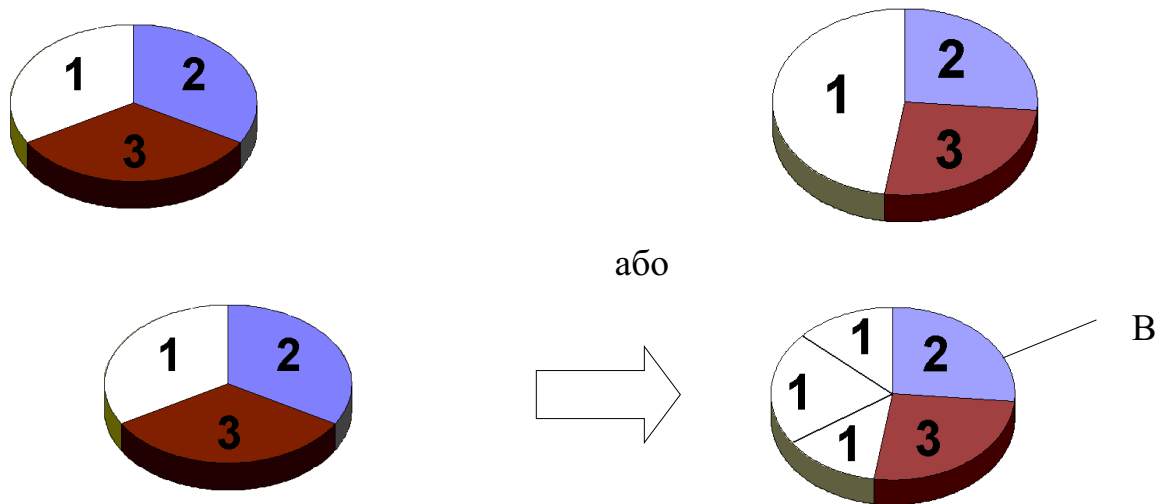


Рис. 1.5. Методи гіперболізації.

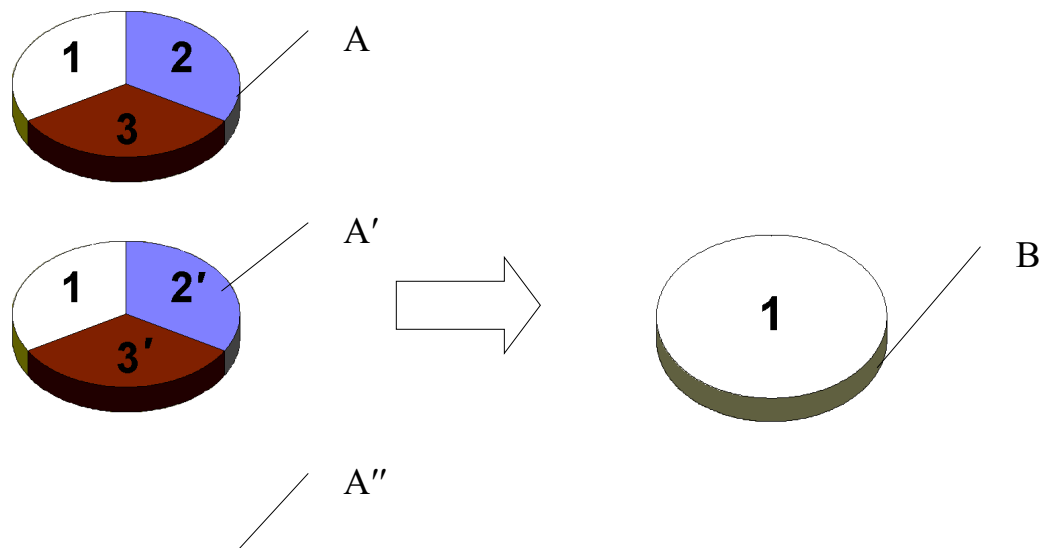
По-друге, причиною схематизації у випадку досить повного сприйняття об'єкта може бути забування яких-небудь несуттєвих чи деталей частин. У цьому випадку в уявленні на передній план виступають істотні деталі і риси. При цьому уявлення втрачає деяку індивідуальність і стає більш узагальненим.

По-третє, причиною схематизації може бути свідоме відволікання від несуттєвих, чи другорядних сторін об'єкта. Людина свідомо направляє свою увагу на істотні, на його думку, риси і властивості об'єкта й у результаті зводить уявлення до визначеної схеми [98; 292].

Внаслідок оперування схематизацією виникають уявні асоціації між об'єктами вивчення (наприклад, формули різних видів енергій мають спільні

риси: , , , тощо). В результаті їх аналізу формується розуміння подібності, універсальності законів природи.

Схематично метод схематизації зображений на рис. 1.6. Із об'єктів А, А' та А'' виділяється якась певна загальна властивість (наприклад 1) і створюється новий об'єкт В з такою властивістю.



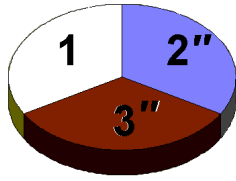


Рис. 1.6. Метод схематизації.

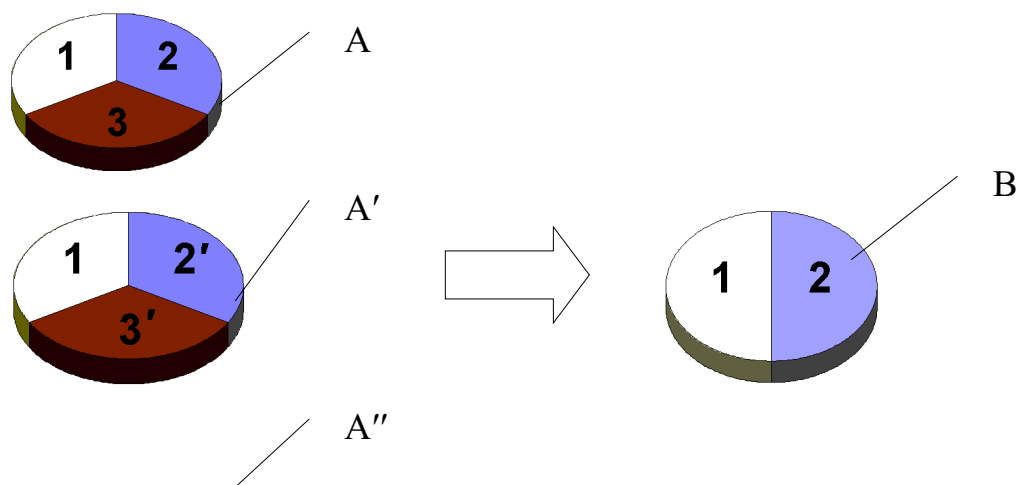
Типізація – уявне виділення суттєвого, яке повторюється в однорідних явищах і втілення його у новому образі, завдяки чому цей образ поєднує в собі риси, притаманні різним об'єктам.

Типізація – поширений прийом різних видів творчості. За допомогою типізації можна виділити суттєві ознаки декількох схожих процесів і на їх основі синтезувати інший. Таким чином відбувається відкриття нових законів та закономірностей. У навчальному процесі це проявляється у технічних рисунках та плакатах процесів, явищ, приладів, установок, де яскраво підкреслюються суттєві частини, відволікаючи увагу від несуттєвих.

Схематично метод типізації зображено на рис. 1.7. Із об'єктів А, А' і А'' виділяється якась певна властивість (наприклад 1) і втілюється в об'єкті В.

Загострення (акцентування) – уявне підкреслення якихось властивостей реального об'єкта, внаслідок якого образ набуває особливої виразності. Як правило, цей спосіб використовується при створенні художніх образів, карикатур

Головною особливістю такої переробки образів сприйняття в образи уяви є те, що, відбиваючи реальну дійсність і типізуючи її, художній образ завжди дає широке узагальнення, однак це узагальнення завжди відбите в конкретному образі. Цей спосіб широко застосовується в літературній творчості, де одні характеристики персонажа витісняють усі інші і простежуються у всіх можливих ситуаціях. На відміну від гіперболізації акцентування не спотворює дійсність, а лише підкреслює її характерні особливості. Причому процес створення типового образу являє собою складний творчий процес і відбиває визначені індивідуальні особливості людини, що створює цей образ.



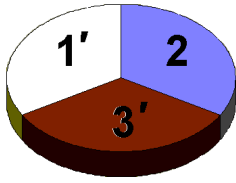


Рис. 1.7. Метод типізації.

Схематично метод загострення зображено на рис. 1.8. Із об'єкту А виділяється якась певна властивість (наприклад 1) і на об'єкті В ця властивість виділяється, акцентується (але не спотворюється).

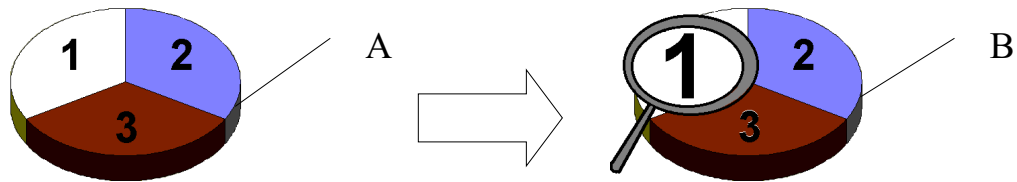


Рис. 1.8. Метод загострення (акцентування).

Аналіз і синтез в уяві мають дещо інший напрямок, ніж у мисленні і виявляють при активному процесі оперування з образами інші тенденції.

Як зазначає А.В.Петровський, основна тенденція уяви – перетворення уявлень (образів), що забезпечує в кінцевому рахунку створення моделі ситуації свідомо нової, що раніше не виникала [122; 352].

Завдяки уяві людина пізнає дійсність, творить світ, розумно планує свою діяльність, керує нею. Майже вся людська матеріальна та духовна культура є продуктом уяви і творчості людини.

Фантазія бере участь у плануванні наукових досліджень, проектуванні експериментальних ситуацій, у висуванні здогадок, гіпотез, в узагальненні досвідних даних, у наукових відкриттях. За словами Г. С. Костюка: “Смілива фантазія обганяє думку і тим прокладає їй шлях у невідоме” [79; 34].

Значення уяви у навчально-виховному процесі важко переоцінити. Навчання і виховання тісно пов'язані з усіма психічними процесами, в тому числі і з уявою. Ступінь розвитку уяви та її особливості мають для навчання не менше значення, ніж ступінь розвитку сприйняття, мислення тощо. Утворення уявлень значно розширює можливості орієнтування людини в просторі й часі, звільняє її дії від обмеженості безпосередньою ситуацією, відкриває шлях до певної свободи дій. Цим пояснюється і важливість утворення уявлень в учнів при засвоєнні ними знань в процесі навчання.

Ціннісна значимість уяви виявляється в органічному входженні в пізнавальний процес, заповнюючи його пробіли. У ході сприйняття суб'єкт здатний конструювати цілі комплекси безпосередньо не даних параметрів об'єкта. При цьому не тільки ускладнюється образ об'єкта, але і розвивається здатність суб'єкта відображати об'єктивні характеристики дійсності шляхом побудови поданого у відчуттях змісту. Крім того, уява дозволяє суб'єкту опиратися на загальнолюдський досвід. За допомогою здогадки, а також перекомбінації елементів, вільної гри асоціацій вона сприяє формуванню нових образів, створює цілісну картину знання. Образи уяви збагачують процеси мислення багатьма цінними деталями, втраченими в абстрактних поняттях, і часто наштовхують

думку на розв'язання проблеми. Іноді буває досить по-новому розмістити і співвіднести наявну інформацію, наново переосмислити проблемну ситуацію, щоб знайти шукане.

Уяву можна розуміти як внутрішню активність, органічний елемент дії. Не є винятком і педагогічна діяльність: учитель має передбачати наслідки своїх дій, уявляти ті риси характеру, які він повинен розвивати у дитини, вміти співвідносити їх з образом бажаного, а при необхідності, вміти швидко підправити свою діяльність. Вчителю необхідно творчо підійти до навчання, виховання та розвитку цієї дитини, щоб мати можливість повністю вивчити її і допомогти розкрити всі її здібності. Саме в творчому, нестандартному підході криються ті потужні можливості навчально-виховного процесу, які здатні повернути його до дитини, враховуючи її індивідуальні та вікові особливості. Навчання людини зводиться не тільки для накопичення фактів, а, перш за все, для уміння знаходити самому ці знання, бачити проблеми і вміти успішно їх вирішувати. Тому аналізуючи системи методик навчання і виховання, а потім творчо комбінуючи їх, можна досягти нових методичних утворень.

Ставлячи учнів перед необхідністю створювати образи тих об'єктів, які описуються вербально і яких вони безпосередньо не сприймають, навчання активізує уяву учнів, тим самим сприяє їх розвитку. Важливу роль у цьому процесі відіграє, зокрема, читання учнями художньої, історичної, науково-фантастичної літератури. Активізації їхньої уяви сприяє розв'язування таких учбових задач, які вимагають оперування просторовими образами (графічна діяльність, моделювання, розв'язання конструктивно-технічних задач, переосмислювання графічних креслень), а також завершення незакінчених оповідань, написання творчих робіт [79; 430].

Але й у начебто нетворчій діяльності уява безпосередньо відбивається і на її процесі, і на результаті. Для того щоб зробити певну річ, спочатку потрібно створити відповідний наочний образ та спланувати свою діяльність по створенню цього образу. Від цього залежатиме якість створеної у майбутньому речі. Наприклад, учень, виконуючи дослід, фактично вже уявляє для себе його результати, хоча б наближені. Тому кожна річ, створена людиною, є опредмеченою уявою, або, як висловився Т. Рібо, “кристалізованою уявою” [117; 327].

У навчальній діяльності уява бере активну участь у відтворенні умов задач і пошукові шляхів їх розв'язку. Є чимало задач, які потребують створення наочного образу шуканого. Так, наприклад, для розв'язання багатьох задач, необхідно створити малюнок. При цьому, учень попередньо його вимальовує у своїй уяві, а потім переносить на папір. Та й сам процес розв'язування задачі має складний характер, де учень повинен проявити максимум своїх здібностей – уявити обладнання, установку, характер і порядок перебігу подій у процесі чи явищі, а також їх наближені (прогнозовані) результати. Тільки після цього учень, вже використовуючи мислення, розв'язує задачу.

І.В. Коробова відмічає, що „...абсолютна відсутність фантазії виявляється в тому, що людина не в змозі відволіктися від конкретної ситуації, змінити її

творчо, перегрупувати ознаки, звільнитися від її впливу” [68; 39].

Фантазія бере участь у плануванні наукових досліджень, проектуванні експериментальних ситуацій, у висуванні здогадок, гіпотез, в узагальненні досвідних даних, у наукових відкриттях. Незважаючи на переважне значення мислення у цьому разі, уява нерідко є необхідним засобом побудови наукової гіпотези, проведення мисленого експерименту, прогнозуванні явищ, осмислення нових фактів.

Оскільки діяльність уяви пов'язана з проблемною ситуацією, то її розв'язання – у створенні деякого передбачення шуканого рішення шляхом побудови гіпотез, планів. Важливі функції належать тут уяві, яка виступає засобом формування нового знання. Роль уяви в процесі творчого пізнання можна визначити як один зі способів використання наявних у людини знань для одержання нових знань, як перенос знань з однієї області на іншу. Ці евристичні функції уяви досліджуються в роботі на ряді процедур наукового пізнання: гіпотезі, наочному моделюванні, розумовому експерименті.

Все це висуває принципово нові вимоги до вчителя, оскільки його творча особистість, глибокі знання свого предмету та методики його викладання здатні призвести до перебудови сучасної загальноосвітньої школи у напрямку її гуманізації, направленості на особистість. Тому перед сучасним педагогом стоїть важливе завдання: вирішувати складні педагогічні проблеми в умовах постійного творчого пошуку.

1.4. Формування творчих здібностей і розвиток уяви учнів

Виникає проблема розвитку творчих здібностей молоді. Від чого залежить їх розвиток? Очевидно, що насамперед необхідно враховувати природну схильність людей до певного виду діяльності, що спостерігається в зростанні інтересу дитини до певного виду занять. Однак це лише передумови творчих здібностей людини. Один із творців системи вимірювання творчих здібностей Торренс відзначав з цього приводу, що успадкований потенціал не є найважливішим показником майбутньої творчої продуктивності. В якій мірі творчі імпульси дитини набудуть характеру творчості залежить від впливу батьків та інших дорослих. Сім'я здатна розвинути або знищити творчий потенціал малюка ще у дошкільному віці [7; 41].

Оскільки провідними діяльностями підліткового віку є навчання і гра, то буде доцільним їх поєднання. Гра сприяє розвитку творчих здібностей учнів. Як відмічає І. А. Барташнікова: „У самій природі дитячих ігор закладені можливості розвитку гнучкості й оригінальності творчого мислення, здатності конкретизувати та розвивати як свої власні задуми, так і пропозиції інших дітей” [7; 41].

Творчі здібності можуть бути реалізованими тільки за наявності таких важливих якостей особи, як працелюбність, цілеспрямованість. Саме ці якості людини складають соціальну основу розвитку особистого обдарування. Відомо, що видатні вчені, відомі конструктори, педагоги – це, насамперед, люди великої працездатності, завзятості, організованості і самодисципліни. Отже, в реалізації

творчих здібностей молоді важливими є соціальні умови, тобто умови, що сприяли розкриттю, а потім і реалізації творчих здібностей молоді [157; 540].

Оскільки, як було зазначено вище, саме в період підліткового віку відбувається збудження правої півкулі мозку, то і розвиток уяви відбуватиметься ефективно, адже саме в цей період активно розвиваються дар фантазування, творче мислення. Для підлітків характерними є вияв допитливості, різке зростання індивідуальних відмінностей, самостійності мислення, активності в постановці проблемних питань та пошуках їх розв'язання [113; 54-55]. Для пізнавальної діяльності старшокласників буде характерний розвиток саме творчої уяви – запоруки творчих здібностей.

Сучасна наука і техніка розвивається надзвичайно швидкими темпами. Сьогодні дуже важливо прищепити учням любов до знань, до книги, вміння знаходити необхідну інформацію з будь-яких джерел, навчити творчо застосовувати набуті знання в процесі практичної діяльності. Безперечно відомо, що тільки розвиток творчої уяви допоможе людині сприйняти, оцінити, усвідомити, охопити думкою всю незвичайність явищ, які, трапляється, суперечать старим істинам і догмам, а, іноді, й "здоровому глуздові".

Людина не народжується з розвинутою уявою. Розвиток уяви здійснюється в ході онтогенезу людини і вимагає нагромадження відомого запасу уявлень, що надалі можуть служити матеріалом для створення образів уяви. Уява розвивається в тісному зв'язку з розвитком всієї особистості, у процесі навчання і виховання, а також у єдності з мисленням, пам'яттю, волею і почуттями. Звідси логічно зробити висновок, що формування і розвиток уяви доцільно проводити у активній розумовій пізнавальній діяльності.

Фактором, що стимулює діяльність уяви, виступають різні (іноді випадкові) зв'язки явищ, процесів, подій, предметів. Вони здатні "замкнути коло", викликати вільну гру асоціацій. Але для того, щоб це відбулося, необхідно створити емоційно напружене поле свідомості, яке дає матеріал і основну ідею, направляє роботу уяви в певне русло. Для актуалізації знань необхідна, перш за все їх наявність, а також вміння ними оперувати. Тому розвиток уяви залежить від об'єму знань, а також від інтелектуальних здібностей суб'єкта.

Деякі вважають, що уява дитини розвивається лише в дошкільному віці і тому рівень розвитку уяви дошкільнят вище, ніж старшокласників. Л.С.

Виготський відмічає, що уява молодшої дитини набагато слабша, ніж уява дорослішої. Оскільки дитина володіє недостатнім досвідом, то він носить нестійкий, неоформлений, несистематизований і несформований характер, то імагінативна поведінка вимагає розвитку, як і всі інші [29; 187]. При цьому обов'язково слід враховувати вікові особливості учнів. В.О. Моляко, пропонуючи вікову періодизацію творчої діяльності, виділяє, що підліткова і юнацька творчість (конструювання власного уявлення про світ, літературна, технічна творчість) припадає на період від 12-14 до 18-22 років) [110].

Дослідження показують, що з віком розвиток уяви уповільнюється, поступається розвиткові мислення [12; 197-239]. Навіть складається враження, що її значення в подальшому житті індивіда неухильно зменшується. Про це свідчить закон (ефект) Рібо [117], за яким перша стадія розвитку уяви починається з трьох років життя дитини і охоплює дошкільний, підлітковий вік, юність. У цей час уява не залежить від мислення, але у зв'язку з формуванням

останнього між ними виникають антагоністичні стосунки. Наступна стадія характерна послабленням ролі уяви і посиленням здатності міркувати. На третій стадії уява підпорядковується мисленню, тому у більшості людей вона занепадає і лише у деяких підноситься над мисленням, стаючи справді творчою силою.

У процесі навчання, як відомо, на зміну образним компонентам пізнавальної діяльності поступово приходять словесно-логічні, понятійні. Тепер вони виконують функцію абстрагування і побудови образу шуканого. Якщо порівнювати образ шуканого і образ бажаного, то виявиться, що ці явища не тотожні. Перший образ зумовлений задачею і підпорядкований умовам її розв'язання, то другий – потребою і є формою її задоволення. Завдяки уяві формується й мета діяльності та ідеальні способи її досягнення. Істотно, що сукупність різновіддалених цілей характеризує стратегію і тактику життя індивіда як особистості. Це вже специфічна функція уяви – обслуговування майбутнього [117 ; 326].

З розвитком діяльності взаємовідносини уяви та інших пізнавальних процесів, у тому числі й з мислення, змінюються, але від цього її роль у діяльності не зменшується.

Розвиток творчих здібностей відбувається на основі знань, умінь та навичок, які людина набула під час вивчення загальноосвітніх дисциплін і в процесі трудового навчання, а також на основі життєвого досвіду. Впливаючи на відповідні важелі можна керувати процесом розвитку творчих здібностей особистості.

У результаті аналізу навчально-виховного процесу постає проблема недостатку вивчення предмету: учень може добре знати матеріал, але не може відповісти на “нестандартні” запитання. Це говорить про те, що він володіє знаннями формально, тобто може переказати матеріал підручника чи посібника, підтвердити його прикладами, розв'язати типові завдання, але не може застосувати свої знання на практиці в нових умовах. В цьому випадку в учня переважають механізми відтворення інформації, яка вивчалась раніше. Осягнути щось нове він неспроможний, тому і не може застосувати свої знання за нових обставин.

Цих недоліків у навчанні можна уникнути, якщо у своїй практиці систематично і цілеспрямовано формувати і розвивати здібності творчої особистості, найважливіші елементи яких — творча уява, фантазія, інтуїція, мислення. Їх розвитку сприяють творчі завдання, які вимагають пояснити якість нове для них явище або знайти нові способи досягнення якогось певного ефекту на основі використання тих чи інших закономірностей. У творчих завданнях учні розв'язують проблеми на основі знання фізичних законів без яких-небудь прямих чи непрямих вказівок на те, якими знаннями треба користуватися

Виникненню інтуїтивних рішень найбільшою мірою сприяє лише той попередній досвід, який був пов'язаний з емоційно насиченою розумовою діяльністю, з різноманітними асоціаціями, екстремальними умовами, що вимагають напруженої роботи розуму і супроводжуються активним,

стимульованим бажанням вирішити відповідне завдання.

Неуспішність у школі багато в чому і пояснюється тим, що учням на самому початку шкільного життя дають мало пошуково-творчих завдань, які вони могли б успішно виконати, тому вони не мають можливості відчутти атмосферу успіху, не мають того, що ми називаємо відчуттям зацікавленості й перемоги.

Якщо навчити дитину творчо мислити, самостійно знаходити зв'язки і відношення між предметами дійсності, то це може мати більше практичне значення, ніж просте заучування теоретичного матеріалу. З часом відбувається його забування, а знаючи методи і способи отримання знання можна відносно легко їх поновити та доповнити новими.

Використання елементів проблемного навчання надає можливість учню відчутти себе “першовідкривачем”. Навіть невстигаючий учень проявляє інтерес до предмету, якщо йому вдається досягнути певних позитивних результатів. Засвоєння інформації відбувається не за її пасивним надходженням, а через те, що виникла об'єктивна потреба в тих, чи інших конкретних знаннях. Все це викликає підвищений інтерес до об'єкту пізнання, готовність наполегливо працювати, долати труднощі, перешкоди, які зустрічаються в процесі навчання [45; 38].

У навчальному процесі одним із основних способів активізації діяльності учнів є сугестопедія (занурення) – активізуючий метод навчання з елементами релаксації, навіювання та гри. Його зміст – емоційна стимуляція, що забезпечує загострення пам'яті, збільшення об'єму інформації, яка при цьому активізується; підвищення швидкості запам'ятовування [45; 36-37]. Підсвідомі компоненти – активізуючі психологічні процеси, які не будучи в певний момент центром смислової діяльності свідомості, впливають на хід свідомих процесів (визрівання творчого задуму, перебудова структури досвіду, процеси пам'яті тощо). Якщо щось не вдається, то доцільно припинити на деякий момент (воно все-одно підсвідомо буде розв'язуватися). Вчасно відкладені спроби розв'язати важку задачу запобігають спаду рівня мотивації та виникнення стійкого негативного відчуття до неї. “Чорний ящик” з часом переростає у відоме.

За висловом відомого психолога А.В. Петровського “Уява, яка має виключно важливе значення для здійснення і організації діяльності, сама формується у різних видах діяльності і затухає, коли дитина перестає діяти” [122; 360].

Розвиток уяви тісно пов'язаний з розвитком творчих здібностей людини. Тому їх необхідно розглядати у комплексі. Психологія творчості виявляється у всіх його конкретних видах: винахідницькому, науковому, літературному, художньому тощо. Можливість творчості в значній мірі забезпечується наявними в людини знаннями, що підкріплені відповідними здібностями, і стимулюється цілеспрямованістю людини. Найважливішими умовами творчості є наявність визначених переживань, що створюють емоційний тон творчої діяльності.

Проблема творчості завжди була цікава не тільки для психологів. Питання про те, що дозволяє одній людині діяти, а іншого позбавляє цієї можливості,

хвилює розуми багатьох учених. Довгий час панував погляд про неможливість алгоритмізації і навчання творчому процесу, що було обґрунтовано відомим французьким психологом Т. Рібо. Він писав: «Що стосується до "методів винаходу", із приводу яких було написано багато учених міркувань, то їх насправді не існує, тому що в протилежному випадку можна було б фабрикувати винахідників подібно тому, як фабрикують тепер механіків і вартових справ майстрів» [117; 295]. Однак поступово ця точка зору стала піддаватися сумніву. На перше місце вийшла гіпотеза про те, що здатність до творчості можна розвивати.

Дослідження творчого акту є важкою і копіткою справою, оскільки розв'язання проблеми й отримання нового знання часто відбувається, на перший погляд, раптово, шляхом "інсайту", "осаяння", безпосереднього "проникнення в сутність" (А.Пуанкаре, Р.Дизель, Л. де Бройль).

Досить часто під творчим розв'язанням проблеми розуміють розв'язання задачі шляхом перебору різних варіантів (теорія "спроб та помилок"). Такий спосіб пізнання теж знаходить своє вираження в мисленні людини. Людина з нерозвиненою силою уяви, відзначає Е.В. Ільєнков, шукає методом "спроб і помилок", але закон цього методу – чистий випадок. У полі дії вільного вибору завжди приймає участь здатність продуктивної уяви [170]. Це один із способів пізнання, підпорядкований евристичному мисленню, коли людина вирішує задачу неусвідомлено, не здійснюючи перебору усіх варіантів, а відразу ж відкидає більшість хибних рішень.

Аналізуючи проблему методів та прийомів стимуляції розвитку творчих здібностей, слід зауважити, що більшість як вітчизняних, так і зарубіжних вчених приділяли достатню увагу розробці даної проблеми (Г.С. Альтшуллер, А.Ф. Осборн, В.Дж. Гордон, Г.Я. Буш, В.О. Моляко та ін.). У психолого-педагогічній літературі описано близько тридцяти методів ефективного впливу на творчу діяльність. Ми розглянемо лише ті, що, на наш погляд, є найбільш поширеними та ефективними у розвитку творчого потенціалу особистості.

Початок дослідження методів ефективного впливу на творчу активність був закладений ще філософами. Так, Сократ використовував евристичний діалог як творчий метод, що сприяє формуванню творчого мислення, породженню нового шляхом постійних і невимушених дискусій. Евристичному діалогу Сократа властиві такі ознаки: вільний обмін думками між рівноправними співрозмовниками; визначення понять, що пов'язані з об'єктом обговорення і взяті з практики; обговорення істотних якостей об'єктів з метою виявлення їх відбиття у свідомості співрозмовників і знаходження паралелі між першим і другим; виявлення ролі учасників у діалозі і визначення композиції ролей; збудження самопізнання за допомогою цілеспрямованих запитань; використання іронії як критичної оцінки міркувань, жарту як способу активізації мислення; усунення псевдознання шляхом доведення його до абсурду; застосування індуктивного методу, який базується на аналогії; виявлення протиріч; усунення протиріч шляхом виявлення залежності одиничного від загального, розуміння сутності речей або явищ, творчого знаходження нового [140; 190].

Платон, учень Сократа, запропонував інший варіант евристичного діалогу, який можна назвати гіпотетичним. Учасникам дискусії пропонувалася гіпотеза у вигляді визначення поняття, з якого необхідно було вивести наслідки. Якщо виникали протиріччя, гіпотеза вважалася абсурдною. В іншому випадку – відшукувалися інші аргументи для підтвердження вихідної тези.

Розглянуті вище методи були покладені в основу сучасних методик, зокрема евристичної бесіди, що використовується у навчально-виховному процесі.

На сучасному етапі розвитку суспільства найбільш широко використовуються такі методи формування творчого мислення, активізації творчої діяльності, як „мозкова атака”, метод між предметних аналогій, метод синектики, метод фокальних об’єктів, метод морфологічного аналізу та ін.

Метод „мозкова атака” (брейнстормінг, „мозковий штурм”, метод генерування ідей, обміну думками) розробив А.Ф. Осборн у 1937 році.

Сутність методу полягає у груповому обговоренні творчих завдань у ситуації вільного обміну думками. Для розв’язання певної проблеми утворюється група з 7-10 осіб, представників різних видів діяльності. Учасники дискусії невимушено, вільно, без найменшої критики обговорюють проблему та шляхи її розв’язання. Основна мета методу – отримати якнайбільше нових ідей, бо чим більше їх буде запропоновано, тим більше шансів для виявлення найбільш перспективної для використання. Велику роль відіграє керівник секції, який повинен забезпечити дотримання правил методу „мозкової атаки”, спрямувати генерування ідей у раціональному руслі. Група експертів фіксує усі висунуті пропозиції, критично оцінює та відбирає найбільш доцільні.

А. Осборн вперше створив метод, що реалізував перехід до нової, більш прогресивної системи організації праці у галузі пошуку нових ідей. Він урахував і використав наявність у людини двох установок на процес творчості, а також здатність підхоплювати і розвивати чужі ідеї.

Але, окрім переваг запропонованого методу, існують і певні його недоліки. Так, виявилось, що на пошук розв’язання проблеми може бути витрачено багато часу за відсутності гарантії знаходження сильних ідей. Великі труднощі виникли і при відборі спеціалістів для роботи на відповідних етапах. Нелегко підготувати і провести мозкову атаку “за правилами”, тобто дотримуватися усіх обмежень та вимог.

Метод міжпредметних аналогій, який передбачає погляд на проблему з позиції іншої дисципліни. І. В. Коробова відмічає такі його особливості:

1. Творчо знайдені аналогії базуються на припущеннях, що якщо два і більше об’єктів узгоджуються між собою в одному відношенні і більше, то вони з високою імовірністю узгоджуються і в інших відношеннях. При цьому порівняння повинні бути між основними частинами об’єктів, а самі об’єкти – мати причинно-наслідкові, а не поверхневі випадкові зв’язки.

2. Не можна встановити ніякої аналогії, доки предмети, які порівнюють, не приведені до одного рівня їх розглядання й існування.

3. Ключові дані, отримані в результаті вивчення аналогій, можуть бути використані для формування гіпотез [68; 53].

Наступним методом є так званий синектичний метод групової творчості (більш вузький, ніж метод міжпредметних аналогій) забезпечує активізацію інтуїтивних і емоційних компонентів. Його зміст полягає у колективному дослідженні фонової інформації, розкладанні проблеми на складові елементи і пошуку рішення на базі природничих аналогій.

Це операційна теорія, яка призначена для свідомого використання підсвідомих психологічних механізмів, що діють у творчому процесі. Тут спочатку детально досліджують визначення самої задачі, а потім намагаються творчо її розв'язати. При цьому використовують чотири механізми (види аналогій):

- особистісна аналогія, або суб'єктивне уподоблення, коли члени групи уявляють себе елементами запропонованої ситуації;
- пряма, коли, наприклад, технічний об'єкт порівнюється з біологічним;
- символна, коли для запропонованої проблеми вдається дати загальне означення, яке викликає деякі необхідні асоціації;
- фантастична, коли в розумі створюється ідеальна ситуація, яка навіть суперечить законам природи, в якій задача легко розв'язується. Фантастична аналогія потребує повного виключення (хоч би й на короткий час) критичного і логічного мислення [68; 55].

Метод „синектики” вимагає від керівника ретельної підготовки, усвідомленості поставленої проблеми, урахування психологічних особливостей та можливостей учасників.

Метод фокальних об'єктів був запропонований у 1926 році Ф.Кунце. Він використовується з метою розвитку уяви та творчого мислення. Метод фокальних об'єктів складається з таких етапів:

1. Вибір фокального об'єкта.
2. Вибір трьох-чотирьох випадкових об'єктів.
3. Складання списку ознак випадкових об'єктів.
4. Генерування ідей шляхом поєднання до фокального об'єкта ознак випадкових об'єктів.
5. Розвиток отриманих поєднань шляхом вільних асоціацій.
6. Оцінка отриманих ідей і відбір корисних рішень.

Винахідник Г.Я.Буш розробив метод гірлянд асоціацій та метафор [21]. Недостатність певної інформації не дозволяє ефективно використовувати традиційні логічні прийоми та робити дедуктивні висновки. Тому розв'язання винахідницьких задач з отриманням ефективних та оригінальних результатів пов'язано з перенесенням знань в іншу галузь, інтерпретацією нових ідей, що відбувається за допомогою асоціативних слів та метафоричних висловів. Саме асоціації та метафори в творчій діяльності використовують як джерело підказки для генерування нових ідей.

Едвард де Боно ідеальним методом стимулювання породження нових ідей вважав гру, яка не повинна містити мету, план та напрямок. Дослідник пояснював

це тим, що „саме звільненість від плану і мети дозволяє випадковості зіткнутися таким явищам, які по-іншому ніколи б не поєдналися, дозволяє створити такий ланцюжок подій, який в іншому випадку ніколи б не створився” [15; 93]. Сприяють виробленню нових ідей, на його думку, і збуджуючі засоби (ними можуть бути місця, де є безліч випадкових речей, – виставка, бібліотека, магазин тощо).

Серед основних прийомів формування нових ідей Едвард де Боно виділяє: 1) передбачення кількості підходів до ситуації; 2) перевертання явища, усвідомлено змінюючи деякі співвідношення; 3) перенесення співвідношень, що пов’язують частини однієї ситуації, на більш легко керовану (наприклад, будь-яку абстрактну ситуацію можна перетворити у конкретну аналогію); 4) свідоме перенесення акценту з однієї частини проблеми на іншу [15; 75-76].

Заслужують на увагу і асоціативні методи активізації творчого мислення, що базуються на використанні в творчому процесі семантичних властивостей понять шляхом використання аналогії їх вторинних відтінків. Основним джерелом генерування нових ідей виступають асоціації, метафори. Суть методу асоціативного пошуку полягає в тому, що між двома різними, непов’язаними словами можна встановити логічний зв’язок, асоціативний перехід в чотири-п’ять етапів. Наприклад, між такими словами, як „деревина” і „м’яч” можна здійснити асоціативний перехід: „деревина” – „ліс”, „ліс” – „поле”, „поле” – „футбольне”, „футбольний” – „м’яч” [102; 48].

Крім цих методів, можна навести і інші методи розвитку творчого мислення і уяви:

Метод нових варіантів - полягає в вимозі вирішувати задачу по-іншому, знайти нові варіанти розв’язку.

Метод інформаційної недостатності застосовується тоді, коли ставиться задача особливої активізації діяльності суб’єкта на перших ступенях рішення.

Метод інформаційної перенасиченості ґрунтується на включенні в початкові умови навмисно зайвих свідчень, які не мають скільки-небудь суттєвого значення для розв’язку. Різновидом цього методу є підказка, яка подається усно і містить зайві дані, тільки відтісняючи корисну інформацію.

Метод абсурду полягає в тому, що досліджуваному пропонують розв’язати завідомо нездійсниму задачу. Тут важливо мати на увазі, що діяльність учнів, їх конкретні дії, що характеризують специфіку мислення, його розвиток, лише в певній мірі залежать від умови, а головним чином відбивають особистісні установки, стратегії даного суб’єкта, його стиль творчої діяльності.

Метод Едісона – діяльність шляхом проб і помилок, до знаходження правильного, задовольняючого рішення (методом “перебору варіантів”) [68; 58-59].

Необхідно виділити специфічний характер уяви як способу отримання нового знання. А.В. Брушлінський відмічає те, що якщо уява заходить у суперечність з логічними законами, то результат такої діяльності не може служити науковому дослідженню. Помилкова думка, відповідно до якої уява зводиться тільки до здатності людини видумувати, створювати в розумі те, чого

немає в дійсності. "У дійсності ж творчість – це не ігнорування реальності, а максимально можливе і найбільш глибоке проникнення саме в об'єктивну реальність. Деяка зневага "вичерпує" свій зміст не з зовнішнього світу, а з якогось іншого джерела (із самого себе). Нове створюється лише з "матеріалу" зовнішнього світу в ході діяльності людини" [17]. Функції уяви в процесі творчого розв'язання задачі варто бачити в тому, що вона виступає видом пізнання, не скута шаблонами і схемами мислення.

Англійським ученим Г. Уоллесом була зроблена спроба дослідити творчий процес. У результаті йому вдалося виділити чотири стадії процесу творчості:

1. Підготовка (зародження ідеї).
2. Дозрівання (концентрація, „стягування” знань, прямо і побічно віднесених до даної проблеми, отримання необхідної інформації).
3. Осяяння (інтуїтивне схоплення шуканого результату).
4. Перевірка [117, 295].

Інший учений – Г. С. Альтшуллер – розробив цілу теорію розв'язування творчих задач. Він виділяв п'ять рівнів творчості. Задачі першого рівня визначаються застосуванням засобів, прямо призначених для цих цілей. Тут потрібно уявний перебір лише декількох загальноприйнятих і очевидних варіантів розв'язку. Сам об'єкт у цьому випадку не змінюється. Засоби розв'язання таких задач знаходяться в межах однієї вузької спеціальності. Задачі другого рівня вимагають деякої видозміни об'єкта для одержання необхідного ефекту. Перебір варіантів у цьому випадку вимірюється десятками. При цьому засоби розв'язування такого роду задач відносяться до однієї галузі знань. Правильний розв'язок задач третього рівня приховано серед сотень неправильних, тому що об'єкт удосконалення повинен бути серйозно змінений. Прийоми розв'язування задач цього рівня необхідно шукати в суміжних галузях знань. При розв'язанні задач четвертого рівня об'єкт удосконалення змінюється повністю. Пошук розв'язків ведеться, як правило, у сфері науки, де рідко зустрічаються ефекти і явища. На п'ятому рівні розв'язання задач досягається зміною всієї системи, у яку входить об'єкт удосконалення. Тут число проб і помилок зростає багаторазово, а засоби розв'язування задач цього рівня можуть виявитися за межами можливостей сьогоденної науки. Тому спочатку необхідно зробити відкриття, а потім, спираючись на нові наукові дані, вирішувати творчу задачу [117, 295].

Як один із засобів розвитку уяви учнів Г. С. Костюк відмічає розглядання сюжетних картин. На кожній такій картині зображається якийсь один момент тієї чи іншої події. Учні можна дати завдання уявити і розповісти, що було до цього моменту, і що сталося після нього. Вони з інтересом виконують такі завдання. У описах учнів проявляються вікові й індивідуальні особливості їх уяви. Спочатку спроби учнів доповнити картину своєю уявою мають обмежений характер, але згодом стають досконалішими. Поштовхи до активізації уяви дають також інші наочні об'єкти. Леонардо да Вінчі радив вдивлятися в хмари, тріщини на стіні, безформні плями і вбачати в них різноманітні образи живих і неживих об'єктів [79; 358].

Читання наукової, науково-популярної, фантастичної, художньої літератури розвиває уяву учнів, зокрема ту її форму, яку називають репродуктивною уявою. Вона виявляється у створенні образів персонажів, їхніх дій на основі даного у творі словесного опису. Про читання художньої літератури справедливо кажуть, що воно є школою репродуктивної уяви читачів. Але воно по-різному використовується для розвитку уяви залежно від того, як учні читають книги. Є учні, які читають поспіхом, вони зайняті тільки фабулою твору, “ковтають” текст, не вдумуючись у нього, пропускають описи персонажів, явищ природи, не намагаючись уявити їх. Навчаючи учнів правильно читати книги, ми тим самим допомагаємо їм брати з кожної з них якнайбільше для свого духовного збагачення і, зокрема, для розвитку своєї уяви.

Для розвитку творчої уяви учнів можуть успішно використовуватись такі завдання, як закінчення учнями незакінчених оповідань, домислювання подальшого ходу подій, зображених в оповіданні, хід протікання процесу чи явища.

Розвиткові просторової уяви учнів сприяють завдання на перетворення геометричних рисунків, читання креслень, моделювання, ліплення фігур за їх проєкційними рисунками, конструювання. Виконання таких завдань не тільки сприяє формуванню в учнів певних умінь і навичок, а й розвиває в них здатність оперувати наявними просторовими уявленнями, комбінувати їх, перетворювати, розрізняти і узагальнювати просторові ознаки уявлених об'єктів (Б. Ф. Ломов та ін.). Г.С. Костюк відмічає, що в конструктивно-технічній діяльності дітей і молоді творча уява успішніше розвивається там, де вони не обмежуються побудовою певних конструкцій за їх зразками чи рисунками, а висувають і здійснюють власні задуми, від копіювання, репродукції зробленого іншими переходять до власної творчості [79; 359-360].

Як було сказано вище, оскільки творчі здібності розвиваються в процесі діяльності, то необхідно розробляти і удосконалювати різновиди творчих завдань.

Одним із таких різновидів є цікаві і проблемні задачі. Джерела такої інформації – це збірники фізичних задач підвищеної складності, збірники олімпіадних, експериментальних, якісних, графічних задач, а також саме життя. Погоджуємося із думкою О.І. Бугайова, який зазначає, що творчі задачі не тільки розвивають здібності учнів використовувати знання в нових умовах, а й розвивають уяву дитини, створюють додаткові умови для психічного розвитку учня, сприяють формуванню світогляду. При їх розв'язуванні учень не просто запам'ятовує опис явищ, а самостійно досліджує і знаходить шляхи їх пояснення. Він не запам'ятовує готові конструкції, а, опираючись на наявні знання, вчиться створювати нове [18; 101].

У процесі навчально-пізнавальної діяльності учень повинен не просто слухати розповідь чи пояснення вчителя, але й повинен самостійно пізнавати світ, вступаючи з ним в активне спілкування, шукати і знаходити відповіді, вміти застосувати набуті знання у реальному житті, ніколи не

зупинятися на досягнутому. Тому вчитель повинен перетворити традиційне навчання в цікаве розв'язання навчальних проблем різної складності.

Найчастіше уроки ідуть за певною структурою: вчитель задає учням стандартні запитання, які ведуть до заучування навчального матеріалу напам'ять, що не сприяє всесторонньому розвитку їх мислення. Але існує спосіб перевірки знань, при якому учні із захопленням складають пізнавальні запитання, задають їх і охоче відповідають на них самі. Складання учнями таких запитань розвиває у них бачення проблемних якісних задач у фізичному контексті й одночасно закріплює знання законів і формул, понять і визначень фізичних явищ. Складання таких питань, відповіді на них впливають і на якість дослідницької роботи учнів, викликають бажання аналізувати запропоновані у запитанні факти, підбирати й аналізувати моделі для наступних роздумів, будувати гіпотези, перевіряти вибраний варіант, робити найбільш доцільні висновки [121].

Ще один із методів розвитку творчого потенціалу – система творчих лабораторних робіт та експериментальних задач. Р.І. Малафєєв наголошує, що головне – дати можливість кожному учню працювати згідно із своїми здібностями. Лабораторні роботи проводяться у вигляді самостійного розв'язування учнями невеликої кількості експериментальних задач, в тому числі творчого характеру. Хоча деякі завдання можуть бути і не творчими, тобто мати на меті закріплення основного раніше вивченого матеріалу. Оскільки деякі з них виконуються без інструкцій, то ступінь самостійності стає ще більш високою, чим при традиційному способі проведення лабораторних робіт. Такі творчі роботи і легше оцінювати вчителю, так як тут буде враховуватися об'єм роботи, правильність і раціональність розв'язку і обов'язково – ступінь самостійності учня. При такій системі організації лабораторної роботи видно на якому “щаблі знань” знаходиться кожен учень [99].

До цього ми хочемо відмітити, що зміст експериментальних задач необхідно максимально наблизити до реальних ситуацій, а більший ступінь самостійності виявляє учень при виконанні дослідницьких лабораторних робіт у тому випадку, коли вчитель ставить тільки мету, а підібрати обладнання та скласти алгоритм діяльності учень повинен сам.

Проведення екскурсій на підприємства може показати школярам універсальність наукових методів дослідження, значення сучасного експерименту для природних наук. Ясне уявлення про можливості дослідження сучасних експериментальних методів дослідження значно підвищує якість теоретичних знань учнів по окремим темам. Вони набувають багато нових і корисних відомостей про сучасне виробництво, тим самим збагачуючи свій творчий потенціал, який потім можна буде використати у своєму житті.

В умовах комп'ютеризації навчання управління розв'язком творчих задач можна покласти на ЕОМ, що забезпечує необхідну учням індивідуальну допомогу – кожен учень, в залежності від його здібностей, працюватиме у тому темпі, який йому буде зручнішим. Крім того,

підвищити ефективність розв'язування творчих задач можна за рахунок активізації зорових уявлень дій, що виконуються. У цьому відношенні ЕОМ з якісним графічним екраном та системою мультимедіа надає принципово нові можливості у відтворенні реальної картини фізичного процесу. Ефективність використання комп'ютерних програм по розвитку навичок творчої роботи людини залежить від параметрів конкретної ЕОМ, рівня психолого-педагогічного забезпечення педагогічних програмних засобів (ППЗ), а також об'єму навчального матеріалу, закладеному в ППЗ розробниками. Комп'ютерні програми поділяють на навчальні, дослідницькі, конструкторські, творчі комп'ютерні лабораторні роботи [34].

Недоліки навчального процесу можна частково компенсувати організацією позаурочних занять. До них можна віднести факультативні заняття, вечори, реферати та повідомлення, конкурси і олімпіади, виставки по фізиці та техніці, випуск стінгазет, демонстрацію навчальних науково-популярних фільмів, позапрограмні екскурсії, конференції, змагання команд КВК, "фізичні бої" тощо. Правильно організована позаурочна робота може здійснити чималий вплив на розвиток самостійності учня, ініціативи і творчих здібностей.

Значні можливості для розвитку фантазії учня мають учнівські домашні роботи. І.В. Коробова пропонує такі типи завдань для учнів:

а) «Переінакшення реальності» – це завдання на: зникнення чогось; позбавлення об'єкта можливості здійснювати звичні дії; зміна звичного напрямку дії.

б) Використання «біному фантазії»: подають, як основу, три фізичних терміна та четверте слово, не пов'язане з фізикою, – треба придумати з цим набором слів казку, оповідання, тощо.

в) Використання «фантастичної гіпотези»: «Що б сталося, якби...»

д) Розуміння відносності. Це може бути подорож на пошуки чогось найменшого або найбільшого та інше [68; 122-123].

Доречною для використання в домашніх завданнях буде, як відмічає І.В. Коробова, система завдань, складена В.Келас'євим. Автором запропоновано цілісну систему прийомів з розвитку гнучкості мислення. Будь-який з цих прийомів можливо прив'язати до конкретної теми з фізики та дати можливість дитині пофантазувати вдома, де є для цього необмежений час [68; 125].

Зміна звичних часових зв'язків:

– прийом відокремлення одного явища від іншого у звичному для людини часовому ряду;

– прийом заміни звичного часового порядку на протилежний, зворотний;

– прийом різкого скорочення інтервалів часу між деякими подіями;

– прийом переміщення вздовж усієї часової осі деякого предмета.

Зміна звичних просторових зв'язків:

– прийом заміни звичних просторових зв'язків на незвичайні;

– прийом суміщення різних об'єктів, які звичайно роз'єднані у просторі;

– прийом роз'єднання пов'язаних у просторі фактів.

Зміна звичних зв'язків спільності:

- прийом логічного віднімання із об'єктів спільносної ознаки;
- прийом посилення зв'язків за спільністю (або дією) між спочатку різнорідними об'єктами. Необхідно довести їх до взаємоперетворення, знайти шляхи зближення;
- прийом заміни звичних відношень на прямопротилежні.

Зміна звичних зв'язків перетворення дій:

- прийом відокремлення дій: позбавлення об'єкта можливості відокремлення дії;
- прийом зміни звичного напрямку дії;
- посилення деякої властивості об'єкта в необмежене число разів до незвичайних масштабів;
- прийом зміни головної властивості об'єкта в бік посилення або послаблення;
- прийом формування нових об'єктів із тих, які вже є (побудувати новий синтетичний об'єкт) [59].

Низький рівень успішності школярів під час вивчення фізики найчастіше пов'язаний з тим, що цей навчальний предмет сприймається як занадто складний, який має суто теоретичну, технічну, математизовану спрямованість. Фізика дійсно є наукою, завдяки якій стався науково-технічний прогрес ХХ ст., успіхи якої і нині визначають напрямок подальшого прогресу людства. Однак не слід забувати й про те, що фізика – це перш за все наука про природу, про її різноманітні явища. Звичайно, коли йдеться про «спостереження природи», мають на увазі вивчення рослин чи тварин, причому з погляду біолога. Однак, хіба фізик не цікавіше може розповісти про світ, що оточує нас, про звичайні, на перший погляд, явища. Хіба вітер, хмари, хвилі, сонячні промені, грози, землетруси, тисячі звуків, що оточують нас, не є складовими тієї самої природи? Та й у галузі спостережень живої природи саме фізики можуть розповісти чимало цікавого [133].

Поряд із традиційними формами навчання доречно застосовувати і нетрадиційні. До них можна віднести творчі уроки (учні розбиваються на групи і виконують певні завдання різнопланового характеру, які є складовою частиною основного завдання, або, наприклад, урок, побудований за законами детективного жанру тощо).

Оскільки існують різноманітні форми та методи проведення творчих занять, то необхідно підбирати відповідні методики викладання матеріалу.

Для того, щоб навчання не перетворилося на нудне і одноманітне заняття, пропонується використовувати емоційно-проблемне роз'яснення матеріалу. Для цього на кожному уроці необхідно викликати в учнів приємне відчуття новизни пізнаваного. При цьому залучається додаткова інформація (розповідь про долі видатних вчених, про тернистий шлях винаходів та відкриттів).

Позитивні емоції, збуджуючи функції правої півкулі, сприяють розвитку творчої уяви. І.В. Коробова відмічає, що на уроці повинно панувати захоплення

розумом разом з проявами здивованості, радості, емоційної співчутливості тощо. Велику роль відіграють позитивні емоції у творчому процесі: існує навіть поняття “емоційної креативності” [68; 101]. Емоційні реакції і стани дитини складають зміст її особистісного і творчого розвитку. Тому необхідно, щоб взаємодія вчителя й учнів на уроці супроводжувалася позитивними емоціями: учень повинен бути впевненим, що до його ідей будуть ставитися уважно – тоді він не боїтиметься висловлювати власну думку. Такі “розкріпачені” діти скоріше зроблять “власне відкриття”, що, в свою чергу, викликає позитивні емоції. Серед ситуацій емоційного реагування дітей та вчителя окремо виділяють емоції позитивної модальності (В.Ямницький), які прагнуть пережити учні в творчому процесі. Це здогадка, здивування, цікавість тощо [68; 101]. Такі позитивні емоції викликають в учнів емоціогенні ситуації новизни на початковому етапі творчого процесу та ситуації емоціогенної напруженості в процесі пошуку розв’язку творчої задачі. Це свідчить про те, що творчий процес і емоційність дослідників виступають у взаємозв’язку. Таким чином, “емоції міцно впливають на пошукову творчу діяльність: навіть “мікрівідкриття”, зроблене самостійно, викликає впевненість у собі, задоволення, підйом, стимулює подальшу роботу думки” [68; 102].

Належну базу для проблемно-емоційного викладання навчального матеріалу містять у собі вирази самих вчених. Емоційному роз’ясненню складних фізичних понять і законів значно допомагає поезія.

Існує цікавий прийом, зміст якого полягає в тому, щоб з точки зору фізики оцінити наукову достовірність і правильність опису в літературі тих чи інших фізичних явищ. Матеріалом для такого обговорення може служити прочитана художня та фантастична література, журнальні та газетні статті, художні та документальні фільми. Зрозуміло, що відтворюючи відомі ситуації, придумуючи нові, відбувається посилена робота уяви учнів, за допомогою якої рутинне пояснення навчального матеріалу перетворюється у цікаву розповідь-фантазію.

Урок фізики може перетворитися на поетичну розповідь про великі й малі секрети природи, в які може проникнути уважний спостерігач, навіть якщо в нього немає приладів і спеціальних знань. Для людини, яка спостерігає природу з наукового погляду, зовсім не зникають її поезія і фарби. Навпаки, для такого спостерігача гармонійно поєднується все, що відбувається навколо, стає зрозумілішим взаємозв’язок різних явищ, їх причини і наслідки. Для створення необхідної емоційно піднесеної атмосфери можна запропонувати учням пригадати відомий вірш [131] або запропонувати написати самим з певної тематики, на основі чого підготувати вечір на тему „Фізика і поезія”. Супроводжувати навчальний матеріал цікавими прикладами треба систематично. Це активізує увагу й підвищує інтерес, і нервову напруженість, якщо воно виникає на занятті, помітно знижується.

Сьогодні ніхто не сумнівається, що можливості історії науки у формуванні особистості багаті і різноманітні. Аналіз досвіду використання історичного матеріалу показує, що він обмежується тільки викладанням

окремих фактів із життя вчених, повідомленнями про їх роботу, про технічні відомості їх винаходів. Але рідко учні бачать зворотну сторону медалі – помилки. Відсутність прикладів помилок вчених у викладанні матеріалу приводить до формування у учнів односторонніх уявлень про процес пізнання, до надмірної ідеалізації творчої діяльності. Аналіз найбільш повчальних прикладів помилок вчених на уроках фізики може і повинен служити формуванню в учнів уявлень про реальну складність процесу пізнання, розвитку пізнавального інтересу до предмету взагалі, а також творчого мислення. Знайомство з науковими помилками та історією їх подолання – це одна із форм підготовки учнів до практичної діяльності в подальшому житті. При обговоренні на заняттях фрагментів із історії науки, пов'язаних із помилками вчених, відбувається звернення учнів до раніше вивченого матеріалу, активізуються їх розумова діяльність. Учні психологічно готуються до знайомства з новими фізичними явищами, навчаються встановлювати зв'язок між різнорідними природними процесами, що сприяє формуванню у них єдиної фізичної картини світу [169]. Протягом таких уроків учні, фантазуючи, „повторюють” тернистих шлях вчених, будують моделі, аналогії, проводять мислені експерименти.

Дитина від природи обдарована. Тому основне завдання вчителя – розвивати цей дар. Відповідно постає потреба в оптимальному поєднанні традиційної технології навчання фізики з інноваційною, високорозвивальною, яка пов'язана з диференціюванням та індивідуалізацією навчального процесу.

1.5. Відображення елементів електроніки у структурі і змісті шкільного курсу фізики

Розвиток фізичної освіти в школі – об'єктивний і закономірний процес. Він визначається науково-технічною революцією і досягненнями педагогічної науки. Однією із актуальних проблем фізичної освіти завжди залишається зміст навчання, виховання і розвитку учнів в процесі вивчення фізики. Із стрімким розвитком науки та техніки перед вчителями та методистами завжди постає проблема: який курс фізики вважати сучасним і в той же момент елементарним? Необхідне дослідження різних аспектів (педагогічного, методологічного, політехнічного) міжпредметних зв'язків курсу фізики. Важливою задачею залишається відбір питань науки і техніки для вивчення на уроках фізики з метою орієнтації учня у складному світі інформації та електроніки.

Учитель повинен виходити з необхідності засвоєння учнями системи науково обґрунтованих знань з основ наук, яка визначається в школі навчальними програмами і підручниками. Крім того, варто враховувати специфічну складність вивчення і розуміння процесів, які відбуваються у мікросвіті, наприклад, на електронному рівні під час вивчення законів електричного струму. Тому на уроках варто велику увагу приділяти розвитку фантазії, уяви. Відкриття в науці дуже часто залежить від здогадки, інтуїції. Учні середніх та старших класів володіють ще особливою, нескутою уявою, для них

немає нічого звичайного, ним ще властиві почуття здивування та зацікавленості. Такі цінні якості дитячого розуму доцільно розвивати.

Ознайомлення з елементами електроніки і електрики починається з VIII-го класу. Учні спочатку розглядають поняття “електричного струму”; знайомляться і повторюють фізичні величини та одиниці їх вимірювання (сила струму, напруга, опір провідника; робота і потужність); розглядають будову і принцип дії гальванічних елементів, реостатів, електровимірювальних інструментів (амперметр, вольтметр, ватметр), електронагрівальних приладів; вчать грамотно використовувати вказане обладнання на практиці; знайомляться з процесами (струм у металах, у електролітах, у газах); вивчають види з’єднань провідників; закони (закон Ома для ділянки кола, закони електролізу); вчать розраховувати електроенергію, що споживається побутовими електроприладами [155; 68-70].

Більш детальне вивчення елементів електроніки відбувається у 10-му класі, які розглядаються в розділі “Електродинаміка”. Протягом вивчення теми “Електричне поле” учні знайомляться із поняттями “електричного заряду”, “електричного поля”; фізичними величинами та одиницями їх вимірювання (потенціал – Дж·Кл⁻¹, напруга – Вольт, електроємність – Фарада); конденсатором; законом Кулона, діелектриками (електретами і сегнетоелектриками), п’єзоелектричним ефектом.

Під час вивчення законів постійного струму розглядають закони протікання струму через систему послідовно та паралельно з’єднаних провідників, знайомляться з поняттям “електрорушійної сили” та законом Ома для повного кола, правилами Кірхгофа; вчать розраховувати розгалужені електричні кола, шунти та додаткові опори; узагальнюють поняття “робота” і “потужність”; розглядають будову і принцип дії ватметра.

Під час розгляду глави “Електромагнітна індукція” учні знайомляться з дросельною котушкою, фізичними величинами, які характеризуються її параметрами, а також одиницями вимірювання (одиниця вимірювання індуктивності котушки – 1 Генрі), її поведінкою в змінному магнітному полі; перевіряють закон електромагнітної індукції, правило Ленца; знайомляться з поняттям “вихрове електричне поле”; будовою і принципом дії електродинамічного мікрофона; розглядають відносність електричного і магнітного полів; поняття про електромагнітне поле та процес випромінювання.

Під час вивчення тем електричного струму у різних середовищах, учні ознайомлюються з основними положеннями електронної теорії провідності металів, напівпровідників, струму в вакуумі, розчинах та розплавах електролітів і газів; залежністю опору матеріалів від температури, освітленості, знайомляться з поняттям “надпровідність”; вивчають будову і принцип дії електронної лампи, електронно-променевої трубки, напівпровідникових діодів та транзисторів, тригера; знімають вольт-амперні характеристики діодів, на основі явища електролізу визначають заряд електрона; вивчають види газового розряду та його застосування у техніці та побуті; знайомляться з поняттям “плазма” та її застосуванням у техніці (МГД-генератор); на основі напівпровідникових елементів вивчають принцип дії автоматичного сигналізатора і регулятора

температури та фотореле (складених на термо- та фоторезисторі).

При виконанні лабораторного практикуму учні визначають діелектричну проникність діелектрика, електроємність конденсатора, виготовляють і досліджують електретний мікрофон; вчаться розширювати межі вимірювання амперметра та вольтметра, вимірювати опір провідника за допомогою містка Уітсона, перевіряти роботу електровимірювальних приладів; визначають термічний коефіцієнт опору металів, температуру нитки електричної лампи розжарювання, вивчають принцип дії транзистора та його властивості; вчаться знімати вольт-амперні характеристики напівпровідникового діода, температурні характеристики термістора; вивчають будову і основи роботи з електронним осцилографом.

Поза увагою методистів, на нашу думку, залишилися залежність опору провідника від вологи та прикладеної напруги. Доречним було б ознайомити учнів з такими різновидами напівпровідникового діода, як стабілітрон, тунельний діод, варикап.

Із напівпровідникових тріодів у шкільному курсі фізики увага, в основному, приділяється біполярному транзистору. Але й останнім часом методисти з фізики звертають увагу і на польовий транзистор. У підручнику для 9-го класу [19; 102] і 10-го [73; 283-284] подано принцип дії польового транзистора. Під час проведення факультативних занять Є.В. Коршак пропонує вивчати польовий транзистор як елемент установки генератора електромагнітних коливань [72; 106-111]. Для учнів, які цікавляться фізикою, можна запропонувати ознайомитися з принципом дії тиристорів та їх застосуванням.

На сьогодні спостерігається зниження зацікавленості до елементного обладнання (діодів, транзисторів тощо). Більше уваги приділяється "чорному ящику" – приладу чи обладнанню як цілісному об'єкту, наприклад інтегральним мікросхемам. Ми вважаємо, що під час вивчення шкільного курсу фізики слід звертати особливу увагу на вивчення елементного обладнання (цілісні об'єкти вивчаються іншими спеціалізованими дисциплінами у вищій школі).

Причиною труднощів, які виникають під час пояснення вчителем мікропроцесів є неможливість безпосереднього сприйняття учнями об'єктів вивчення, що зумовлено їх малими розмірами та високою швидкістю протікання фізичних процесів. Це, у свою чергу, погіршує розуміння учнями фізичної суті учбового матеріалу і знижують ефективність навчально-виховного процесу.

Вирішенням в певній мірі цієї проблеми є застосування сучасної електронної техніки, в тому числі і персональних комп'ютерів. Потужні комп'ютерні офісні програми (наприклад, Microsoft Office) сьогодні доступні фактично кожному користувачу персонального комп'ютера. Їх можна використати як програми моделюючого типу, що дає можливість реалізувати творчі задуми учнів у віртуальних експериментах, які в реальних умовах учнями виконати неможливо (створення демонстрацій-презентацій фізичних процесів у середовищі POWERPOINT, обробка результатів експериментів у електронних таблицях EXCEL тощо). Крім того, анімаційні програми надають можливість створювати демонстрації, які в реальних умовах недоступні для безпосереднього сприйняття (3DStudio, FlashMacromedia).

Описані вище проблеми доповнюються новими досягненнями наукового світу, на які нам необхідно звернути увагу завчасно. Одними із перспективних напрямків розвитку науки і техніки, пов'язаними із електронікою, на думку В.Л. Гінзбурга, є:

1. Високотемпературна і кімнатно-температурна надпровідність.
2. Двовимірні електронні рідини (аномальний ефект Холла і деякі інші ефекти).
3. Деякі питання фізики твердого тіла (гетероструктура в напівпровідниках, переходи метал-діелектрик, хвилі зарядової і спінової густини, мезоскопіка).
4. Рідкі кристали. Сегнетоелектрики.
5. Надпотужні лазери, разери, гразери тощо [33].

На нашу думку, в майбутньому вчителі, викладачі вузів, методисти мають звернути увагу на ці перспективні напрямки розвитку науки і техніки з їх подальшим втіленням у навчальну програму шкільного курсу фізики на позаурочних або самостійних заняттях.

Оскільки елементи електроніки є відносно простими, то саме їх унаочнене сприйняття може підготуватися учнів до вивчення нових, більш складних елементів і систем. Ці питання носять творчий характер, тому ознайомлення з ними та їх вивчення має відбуватися учнями самостійно. Навчально-виховна робота з учнями має досить складну внутрішню структуру, оскільки кожна людина – неповторна індивідуальність. Вчитель в цьому випадку стає керівником і порадником у їх дослідницькій роботі.

1.6. Аналіз стану застосування моделей та аналогій під час проведення уроків

Організуючи процес навчання фізики, методисти відзначають необхідність врахування психологічних особливостей навчання фізики, які визначаються декількома факторами:

1. Зміст предмету. Проникнення в сутність фізичних процесів вимагає від учнів виконання таких розумових операцій, як абстрагування, побудова ідеальних моделей, здійснення переходу від одного виду абстракції до іншого. Все це характеризує фізичне наукове мислення.

2. При навчанні фізики ширше, ніж під час вивчення іншого предмету, використовуються моделі та різного роду знакові позначення. Від учнів вимагається вміння здійснювати перехід від знакових зображень до реальних об'єктів і зворотний процес – від сприйняття реальних об'єктів до побудови ідеальних моделей та їх знакового зображення.

3. Висока емоційність навчального процесу з фізики, обумовлена використанням показу дослідів, організації спостережень учнів, самостійного виконання ними практичних робіт. У свою чергу, високий рівень емоційності навчального матеріалу сприяє широкому формуванню і розвитку уяви та фантазії учнів, що надає велике задоволення, оскільки користуючись уявою, учень може досягти втілення своїх мрій в життя [123; 191].

Відповідно до цього необхідно враховувати принципи навчання, один з яких – принцип наочності. Обґрунтований ще у XVII ст. Я.А. Коменським у праці “Велика дидактика”, сформульований так: “...все, що тільки можна, подавати для сприймання відчуттями, а саме: видиме – для сприймання зором, чутне – слухом, запахи – нюхом, смакове – смаком, доступне дотику – через дотик. Якщо якісь предмети одразу можна сприймати кількома відчуттями, нехай вони одразу охоплюються кількома відчуттями...” [63].

О.В.Вітюк відмічає, що вищим ступенем принципу наочності його розвитком і узагальненням, пов'язаним з принциповими змінами в цілях навчання і типах навчального процесу є принцип моделювання [26].

З фізіологічної точки зору застосування моделей пояснюється вченням І. П. Павлова, згідно з яким правильне пізнання світу можливе на основі взаємодії першої і другої сигнальних систем. Кожній людині властива внутрішня психологічна потреба, що полягає в тому, щоб наочна картина об'єкта пізнання (чи явища) постійно знаходилась перед аналізуючою і синтетичною діяльністю її розуму. Відомо, що людській свідомості властива здатність конструювати нереальні образи-уяви, які не мають конкретних аналогів в об'єктивному світі [9; 21].

Відомий психолог В. В. Давидов зазначив: “Моделі і схеми, як чуттєві опори, є засобом формування зовсім не конкретних образів, а абстрактних понять. Оскільки використання моделей завжди пов'язане із словом, то має місце словесно-логічна пам'ять, тісно пов'язана з мисленням”.

Під моделлю розуміють будь-який об'єкт, установку, явище, мислений чи наочний образ (графік, схема, ілюстрація), за допомогою якого вивчаються більш складні явища.

Модель (modus – зразок, міра) – умовний образ, опис явища, процесу або об'єкта. У наукових дослідженнях під поняттям модель розуміють таку уявно представлену або матеріально реалізовану систему, яка відтворюючи або зображуючи об'єкт дослідження, може замінити його так, що її дослідження дає нам нову інформацію про цей об'єкт.

У загальному гносеологічному плані під моделлю розуміють будь-яке мислене відображення реального об'єкту чи його окремого фрагменту. В цьому плані фізичні поняття є моделями, оскільки поняття – це абстракції, в яких концентрується наше розуміння навколишнього світу. До ідеальних модельних об'єктів також відносять фундаментальні фізичні закони, бо вони містять в собі абстракції, що виникають в результаті граничного переходу [9; 20].

В техніці і технології модель демонструє технічні та технологічні процеси або можливості, які необхідні для наочності дослідження.

До моделі висувається ряд вимог. Вона повинна максимально відображати властивості реального об'єкта чи процесу, тому вона повинна бути побудована за

певними правилами. Такі правила визначаються теорією подібності, які враховують не тільки геометричну, але й фізичну подібність. Одне з таких правил говорить про те, що при зміні масштабу деталі при побудові моделі умови роботи їх змінюються непропорційно.

Теорія подібності використовується для побудови моделей, які досліджуються в подібних умовах натурального об'єкта. Такий підхід називається моделюванням.

Моделювання – це дослідження складних систем на їх моделях, побудованих з урахуванням теорії подібності, яка використовується при підготовці і проведенні експерименту, а також обробці отриманих результатів. Метод моделювання полягає в тому, що під час вивчення певного об'єкта використовується інший об'єкт (модель), що замінює перший [18; 112].

До моделювання вдаються у тому випадку, коли дослідження натурального об'єкта важко здійснити, вимагає значних коштів та затрат часу або неможливо. Моделювання передбачає на моделях однакову або відмінну подібність з натуральним об'єктом фізичну природу.

Процес абстрагування при побудові моделей називають ідеалізацією, зміст якої в уявному конструюванні об'єктів (з наочних елементів), що не існують у дійсності, але мають свій прообраз в об'єктивній реальності (ідеальний газ, абсолютно тверде тіло, абсолютно чорне тіло). По своїй внутрішній структурі уявна модель є системою знань, у якій чуттєво-наочні компоненти відіграють роль елементів, а раціонально-логічні – роль програми, що визначає порядок зв'язку і синтезу цих елементів. Наповнюючи почуттєвий образ певним змістом і значенням, що відповідають експериментально встановленим фактам, дослідник вносить у нього певну кількість додаткової інформації, яка потім екстраполюється на предмет дослідження.

У залежності від характеру явища або процесу, які замінюються моделлю, розрізняють пряме моделювання і метод аналогії. При прямому моделюванні процеси, які досліджуються замінюються явищами чи процесами тієї ж фізичної природи.

Основою переносу властивостей моделі на реальний об'єкт являється метод аналогії. Метод аналогії використовують для вивчення складних систем і процесів. При цьому досліджувані явища замінюються подібними ним процесами чи явищами іншої природи. Дослідження проводять на моделях, побудованих за математичним описом.

Реалізація модельної функції наочних уявлень обов'язково вимагає їхнього зовнішнього вираження в будь-яких матеріальних засобах (схемах, кресленнях, зображеннях), завдяки чому вони стають загальнодоступними і комунікабельними.

1. Моделі, побудовані на основі теорії подібності, не завжди абсолютно відображають об'єкт дослідження. В деяких випадках це неможливо, а в інших – немає необхідності. З точки зору відповідності фізичній природі подібних явищ існують два види подібності: а) фізична, коли процеси моделювання мають однакову природу із тими, які їх замінюють; б) математична, коли наявна

відповідність параметрів пристрою і моделі.

За способом побудови всі моделі поділяють на матеріальні і ідеальні (уявні). До матеріальних відносяться такі моделі, які складаються з речових елементів і реально функціонують за певними природними законами. Ідеальні моделі є уявні моделі і знакові моделі. Уявлення – це образи об'єктивної дійсності. Вони існують у голові людини і можуть переноситися в графіки, малюнки, скульптурні композиції тощо. До таких моделей слід віднести і комп'ютерні моделі, хоча в певних аспектах вони перекриваються із знаковими. Знакові моделі базуються на вираженні відношень і властивостей модельованого об'єкта за допомогою певних законів (формул) [18; 117].

Наочність не зводиться безпосередньо до властивості спостереження або до відтворення результатів спостереження. Відтворювати можна лише те, що спостерігалось. Наочність нерозривно пов'язана з конструюванням уявних моделей (беручи інформацію з чуттєвого досвіду, з чуттєвих елементів) при ведучій ролі мислення. Вона (наочність) виступає необхідним компонентом відображення внутрішніх структур, що принципово недоступні органам чуття. Стосовно цих сторін об'єкта наочні уявлення являються моделями, тому що створюваний образ відтворює риси явища в іншій формі, чим та, що є в самого об'єкта. Наочне уявлення несе функцію заміщення, репрезентації. Специфічна особливість уявних моделей при відображенні структур, що спостерігаються, полягає в тому, щоб виділити в об'єкті деякі елементи і за їх допомогою відтворити характер внутрішньої будови об'єкта.

Прикладом уявних моделей можуть бути моделі елементарних частинок. Але суперечлива природа елементарних частинок поставила перед дослідниками проблему їхнього наочного моделювання. Деякі фізики бачили вихід у тому, щоб відмовитися від принципу наочності. Однак принцип наочності залишається необхідним у пізнанні. Він визначається рядом обставин.

Наочна (уявлювана) модель є засобом співвіднесення логічного знання з об'єктом. У сучасній фізиці значно збільшилася частка математичних засобів, особливо при дослідженні квантово-механічних явищ. Оскільки об'єкт з'являється тут у формі математичних рівнянь і можливості його спостереження сильно обмежені, породжується тенденція до заперечення об'єктивної реальності мікроявищ. Наочна модель і виступає як заступник реального об'єкта, і служить засобом зіставлення математичних формул з об'єктивною дійсністю.

Наочні (уявлювані) моделі служать фактором розвитку теорії. Моделюючи область яких-небудь нових явищ, що спостерігаються нами, ми як би "перекидаємо місток" від існуючої теорії до нового, тобто уява функціонує як засіб переносу знання з однієї галузі на іншу.

Хоча фізика є точною наукою, але більшість понять, якими вона оперує, вигадані людиною – вони є абстрактними поняттями, моделями-аналогіями, ідеалізованими системами, введені людиною для легшого розуміння таких процесів і явищ та числового обчислення їх параметрів. Деякі поняття при накопиченні певних знань про об'єкт втрачають свою правильність, оскільки дослідниками виявляються нові ознаки і атрибути досліджуваних явищ, які не

передбачені цим поняттям. В цьому випадку людина повинна уточнювати, змінювати поняття досліджуваного об'єкта. Такий рух у пізнанні відбувається із самих ранніх етапів "розумової" діяльності людини. Особливо це стосується тих об'єктів, які людина побачити, почути чи доторкнутися до них не може. Більшість своїх припущень людина підтверджує моделями-аналогіями, які сприяють створенню наочності фізичних понять.

Аналогія (від грецького слова *αναλογία* – відповідність, схожість) – подібність між предметами або явищами в якихось властивостях. Якщо зробити висновок за аналогією, то знання, отримані в результаті розгляду якогось об'єкта (моделі), можна переносити на інший, менш вивчений об'єкт, менш доступний для дослідження, менш наочний [139; 4].

О.І. Бугайов розуміє аналогію як "такий умовивід, в якому із подібності предметів по одним ознакам роблять висновок про подібність цих предметів і за іншими ознаками" [18; 112].

Аналогія у творчому процесі виступає стимулюючою, активізуючою ланкою. За допомогою аналогій виявляються сховані від зовнішнього сприйняття зв'язки предметів і явищ, завдяки аналогіям суб'єкт здатний побачити "не звичайне у звичайному". Аналогія вимагає відступу від шаблону в мисленні, нового синтезу, здатного шляхом встановлення незвичних, нестандартних зв'язків відкрити шлях у розв'язанні проблеми.

Метод аналогії не є антитезою логічному, вони виступають у єдиній системі, як сторони, моменти в пошуковій діяльності людини.

Г.Б. Редько аналогію зводить до таких шести видів:

I. Аналогії логічного типу.

II. Каузальні аналогії (від спільності причин до спільності наслідків).

III. Субстанціональні (аналогії у фізичних поняттях).

IV. Структурно-функціональні (аналогії в зв'язках між поняттями, їх сторін).

V. Аналогії типу ізоморфізму (аналогії об'єктів однакової структури).

VI. Емпірико-реляційні (подані як результат досліду) [139; 6].

I. А. Уємов за основними властивостями аналогії поділяє так:

1. Узагальнюючі (встановлюють спільність між об'єктами).
2. Комунікативні (встановлюють зв'язок між різними науками та різними аспектами однієї й тієї самої науки).
3. Екстраполяційні (перенесення властивостей однієї системи об'єктів на другу).
4. Евристичні (встановлюють нові аспекти системи об'єктів, що моделюються) [153].

Уява є не тільки засобом переносу знання з однієї області на іншу, але і формою його перетворення. Образи, створені за допомогою уяви, містять у собі як відтворення минулого, сьогодення, а також елементи майбутнього. Це використовується в зв'язку з визначеними задачами, у яких виражається вихід за рамки не тільки минулого, але і сьогодення, здійснюється деяке передбачення. Пізнання стає тим більше творчим, чим більше місця в ньому знаходить

підпорядкування минулого і сьогодення майбутньому.

Існує думка, що наочне моделювання – це уява в сфері наукового пізнання. Але функції уяви в науковому пізнанні не вичерпуються тільки побудовою наочних моделей. Уява активно проявляється і в уявному експерименті, що включає як свій компонент моделювання, але не зводиться до нього. Однак створення наочних моделей – найважливіша функція уяви в процесі наукового пізнання.

Слід запам'ятати, що аналогія – це зв'язуюча ланка поетапного переходу від простих форм і образів до більш складних. При цьому широко застосовується уява учня. Іноді вчителі не звертають на цей психічний процес своєї уваги і, тому, на нашу думку, в певній мірі притримують творчий політ підліткової фантазії, яка прямо пов'язана із творчими здібностями учнів.

Також необхідно слідкувати, щоб уявлення учнів не залишилися на механістичному рівні і відповідали вимогам сучасного стану науки. Тому всі аналогії необхідно розглядати як проміжні етапи переходу від простих знань до більш складних, а не як кінцева мета. Бажано, щоб учень чітко знав те, що аналогії вводяться лише для того, щоб йому легше було перейти від простого до складного, а не вважати, що наведені механістичні процеси є такими ж самими і в електроніці. Необхідно, щоб учень розумів складність явищ і процесів мікросвіту. Для цього після вивчення певного складного питання необхідно звернути увагу учнів на його об'ємність і для більш глибокого розуміння запропонувати дітям список додаткової літератури для розширеного ознайомлення з темою вивчення, а результат цієї роботи учень оформлює у вигляді доповіді, реферату тощо.

Як відмічає Г.Б. Редько, будь-який умовивід за аналогією завжди вужчий та бідніший, ніж оригінал, але дуже важливо забезпечити подібність. Аналогія є тільки засобом керування подальшою розумовою діяльністю учнів, яка повинна привести до розуміння і, зрештою, до теоретичного пізнання ними об'єкта чи явища [139; 6].

П.І. Афанасьєв також застерігає, що хоча макети, кінематичні моделі і моделі-аналогії, які використовуються під час вивчення складних питань, допомагають побудові мислених образів, але в той же час потребують більшої обережності у використанні, оскільки поширеною помилкою учнів є ілюзія повної відповідності між продемонстрованою моделлю і реальним об'єктом чи процесом [5].

Наочні моделі розширюють і збагачують думку, додаючи їй силу конкретності, зв'язуючи її з емпіричним фундаментом знань. Уявна модель – важлива форма науково-дослідного творчого мислення й ефективний засіб одержання нових знань про світ. Разом з іншими формами мислення вона забезпечує найбільш адекватне відображення дійсності.

Таким чином, моделювання може ефективно використовуватися на уроках фізики для формування в учнів повноцінних узагальнених образів досліджуваних об'єктів, тим самим сприяючи розвиткові уяви і образного мислення учнів; акти візує науково-теоретичний стиль мислення, показує нерозривний зв'язок фізики з іншими навчальними предметами (алгеброю, геометрією, кресленням,

інформатикою), сприяє формуванню в учнів навичок фізичного, математичного і інформативного моделювання. Раціональне використання моделей та аналогій унаочнює навчання, полегшує усвідомлення змісту багатьох фізичних процесів та їх закономірностей, розвиває логічне мислення, творчу уяву і, тим самим, поглиблює знання учнів та сприяє їхньому розвитку творчих здібностей.

1.7. Мислений експеримент як метод пізнання і вивчення фізичних явищ

Історія розвитку науки свідчить про блискучі результати застосування уявного експерименту, а сучасні тенденції розвитку знання перетворюють його в одну з найважливіших процедур пізнання. Уявний експеримент використовували Галілей і Ньютон, до нього постійно зверталися А. Ейнштейн, Н. Бор, Г. Гейзенберг. Але відсутня єдина термінологія мисленого експерименту. Його називають розумовим ідеалізованим, уявленим, теоретичним, віртуальним.

Загальновідомо, що людина мислить не тільки поняттями, символами, але й образами. Образне сприймання світу – це необхідне джерело нашого знання про нього. Мислені образи, нарівні з поняттями, можуть розглядатись як об'єктивні феномени для вирішення питань пізнання світу. Встановлено, що здійснюючи пізнавальну діяльність, краще оперувати наочністю і моделями, а не поняттями і формулами, оскільки до перших успішніше пристосовується психіка школяра [9; 7].

Оперування образами цілком можливе як при відсутності реальних об'єктів вивчення, так і при неможливості дослідження якісно іншого світу явищ, які людина не має можливості безпосередньо сприймати органами відчуттів.

Для вмілого оперування образами необхідно розвивати пізнавальну діяльність учнів і навчити їх правильно виконувати дані розумові операції.

Одним із методів формування і розвитку творчої діяльності учнів під час оперування образами є мислений експеримент. Одночасно він є теоретичним методом дослідження навколишньої дійсності. Його зміст – в одержанні нових знань на основі отриманих раніше, шляхом логічних умовиводів. Знаряддями дослідження теоретичного методу служать різні форми логічних побудов, або форми теоретичного мислення [167; 4].

А.П. Чернов зазначає, що мислений експеримент є особливим процесом розумових дій: людина в думці оперує просторовими образами і мислено ставить той чи інший об'єкт в різні положення і мислено підбирає такі “експериментальні” ситуації, в яких, як і в звичайному досліді, повинні виявитися найбільш важливі і чимось цікаві особливості даного предмета чи явища [162].

У мисленому експерименті проблема досліджується не у реальній дійсності, а за допомогою оперування уявними об'єктами, їх образами і здійснення на їх основі логічних умовиводів. Іншими словами, “мислений експеримент – це уявний експеримент з просторовими образами, послідовність виконання якого співпадає з логікою проведення реального експерименту” [167; 14].

Суб'єкт завдяки своїй уяві може створювати довільні образи існуючих і неіснуючих об'єктів, може змінювати їх форму, положення, відношення між

ними, а потім спостерігати, які результати і висновки впливають із цього експерименту. При цьому у явищі, що досліджується, можуть бути виявлені нові сторони і властивості, невідомі до цього часу. Творча уява дає можливість прогнозувати деякі дії. Думкою людина може створювати різноманітні зв'язки і відразу їх перетворювати, якщо вони не дають очікуваного результату. Дослідник думкою перевіряє багато варіантів попередніх гіпотез, перш ніж покласти їх в основу експерименту. У залежності від успіху або невдачі тих чи інших спробних дій з'являється можливість виключати деякі ділянки пошуку, визначаючи прямий шлях до правильного рішення.

Реальний експеримент має обмежену сферу застосування. Іноді його важко здійснити у зв'язку з економічними причинами або у зв'язку з його складністю. Часто матеріальний експеримент не дає бажаного результату, оскільки його можливості обмежені рівнем розвитку знання і техніки. В цьому випадку мислений експеримент, у якому логічне мислення і творча уява дослідника поєднуються з експериментальним і теоретичним матеріалом, дозволяють відштовхнутися від реальної дійсності і здійснити крок вперед – уявити, зрозуміти і дослідити ту проблему, яка до цього часу здавалася загадкою. У всіх випадках, коли необхідне глибоке пізнання властивостей об'єкта, мислений експеримент дає змогу досліднику розв'язати складну проблему.

Необхідним компонентом мисленого експерименту виступає наочне уявлення ідеалізованих приладів і різного роду інструментів. У реальному експерименті наявність приладів є абсолютно необхідною умовою. Тому уявне включення ідеалізованих приладів у структуру мисленого експерименту відображає єдність експерименту із здатністю об'єкта до наочного спостереження

Д. Ш. Шодієв виділяє три типи мисленого експериментування: сенсорно-перцептивний (від лат. *sensus* – чуттєвий і *perceptio* – сприйняття), абстрактно-логічний та змішаний [167; 35].

Мислене експериментування відноситься, як відмічає В. І. Баштовий, до монологічних засобів навчання. Їх образні елементи (формули, схеми, графіки, малюнки) можна віднести і до абстрактної наочності, і до традиційної наочності, і до моделей. Умовність класифікації символікографічних зображень пояснюється неоднозначним трактуванням наочності в навчанні. Модельні демонстрації, в принципі, не відрізняються від малюнка, але в них втілені ті образи явищ природи, робота з якими дозволяє зробити ці явища більш доступними для вивчення і аналізу [9; 22].

Мислений експеримент є складовою частиною теоретичного методу. На мисленому експериментуванні можуть бути засновані логічні роздуми, виведення формул тощо. У той же час мислений експеримент в певній мірі пов'язаний з експериментальним методом навчання, який можна використовувати при підготовці реального навчального експерименту, аналізі конкретних спостережень, виявленні причинно-наслідкових зв'язків між явищами та процесами.

Особливість мисленого експерименту зв'язана з тим, що це є вид пізнавальної діяльності, у якій структура реального експерименту відтворюється в уяві. Це означає, що між уявним і матеріальним експериментом є визначена аналогія. Така аналогія – істотна риса мисленого експерименту.

Метою мисленого експерименту в навчально-виховному процесі можна вважати забезпечення наочності і переконливості навчальному матеріалу внаслідок надання роздумам подібності за формою з описом лабораторного експерименту. Знаючи властивості реальних, відомих об'єктів, вчитель повинен створити такі умови навчального процесу, при яких учень зміг у своїй уяві створити наочні образи і поняття, за допомогою яких можна вивчати явища, наприклад, мікросвіту. Ці образи і поняття повинні опиратися на знання, отримані раніше. Тобто, пояснення про невідомі явища повинні опиратися на прямі аналоги властивостей фізичних тіл, які учні вже знають. Цього неможливо досягти лише мисленням. На допомогу йому стає уява.

Уява дозволяє провести не лише мислений експеримент, а і теоретичне дослідження взагалі. Саме вона надає можливість дитині “виходити” за межі відомого та баченого. Ніхто не бачив елементарну частинку, але ми створюємо її образ, уявляємо її рух, слідкуємо за процесами, які відбуваються в середовищі. Завдяки уяві людина планує свою діяльність, прогнозує її результати. Кожен дослідник, виконуючи реальний або мислений експеримент, діє за певним планом, попередньо прогнозує результати своєї роботи.

Важливо, щоб вчитель міг раціонально використовувати мислений експеримент в дидактичних цілях, тобто для забезпечення міцного засвоєння навчального матеріалу учнями. Разом із тим, вчитель також повинен навчити своїх вихованців оволодіти прийомами мисленого експерименту і свідомо самим користуватися ними.

П.І. Афанасьєв велике значення приділяє тому факту, що свідоме, цілеспрямоване застосування ідеалізованих понять і мислених експериментів дозволяє виховувати у школяра правильне відношення до отриманих знань, вчить їх правильно оцінювати межі використання формул, висновків, законів, теорій, розвиває вміння бачити в ідеалізованому процесі відбиття реального, переходити від ідеальних речей до аналізу фактів і явищ [5].

Слід відмітити особливу значущість мисленого експерименту у відсутності звичної наочності під час вивчення питань сучасної фізики. Як засіб наочності мислені експерименти незамінні під час вивчення основних теорій відносності, молекулярної фізики, електричного струму в різних середовищах, фізики атома і атомного ядра, елементарних частинок. Оскільки мислені експерименти іноді є єдиними “наочними” посібниками, то їх застосування дозволить істотно спростити задачу під час вивчення цих розділів. Тут вони дають можливість спростити розуміння фізичної сутності ідей, які лежать в основі сучасних теорій, зробити наочними висновки із абстрактних теорій.

Під час мисленого експериментування часто вдаються до моделей, які служать опорним матеріалом для його проведення. Не зважаючи на їх обмеженість, а саме, на небезпечність формального поширення механічних уявлень на інші фізичні процеси, моделі широко застосовуються у фізиці як науці і у шкільному курсі фізики з методикою викладання.

Неможливо залишити поза увагою місце, яке займають у застосуванні метода моделювання і мисленого експериментування використання різноманітних технічних засобів навчання (ТЗН). Технічні засоби навчання дозволяють в деяких випадках давати учням більш повну і точну інформацію про явище, яке вивчається. За допомогою технічних засобів навчання можна більш успішно розв'язувати задачі навчально-виховного процесу, оскільки діапозитиви, кіно-, відео-, телебачення та комп'ютерна техніка дають уявлення про конструкції машин і механізмів і про фізичні принципи їх роботи, а

мультиплікації показують перехід від принципової схеми того або іншого технічного пристрою до його конкретного конструктивного рішення.

Мультиплікаційні фільми повинні вводитися у навчальний процес таким чином, щоб учні розуміли, що в них показано мислене експериментування з ідеалізованими моделями реальних фізичних явищ. При цьому також важливо, щоб учні навчилися чітко усвідомлювати різницю і зв'язок між мисленим і реальним експериментом, який здійснюється у фізичній лабораторії. Крім того, деякі з них розширюють екскурсійні можливості школи, підсилюють виховний вплив на учнів. З цією метою використовують кіно- і телефільми про історію наукових відкриттів і винаходів тощо.

В процесі вивчення теоретичного матеріалу учні повинні не просто користуватися тими образами, які "створив" для них вчитель, а й самим вміти "створювати" та оперувати ними. Д.Ш. Шодієв відмічає необхідність формування учнями вмінь використовувати всі знаки і знакові засоби, за допомогою яких будуються моделі. Цей внутрішній зв'язок модельного підходу з лабораторним експериментом дає можливість в процесі викладання фізики розвивати в учнів вміння виділяти в кожній конкретній фізичній задачі її найбільш істотні риси і нехтувати другорядними, випадковими фактами, які не мають в даному конкретному випадку принципового значення. При цьому в учнів розвивається рухливість, гнучкість мислення, здатність розглядати фізичні явища і процеси з різних сторін. Значення цих якостей для виховання в учнів фізичного мислення важко переоцінити [167; 37].

Ми поділяємо думку В. І. Баштового про те, що "...чи не найбільше учень відчуває себе дослідником при проведенні віртуального експерименту під час фантазування, дослідником, що володіє теоретичними знаннями, що й породжує радість віри у власні творчі можливості, надихає на проектування розвитку явищ процесів, а, отже, становленню умінь творчого передбачення як важливішої якості творчої особистості" [9; 107].

Роль уяви в ході мисленого експерименту велика. Але такий експеримент містить у собі і чисто логічні форми пізнання, що виходять за межі уяви. Функції уяви визначаються тією роллю, яку вона відіграє в процесі перетворення наочної ситуації. Саме це "перетворення наочної ситуації в ході уявного експеримента, - вважає В.А.Штофф, - містить у собі наступні операції: 1) побудова за певними правилами уявної моделі справжнього об'єкта вивчення; 2) побудова за такими ж правилами ідеалізованих умов, що впливають на модель, включаючи створення ідеалізованих "приладів", "інструментів"; 3) свідомо і планомірна зміна і відносно вільне комбінування умов і їхнього впливу на модель; 4) свідоме і точне застосування на всіх стадіях уявного експерименту об'єктивних законів і використання фактів, встановлених у науці, завдяки чому виключається абсолютна сваволя, неприборкана і необґрунтована фантазія" [168].

Евристична цінність уявного експерименту полягає в тому, що при аналізі образу об'єкта дослідження можна розкрити в ньому нові сторони, властивості, зміст. За допомогою наочних образів можна виконувати ідеальні операції з предметами, не користуючись самими предметами: ділити їх, з'єднувати між

собою, виділяти окремі властивості, включати їх у нові зв'язки тощо.

Значення і цінність мисленого експерименту також полягає в тому, що в ньому в ряді випадків здійснюються пізнання і перевірка істинності знань, не застосовуючи реального експериментування. Крім того, мислений експеримент дозволяє досліджувати ситуації, які неможливо здійснити практично, хоча і можливі принципово. Таким чином, застосування наукових абстракцій веде до поглиблення і збагачення знання про досліджувані об'єкти.

Цінність мисленого експерименту, полягає ще й в тому, що він дозволяє досліджувати ситуації, нездійсненні практично, хоча і можливі принципово; у ряді випадків здійснювати пізнання і перевірку істинності знань, не вдаючись до реального експериментування. Але, оскільки мислений експеримент є одночасно прямим і модельним, опосередкованість зв'язку суб'єкта з об'єктом дослідження в остаточному підсумку вимагає практичної перевірки отриманих результатів.

Таким чином, уявний експеримент характеризується як евристична операція такими особливостями: 1) уявний експеримент – це пізнавальний процес, який має структуру реального (натурального) фізичного експерименту; 2) мислені операції виконуються з уявними об'єктами – наочними образами, моделями; 3) уявне експериментування має високий ступінь ідеалізації; 4) механізм уявного експерименту не має стандартного алгоритму, а містить елемент творчості; відповідно до нього створюється програма, план, схема розумових дій, на основі яких відбувається перетворення уявних образів; 5) висновок, здійснений на основі уявної експерименту може мати достатній рівень експериментальної вірогідності.

На основі теоретичного аналізу можна зробити висновок, що застосування мислених експериментів відповідає основним дидактичним принципам, дозволяє поглибити науковий зміст шкільного курсу фізики, підвищує рівень усвідомленого навчання; мислений експеримент оживляє викладання фізики, викликає зацікавленість, спрощує ряд складних тем, розділів і може використовуватися у всіх класах, але найбільший ефект дає у старших класах.

1.8. Позаурочна робота як форма організації навчально-виховних занять з розвитку творчих здібностей учнів

Великий об'єм навчальної інформації, обмеженість часу для його засвоєння, неоднорідність розвитку учнів однієї вікової групи та рівень зацікавленості предметом не дають можливості врахувати всі індивідуальні особливості учнів. Крім того, потреба дитини в одержанні нових знань, що закладена самою природою, у середньому шкільному віці поступово послаблюється внаслідок переповнення інформацією від різних джерел (періодичні видання, художня література, радіомовлення, телебачення, Інтернет тощо). Ці проблеми, на нашу думку, є причинами низького рівня активності учнів на уроках, їхнього небажання сприймати навчальний матеріал, виконувати домашнє завдання тощо.

Виходом з цієї ситуації ми бачимо у використанні інших природних для даного віку потреб дитини: потреба у спілкуванні, у самовираженні і

самореалізації, потреба в нових видах діяльності, в іграх. Найбільш повно ці потреби можна реалізувати у позаурочній діяльності. Вона надає більше свободи у виборі засобів і методик, ніж діяльність на уроках.

Сухомлинський В.О. вважав, що хоч учитель пробуджує творчу думку дітей на уроці, створює необхідні умови для їхньої самореалізації, але найкращі можливості для цього відкриває позаурочна діяльність. При цьому дуже важливо, щоб у житті школи вона стала продовженням уроку, тобто щоб урочна та позаурочна робота були єдиним процесом, в якому вони б органічно доповнювали, збагачували, урізноманітнювали одна одну.

Відомий український методист з фізики О.І. Бугайов відмічає, що „позакласні заходи дозволяють розширити і поглибити знання учнів з фізики, пробудити і розвивати інтерес до її вивчення, ознайомити з найновішими досягненнями науки та техніки і разом із тим виховати у учнів ініціативу, самостійність, почуття колективізму і товариства, завзяття у досягненні поставленої мети. Позакласні заняття позитивно впливають на і на уроки, оскільки більшість учнів починають більш серйозно відноситися до своїх навчальних обов'язків, проявляють більшу пізнавальну активність, допомагають вчителю у обладнанні фізичного кабінету, у виготовленні, ремонті і підготовці приладів до уроків” [18; 276].

Ефективними засобами, що сприяють творчій самореалізації учнів, є система групових, індивідуальних та масових форм діяльності, до участі в яких залучається максимальна кількість учнів школи.

Доповнюючи таблицю класифікації форм позаурочної роботи учнів з фізики, що представлена авторами посібника [104; 89], хочемо відмітити, що до індивідуальних форм позаурочної роботи можна віднести: роботу з навчальною, довідниковою, науковою, науково-популярною та художньою літературою, складання конспектів; роботу з електронними підручниками та посібниками; роботу в електронній мережі Інтернет; підготовку повідомлень, рефератів, курсових робіт; складання та розв'язування задач, виконання вправ; складання та розв'язування кросвордів, чайнвордів, сканвордів, ребусів, загадок; наведення аналогій, продумування, конструювання і створення моделей, схем, плакатів, приладів і установок (реальних і віртуальних); проведення деяких дослідів, здійснення спостережень в домашніх умовах і побудова умовиводів на основі їх результатів; виконання лабораторних робіт дослідницького характеру.

До групових форм позаурочної роботи можна віднести: гуртки та клуби (теоретичні; фізико-технічні; експериментальні; комплексні); факультативні заняття; творчі ігри; участь у роботі „Малої Академії”; екскурсії.

До масових форм позаурочної роботи можна віднести: лекторій з фізики; науково-практичні конференції; фізичні олімпіади, конкурси, турніри, фестивалі; декади (тижні) з фізики; творчий звіт гуртка; фізичні вечори; фізичні вікторини; КВК, „інтелектуальні бої”, „фізичні бої”; випуск стінгазет, бюлетенів, альманахів; виставки науково-технічної творчості; зустрічі з ученими.

Якщо мова йде про позашкільну освіту, то слід приділяти увагу як традиційним формам позакласних занять, так і нетрадиційним.

Гурток – основна форма систематичної позакласної роботи з фізики і техніки; його ведення – це галузь, де найяскравіше всього проявляється творча індивідуальність вчителя. Вибір напрямку гуртка залежить від багатьох факторів, таких як: інтереси та підготовка вчителя, вимоги учнів, виробниче обладнання школи, стан обладнання фізичного кабінету, наявність в ньому матеріалів, інструментів тощо [18; 277]. Особливий інтерес і особливе значення мають позакласні заняття, відведені практичному вивченню основ сучасної науки і техніки: радіотехніки, автоматики, кібернетики, електроніки, обчислювальної техніки.

В останні роки, відмічає Давиденко А.А., спостерігаються якісні зміни в організаційних формах позаурочної роботи з фізики. Поруч із традиційними гуртками стали створюватись клуби, шкільні наукові товариства тощо. Від звичайних гуртків вони відрізняються широким діапазоном видів діяльності, що сприяє задоволенню запитів більшої кількості учнів [42; 173].

У окремих випадках організуються творчі групи. Вони комплектуються з добре підготовлених учнів, які об'єднуються спільним інтересом в певній галузі фізики. Такі групи дають можливість ефективно готувати майбутніх учасників олімпіад різних рівнів. Творчі групи є, також, важливою організаційною формою роботи МАН (Малої Академії наук) [104; 90-91].

Важливим елементом позаурочної роботи є самостійна робота учнів – „де така діяльність учня, яку він виконує без безпосередньої участі вчителя, але за його завданням, під його керівництвом і спостереженням” [18; 235].

Для організації продуктивної самостійної роботи учнів в позаурочний час необхідно передусім необхідно навчити учня працювати із засобами накопичення інформації, передусім, навчальною літературою. Основним засобом засвоєння основ наук учнями, який являє собою одночасно резюме наукових відомостей, які повинен викласти вчитель є підручник. Навчити учня працювати з науковою і технічною літературою – одне із важливих завдань викладання фізики і інших навчальних предметів в школі. Її успішне розв'язання пов'язане передусім з навчанням школярів користуватися підручником. З цією метою можна використати різноманітні форми роботи, серед яких такі: складання плану розповіді, виділення в тексті головного, знаходження в таблицях і на малюнках необхідних даних, опис по фотографіях і кресленнях фізичних приладів і технічних пристроїв [18; 236].

Необхідною і важливою частиною позаурочної навчальної діяльності по оволодінню курсом фізики є домашня самостійна робота. Для того, щоб отримати за її допомогою позитивний ефект, необхідно вчителю правильно її організувати, не зводячи домашні завдання тільки до заучування параграфів підручника і розв'язування задач, а урізноманітнити їх (пропонувати учням провести спостереження і досліди, підібрати приклади, виготовити нескладний прилад, зробити повідомлення по певному питанню) [18; 240].

В школі практикують також проведення тижнів (декад) фізики. Підготовку до тижня фізики проводять на протязі 2-3 місяців з дня створення організаційної ради, в яку входять по два учні від кожного класу (які цікавляться фізикою), а

також активісти гуртка. До тижня випускаються бюлетені, стінгазети, фотомонтажі з газет і журналів; оформлюється школа. В ході тижня старшокласники проводять бесіди у всіх класах, організують конференції, для виступів перед учнями 9-11 класів запрошуються відомі інженери, вчені, співробітники НДІ та інші спеціалісти, проводяться радіопередачі, присвячені питанням фізики, організується фестиваль навчальних і науково-популярних фільмів, пропагандуються книжки з фізики. Закінчується тиждень, як правило, вечором для старшокласників [18; 283].

Найбільш поширеними серед масових заходів у позаурочній роботі є вечори фізики. Це форма, яка поєднує всі найбільш цікаві форми роботи і має велику активізуючу дію на учнів. Проведення вечору є підсумком великої творчої роботи, який проводиться публічно і оцінюється всіма присутніми. Це дозволяє виховувати у учнів почуття відповідальності за доручену справу, колективізму: адже успіх вечора залежить від узгодженості в діях його організаторів, від їх дисциплінованості, від вміння вчасно прийти на допомогу товаришу. Запрошені на нього учні повинні бути не тільки глядачами, але й активними учасниками.

До кожного вечора випускають фізичні газети, бюлетні, фотовікторини, виставки. Всі фрагменти вечора повинні бути яскраво оформленими, мати цікаву привабливу форму. Повідомлення можна зробити у формі інсценування "диспуту" між "вченими", репортажу або бесіди з слухачами, пропонуючи ним пояснити проведені досліди [18; 282].

Випуск фізичної газети присвячується певній події: річниці видатного вченого, відкриття, вечору фізики, початку вивчення нової теми. Їх оформлення і підбір матеріалів здійснюють учні під керівництвом учителя. Фізичний бюлетень випускається частіше, ніж газета. Він доповнює її, оскільки містить оперативний матеріал про цікаві події в фізиці на даний час.

Фізичні вікторини можуть бути як елементом вечора фізики, так і самостійним елементом активізації учнів поза уроком. Її зміст складають цікаві запитання або короткі задачі з усього курсу фізики або окремих розділів. Якщо вікторина проводиться самостійно, то всі її запитання пропонуються учням у вигляді великого плакату. Відзначення переможців здійснюється в рамках вечора.

Складовою частиною позаурочної роботи є дидактичні ігри. Вони охоплюють емоційну сферу дітей, пожвавлюють пізнавальну діяльність, стимулюють творчі процеси. Гра загострює емоційно-пізнавальний процес, розширює кругозір школярів, впливає на розвиток творчих сил, уяву, фантазію, має вплив на самоствердження дітей, що сприяє розвитку творчих здібностей учнів, а пізнання стає для них захоплюючим процесом. Ігри можуть бути декількох видів: дидактичні ігри (головоломки, кросворди, задачі), які спиралісь на раніше засвоєні знання; вікторини, що вимагали розкриття протиріч між засвоєними та новими знаннями; сюжетно-рольові ігри, які розвивали вміння учнів вести колективну роботу, моделювати варіанти практичних дій.

Особливою формою розвитку творчих здібностей учнів є проведення фізичних турнірів, фізичних „боїв”, фізичних фестивалів тощо. Їхнє основне завдання – формувати в учнів інтерес до фізики, створювати умови для

розвитку та реалізації їх творчих здібностей, виявляти серед учнів схильних до винахідницької діяльності, дати обдарованим і талановитим школярам можливість розкрити і виразити себе у складних питаннях завдань не тільки з фізики, а й суміжних предметів (математики, інформатики, хімії, біології тощо).

В організації позакласної роботи з метою виховання творчої особистості ми дотримувалися таких необхідних умов: зв'язок навчально-виховної роботи на уроках і в позакласній роботі; широка самодіяльність учнів і пошуково-дослідницький характер їх діяльності; широке поєднання індивідуальної і колективної роботи. Активізація пізнавальної діяльності в позаурочній роботі здійснюється методом проблемного викладання, частково-пошуковим і дослідницьким методами, а також використанням елементів колективної праці.

Результативність методичної системи вчителя стає більш високою, якщо класна і позакласна робота взаємно доповнюють одна іншу. У нашій практиці такою об'єднуючою стрижневою ідеєю, своєрідним методичним інваріантом був обраний спосіб навчання фізики через створення аналогій, моделей, проведення на їх основі мисленого і віртуального експерименту.

Таким чином, робота вчителя з обдарованими дітьми має комплексний характер як у навчальній діяльності на уроці, так і в позакласній роботі. Це сприяє розвитку інтересу учнів до фізики, розвитку творчих здібностей і уяви учнів, спонукає їх до самовдосконалення здібностей, надає їм можливість підготуватися до різноманітних конкурсів і олімпіад з фізики та самореалізуватися в тій галузі пізнання, якій вони надають перевагу.

Висновки до розділу 1

Отже, в результаті проведеного аналізу філософської, психолого-педагогічної і методичної літератури, можна зробити такі висновки:

1. Творчість – складний процес прояву неординарних здібностей людини, і уява є невід'ємною складовою творчої пізнавальної діяльності. Під час вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики перед учнями і вчителями часто виникає проблема неможливості спостереження явищ, у розв'язанні якої допомагає уява. Вона створює нові, невідомі до цього комбінації предметів, явищ, стратегії поведінки, моделі дії індивіда, які сприяють подальшому і глибшому розумінню реальних об'єктів.
2. Рушійною силою уяви є обмежена кількість інформації, яку необхідно гіпотетично придумувати, тому розвиток уяви тісно пов'язаний з розвитком творчих здібностей людини.
3. Виявлено, що серед чималої різноманітності образів уяви існують такі, що шкідливо впливають на психіку людини (ілюзорні мрії). Тому виникає необхідність в ознайомленні з ними і вмінні попереджувати складні ситуації по уникненню останніх.
4. Виявлено, що основними засобами формування і розвитку творчої уяви є застосування моделей, аналогій та мисленого експерименту (в т. ч. і віртуального). Їхнє раціональне використання робить навчання наочним, полегшує усвідомлення змісту багатьох фізичних процесів та їх закономірностей, розвиває логічне мислення, творчу уяву та сприяє індивідуальному розвитку творчих здібностей людини.

5. Дії з уявними образами перетворюють навчання в цікавий дослідницький процес; роблять його наочним; спрощують ряд складних тем, розділів шкільного курсу фізики і тим самим полегшують усвідомлення змісту багатьох фізичних процесів та їх закономірностей; розвивають логічне і образне мислення, творчу уяву; сприяють індивідуальному розвитку творчих здібностей особистості і можуть використовуватися у старших класах.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ ТА УЯВИ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРОНІКИ

- 2.1.** Навчальна діяльність як ефективний спосіб формування й розвитку уяви і творчих здібностей учнів

Методика розвитку уяви та творчих здібностей учнів при вивченні елементів електроніки у шкільному курсі фізики в нашому дослідженні включає такі етапи:

1. Вибір явища або процесу вивчення, які недоступні для безпосереднього сприймання.
 - визначення істотних ознак, умов протікання і спостереження явища;
 - аналіз можливості проведення реального фізичного експеримента;
 - виявлення проблем, які впливають на якість проведення і спостереження або унеможливають реальний фізичний експеримент;
 - обґрунтування необхідності проведення мисленого експерименту і його втілення у віртуальний комп'ютерний експеримент.
2. Створення плану проведення мисленого експерименту.
3. Створення системи аналогій і моделей.
4. Проведення мисленого експериментування з метою планування реального експеримента і прогнозування його результатів.
5. Проведення реального експеримента за допомогою лабораторного обладнання (при можливості).
6. Реалізація дослідження у вигляді віртуального експеримента за допомогою персонального комп'ютера.
7. Співставлення результатів віртуального експеримента з реальним.
8. Виведення висновків щодо проведеної роботи.

Специфіка розвитку творчої уяви передбачає використання евристичних прийомів як компонентів творчого процесу: аглютинація, аналогія, гіперболізація, схематизація, типізація, загострення (акцентування), про які було нагадано у параграфі 1.3.

Ю.Саламатов [146] конкретизує ці прийоми для можливості використання розвитку творчої уяви, що можуть бути виявлені в результаті аналізу великої кількості науково-фантастичних творів, фільмів, які є своєрідним “патентним” фондом фантастичних ідей. Такими прийомами є:

1. Збільшення-зменшення (параметр, який змінюється – розміри об'єкта).

2. Прискорення-сповільнення (параметр, який змінюється з часом, швидкість).

3. Динамізація - статика (незмінний об'єкт зробити мінливим, і навпаки).

4. Універсалізація - обмеження (дія об'єкта поширюється на великий клас явищ чи, навпаки, дія універсального чинника обмежується).

5. Подріблення - об'єднання (розділення на складові частини і навпаки).

6. Квантування - неперервність (якщо дія об'єкта була неперервною, зробити її квантованою, дискретною, і навпаки).

7. Зміна якостей (змінити найменш змінювану якість об'єкта чи середовища).

8. Інверсія - найбільш загальний прийом (функція, якість чи сам об'єкт змінюється на протилежний) та інші.

На практиці в чистому вигляді практично не застосовується жоден з них – всі вони існують у взаємному поєднанні та чергуванні. Автор підкреслює, що послідовне застосування 3-5 прийомів, вибраних навмання, може далеко завести від початкового образу, але... “тільки сміливо мислячу людину”; і дає такі поради:

– “ніколи не відмовляйтесь від обраного прийому під тим приводом, що його неможливо застосувати до даного об'єкта, бо саме в абсурдності, в доведенні протиріччя до неможливості і є “родзинки” цих вправ, шукайте сміливі, “дикі” рішення;

– ланцюжок прийомів треба продовжувати до тих пір, поки кількісні зміни не приведуть до появи нової якості, тобто, якості цікавої, незвичайності, якої не було в початковому об'єкті [146; 78-82].

У своєму дослідженні І.В. Коробова виділяє такі прийоми фантазування:

1. Оживлення (по щучому велінню...).

2. Збільшення - зменшення (учень має розміри молекули).

3. Об'єднання (хата на курячих ніжках).

4. Зміна законів природи (влітку випав сніг).

5. Внесення нової якості, запозиченої з інших об'єктів (розмовляюча рибка) [68; 55].

На основі аналізу літературних джерел, досвіду вчителів та власного досвіду ми поділяємо діяльність, направлену на розвиток уяви та творчих здібностей, на такі види:

1. Генерування ідей при розв'язанні проблемної задачі. Після постановки вчителем проблеми надається можливість учням подати варіанти її розв'язку. В цьому випадку цінується оригінальність і нестандартність. Такий вид діяльності широко застосовується при поясненні нового матеріалу, де вчитель за допомогою

запитань майєвтичного характеру намагається допомогти учням самим “зробити відкриття”. Генерування ідей позитивно впливає на процес розв’язання творчих задач, в яких іноді через недостаток інформації необхідно уявити і запропонувати свій власний варіант розв’язку. Під час проведення цей вид діяльності проявляється у створенні власних варіантів проведення дослідження.

2. Аналіз творів літератури та мистецтва (казки, фантастичні оповідання, художні фільми, малюнки тощо) з метою виявлення протиріч між написаним і дійсністю, критики їх реальності. При проведенні уроків формування нових знань, значним чином підвищуючи зацікавленість учнів до навчального матеріалу, в повній мірі насичуючи їх уяву і фантазію, необхідно критично підійти до аналізу реальності тих подій, які описуються в літературі (особливо художній) та художніх фільмах з метою виявлення істинності зображення явищ, процесів та подій. Часто письменники та сценаристи допускають значні помилки у відтворенні фізичних законів в результаті своєї некомпетентності або бурхливої діяльності фантазії. Учень за допомогою вчителя (або самостійно) оцінює наукову достовірність і правильність опису в літературі тих чи інших фізичних явищ і виявляє помилки та похибки авторів. Матеріалом для такого обговорення може служити прочитана художня, фантастична та публіцистична література, анімаційні, художні та документальні фільми. Результатом роботи може бути оповідання, вірш, наукова доповідь, реферат та ін. з дослідженої проблеми.

3. Перегляд історії розвитку фізики – аналіз гіпотез, теорій, припущень. Шлях відкриттів та винаходів – не легка стежка, заслана квітами, а, як це частіше трапляється, тернистий шлях. Хід думки, фантазії учених демонструє глибину і багатогранність наукової діяльності. Відомості про методи і способи пізнання, які використовувалися під час вирішення дослідницьких проблем є тим дорогоцінним учбовим матеріалом, на основі якого учні вчать створювати нове. Тому перегляд історії гіпотез, теорій, припущень, відкриттів та винаходів має не лише пізнавальний, а й розвиваючий характер.

4. Перекодування інформації. Кожна людина надає перевагу конкретній кодовій системі: зорово-просторовій, словесній, акустично-образній, буквеній, цифровій тощо. Завдання вчителя – сформулювати вміння застосовувати будь-яку з них та вміти перетворювати інформацію з однієї репрезентативної системи в іншу. Так, наприклад, за словесним описом вчитель пропонує учням накреслити схему установки, або за малюнком чи плакатом описати характер явищ, що на ньому відбувається. Такий вид діяльності найбільш частіш застосовується при розв’язуванні задач (особливо творчого характеру), де необхідно, по-перше: словесну інформацію (умову задачі) перекодувати у знакову (стислий опис даних величин); по-друге: графічно описати умову задачі (створити рисунок установки, зобразити схему підключення елементів, накреслити графік процесу тощо).

5. Оперування уявними образами об’єктів - моделями (лінійними, площинними та просторовими) з метою їх перетворення для наочного сприймання. Учитель ставить перед учнями завдання перетворити образ даного об’єкта в інший або у певній комбінації об’єктів змінити їх взаємне розташування

. Запропонований вид діяльності найчастіше застосовується при розв'язуванні задач, коли необхідно рівноправним перетворенням змінити так умову задачі, щоб унаочнити її розв'язання. Такий вид діяльності корисно використовувати під час вивчення будови приладів, установок, обладнання. Учителю дає завдання: опираючись на знання про відомі сторони чи властивості об'єкта уявити та домислити інші (“подивитися” на об'єкт дослідження “з іншої, невідомої сторони”). При цьому цінується дотепність думки та її неповторність.

6.Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між явищами та процесами, що вивчаються. Під час такого виду діяльності значно поглиблюється розуміння і усвідомлення учнями всієї складності будови оточуючого світу. Для розвитку навичок такої діяльності необхідно навчати школярів знаходити та розрізняти причини і наслідки. Це можна здійснити, наприклад, за допомогою дидактичної гри “Уявне прокручування дослідів вперед і назад”. “Прокручування” дослідів вперед допомагає учням виявити ланцюжок “причина-наслідок”, а при “прокручуванні” назад – “наслідок-причина”. В цій грі простого заучування навчального матеріалу буде замало – необхідний синтез логічного мислення і фантазії учня.

7.Планування майбутньої діяльності. Перед проведенням експериментальних досліджень учитель навчає учнів складати план дослідження певної проблеми враховуючи її специфіку та методи дослідження. Це може бути план проведення теоретичного дослідження, фронтального експерименту, розв'язку задачі. Даний вид діяльності сприяє формуванню здібності раціонально розподіляти свої сили та можливості, послідовно реалізуючи свій задум (поетапне перетворення ідей в реальність), діючи за попередньо продуманим планом. Внаслідок такої діяльності учень привчається не залишати свої задуми ілюзорними мріями, а перетворювати їх у цілком реалізовану мету, що є показником ефективності вміння втілювати свої ідеї в життя.

Формування цього вміння складається з таких етапів:

- 1) демонстрація плану – вчитель сам показує порядок проведення дослідів або розв'язку задачі;
- 2) самостійне “читання” плану – учень вчиться самостійно “читати” складний план і діяти на його основі;
- 3) редагування плану – учень самостійно змінює деякі пункти плану, їх порядок, додає нові;
- 4) самостійне складання плану.

8.Прогнозування проблеми. Процес прогнозування подібний до планування, але учень, в результаті прогнозування, має більш чіткий результат. Маючи вихідні дані, враховуючи порядок і характер протікання процесу, необхідно визначити майбутній результат проведеної роботи. Використання цього виду діяльності є необхідним під час організації і проведення досліджень у вигляді розв'язання експериментальних задач, проведення лабораторних робіт тощо. Крім того, прогнозування фізичних процесів можна перетворити у гру, під час якої учні відповідатимуть на запитання творчого характеру, наприклад: “Що відбудеться, якщо...?”.

9. Постановка нестандартних запитань, відповіді на які вимагали б орієнтації на уяву і мислення, а не пам'ять. Ці запитання ставляться для встановлення нових зв'язків і взаємовідношень між явищами та процесами, що досліджуються. Основна формула таких запитань: "Як ви гадаєте, чому...?". При цьому не слід давати негативну оцінку відповіді, необхідно цінувати самостійність мислення. При явно неправильній відповіді слід м'яко направляти учня за допомогою сократичної бесіди у правильне русло. Такий вид діяльності найчастіше застосовується при проведенні контролю знань, вмінь та навичок учнів. Це сприяє розвитку і формуванню в учнів вміння обдумувати відповідь, критично ставитися до сприйняття інформації про навколишню дійсність, самостійно знаходити вихід із проблеми (не тільки навчальної, а й життєвої). Запитання можуть ставитися не лише із завчасно відомою відповіддю, але й такі, які можуть мати декілька правильних відповідей, або відповідь залежить від деяких змінних параметрів, або відповідь науці взагалі невідома. Чим ширше і повніше використовуються на уроці проблемні запитання і пошукові задачі, чим самостійніше мислення учнів, тим більше підстав сподіватися, що в майбутній діяльності вони зможуть творчо застосувати свої знання для розв'язання завдань, які ставитиме перед ними життя.

10. Складання нестандартних задач. При складанні задач відбувається розширена синтетична діяльність по створенню нових образів, зв'язків і відношень між ними. Способи створення задач були нами описані вище, а також у наукових джерелах [2], [124], [125], [148] та ін.

11. Складання кросвордів, чайнвордів, сканвордів, ребусів, загадок тощо. Завдання для проведення цього виду ігрової діяльності вчитель пропонує заздалегідь або безпосередньо на уроці (в залежності від складності). Заняття можуть проводитися як на уроці, так і в позаурочний час.

12. Виділення спільних і протилежних властивостей об'єктів. Цей вид діяльності проводиться після вивчення декількох тем, в результаті чого відбувається краще сприймання об'єкта спостереження, виділення нових складових частин та властивостей, які важко побачити з першого погляду.

13. Переформулювання навчальної задачі – це процес зміни умови задачі, не змінюючи її змісту (наприклад, пояснення „своїми словами”). При цьому формується вміння виділяти в об'єкті вивчення властивостей, які є несуттєвими для нього. Процес переформулювання базується на розрізненні учнем суттєвого і несуттєвого для даного об'єкта вивчення. Варіантами цього виду діяльності є: а) виділення провідної думки із змісту прочитаного тексту та складання плану його переказу; б) пояснення фізичного закону, явища чи процесу на різних інтелектуальних рівнях (може проводитися у формі гри, коли вчитель пропонує учневі пояснити текст людині певної спеціальності на близькому їй рівні); в) спрощення умови задачі.

14. Створення цілісної системи об'єктів з окремих елементів. Завдання цього виду діяльності полягає у наступному: користуючись окремими елементами об'єкта, необхідно скласти його повний варіант. Так, наприклад, за окремими властивостями об'єкта відтворити його в цілому, або за елементами

установки скласти її повністю (складання електричних схем).

Останні три види діяльності найчастіше застосовується при систематизації та узагальненні знань, де необхідно співставити та порівняти ознаки та властивості об'єктів, явищ та процесів, знайти їх спільні та відмінні риси.

Підтвердження необхідності систематизації та узагальнення знань знаходимо в словах О.І. Бугайова: „Важливо вчити школярів встановлювати відношення між подібними поняттями, експериментами і формулами шляхом порівняння їх один з одним; це дозволяє акцентувати на розгляді систем понять, на їх класифікації і узагальненні” [18; 248]. Результатом такої діяльності є складання узагальнюючих таблиць, в яких елементи розміщуються у певній залежності. Значну роль при цьому відіграють моделі та аналогії, які є засобом узагальнення і несуть у собі спільні риси елементів порівняння.

Наведені вище чотирнадцять видів діяльності можна належним чином втілити під час проведення навчальних занять з фізики – уроках вивчення нового матеріалу (лекціях, бесідах, поясненнях); розв'язування задач (кількісних, якісних, графічних, експериментальних); виконання фронтальних лабораторних робіт, робіт практикуму, самостійних спостережень та індивідуальних досліджень; контролю знань, умінь та навичок; у позакласній роботі тощо.

2.2. Віртуальний демонстраційний експеримент під час вивчення елементів електроніки

Можливості шкільних навчальних спостережень і експериментів завжди обмежені, і тому їх треба доповнювати, залучаючи сучасні досягнення науки і техніки – різноманітні технічні засоби навчання, в тому числі і персональний комп'ютер.

В останні десятиліття стрімкими темпами розвивається комп'ютерне навчання, зростаючий рівень якого створює передумови для підвищення якості навчально-пізнавальної діяльності. Інформаційні технології навчання сприяють розвитку уяви і творчих здібностей учнів. У свою чергу, якість комп'ютерного навчання залежить від багатьох факторів, таких як доступність, наочність, простота, логічність та стрункість побудови пояснення.

В.Муляр [115; 6] виділив умови ефективного використання ЕОМ під час вивчення фізики в середній школі:

- відповідний рівень підготовки вчителя до такої роботи у школі (глибоке знання змісту матеріалу, володіння методами програмування тощо);
- наявність необхідної матеріальної бази;
- наявність навчальних комп'ютерних програм;
- попередня підготовка учнів до роботи з комп'ютером;
- комплексний підхід до використання різних засобів навчання та ін.

Унікальною можливістю засобів НІТ у розвитку особистості є комп'ютерна візуалізація навчальної інформації про об'єкти або закономірності процесів, явищ. Унаочнення таким способом фізичних явищ сприяє у формуванні і розвитку

уяви та творчих здібностей учнів.

Очевидно, що використання ЕОМ з виводом інформації на дисплей підсилює наочність навчання в її традиційному розумінні, дозволяє заглянути у світ, недоступний для прямого спостереження в загальноосвітній школі, моделюючи більш наочно деякі явища.

У порівнянні з друкованою наочністю (плакатами, малюнками) ЕОМ має ряд переваг: гнучкість, яскравість. У порівнянні з кіно- відео- і мультфільмами – інтерактивність. З'являється можливість експериментувати індивідуально, проявити свою допитливість, наполегливість, неординарність.

Методика викладання фізики вимагає виконання одного з методологічного принципу науки – принципу „роз'яснення”, який вимагає щоб пояснення було наочним і математичним. Використання комп'ютерної техніки підсилює наочність навчання і в сучасному розумінні змісту принципу наочності як єдності предметно-образного та абстрактно-логічної дії на учнів, при якій у останніх включається в роботу обидві півкулі мозку. Таким чином, віртуальний комп'ютерний експеримент є вищим ступенем наочності.

Під час вивчення навчального матеріалу за допомогою ЕОМ повинно відбуватись не пасивне спостереження явищ, а плановане керування ними, розвиток розумових здібностей, фантазії дитини, її творчості. Розглядати фізичні явища необхідно не просто як сукупність фактів, а й переглянути можливість застосування їх на практиці.

Усі ці фактори варто належним чином враховувати і втілювати у комп'ютерну модель, яка б ілюструвала характер і порядок протікання фізичних процесів та явищ, принципи дії приладів, установок та обладнання. Пов'язуючи це з розвитком уяви і творчих здібностей учнів, у процесі моделювання фізичних явищ і їх реалізації у віртуальному комп'ютерному експерименті, ми застосовуємо види діяльності, які описані нами у параграфі 2.1.

Ефективність навчання залежить від психологічної підготовленості учнів до пізнавальної діяльності. Вона включає в себе рівень сприймання об'єктивної реальності, рівень розвитку розумових здібностей, уваги, уяви тощо. Якість засвоєння знань учнями прямо залежить від рівня їх розумової активності. Пасивне засвоєння законів, формул, визначень фізики не призводить до чіткого розуміння, стійкого запам'ятовування і усвідомленого застосування навчального матеріалу в практичній діяльності.

Для якісного його засвоєння необхідно застосовувати методи активного сприймання інформації учнями та їх вільного запам'ятовування, що відбувається у тому випадку, коли вид діяльності є сприйнятливим для школяра. Одним із домінуючих видів практичної діяльності дитини є гра. При перетворенні звичайної гри у педагогічну відбувається комбінування необхідності вивчення навчального предмету (для подальшої практичної діяльності) з цікавим його сприйманням. Ми поділяємо думку М.М. Горбаня, який відмічає, що “учні почувають себе впевненіше, якщо навчання фізики спрямоване на розвиток пізнавальних можливостей та їх здібностей, що частіше забезпечується емоційним сприйманням” [38; 3].

У сучасній школі актуальною є проблема недостатнього рівня забезпеченості навчальним обладнанням. Ці недоліки, на нашу думку, можна виправити, якщо розширено застосовувати уяву дитини для синтезу моделі об'єкта чи ситуації для їх вивчення.

Формування і розвиток уяви відбувається ефективніше у тих видах діяльності, які є синтетичними для даного періоду розвитку дитини – гра і навчання. Комп'ютерну анімацію можна віднести до різновиду дидактичної гри, оскільки вона у доступній, цікавій, образній формі подає учню навчальну інформацію. Якість навчально-пізнавальної діяльності при застосуванні комп'ютерних технологій навчання залежить від багатьох факторів, таких як доступність, наочність, простота, логічність та стрункність побудови пояснення. Втілюючи ці чинники у комп'ютерну модель, можна отримати демонстрацію, яка б описувала характер і порядок протікання фізичних явищ та процесів, будову та принципи дії приладів, обладнання тощо.

Учні повинні розуміти, що мультиплікаційні фільми є різновидом мисленого експерименту з ідеалізованими моделями реальних фізичних явищ, також усвідомлювати різницю і зв'язок між мисленим і реальним експериментом, який здійснюється у фізичній лабораторії.

Реалізація задумів мисленого експериментування у діючу комп'ютерну модель є необхідним, психолого-педагогічно обумовленим, втіленням творчого задуму юного вченого у конкретно діючу модель.

Аналізуючи вищеописане, можна сказати, що внаслідок творчої роботи уяви людина створює моделі – “будує” віртуальні прилади, установки, обладнання, “проводить” лабораторні експерименти та дослідження. .

Звичайно, моделями людство користується давно – внаслідок недостатньої забезпеченості матеріальними предметами. Змінюючи і підбираючи різні параметри приладів та установок, умови та порядок протікання процесу ми можемо отримати певний результат. Таким чином проводиться мислений експеримент. Його результат може бути близьким або далеким від реального. Істинність цього дослідження можна достеменно перевірили лише реальним експериментом.

Матеріальним носієм віртуальної інформації можуть бути як традиційні засоби – книжки, плакати, малюнки, звуко- та відеозаписи, так і новітні – комп'ютерні моделі-демонстрації. За їх допомогою можна відтворити фізичні явища та процеси, недоступні при звичайному спостереженні. Це мікро- або макросвіт, повільні або швидкоплинчі процеси, шкідливі для здоров'я людини явища тощо.

За допомогою штучних комп'ютерних моделей можна навчити учня проводити спостереження, які допомагають уявити характер протікання досліджуваних явищ. Спочатку доречно провести опитування учнів на предмет розуміння досліджуваного процесу, а потім його продемонструвати за допомогою комп'ютера і, таким чином, підтвердити або спростувати думки учнів.

На основі анімаційної програми 3D-Studio нами створено ряд демонстрацій-моделей для вивчення тем розділу “Електричний струм у вакуумі” та

“Електричний струм у напівпровідниках”. Це демонстрації “Принцип дії вакуумного діода”, “Принцип дії вакуумного тріода”, “Принцип дії електронно-вакуумної трубки”, „Модель кристалічної решітки Сіліціума”, “Електричний струм у напівпровідниковому переході”, “Принцип дії напівпровідникового діода”, “Принцип дії напівпровідникового біполярного транзистора”, “Принцип дії напівпровідникового польового транзистора”. Комп’ютер наочно і доступно демонструє порядок і характер протікання фізичних процесів всередині напівпровідників. Фрагменти деяких анімаційних роликів подано нижче. Повні варіанти анімацій подано у додатку на компакт-диску.

Відомо, що перед тим, як людина починає створювати нове, їй необхідно користуватися знаннями, набутими в результаті минулої практичної діяльності. Якщо ж вони недостатні, неглибокі, одноманітні, то створення нового практично неможливо. Описані вище комп’ютерні демонстрації дозволяють показати учням як це здійснюється.

Крім того, вчителю бажано звертати увагу на те, як учні уявляють собі фізичні процеси, що він демонструє. Аналізуючи ці уявлення необхідно їх обговорити з школярами, виявити типові помилки і виправити їх. В процесі вивчення теоретичного матеріалу рекомендуємо вчителю настроїти навчальний процес так, щоб учні не просто користувалися образами, які “створив” для них вчитель, а й самі намагалися їх створювати. Цілком зрозуміло, що дітям простіше розібратися з моделлю, яку вони самі створюють на уроці, а використання моделей, нав’язаних вчителем призводить до забування їх змісту вже через тиждень.

Школярі повинні навчитися використовувати всі знаки і знакові засоби, за допомогою яких будують моделі. Цей внутрішній зв’язок модельного підходу з лабораторним експериментом дає можливість в процесі викладання фізики розвивати у учнів вміння виділяти в кожній конкретній фізичній задачі її істотні риси і нехтувати другорядними, випадковими фактами, які не мають в даному конкретному випадку принципового значення. При цьому, як зазначає Д.Ш.

Шодієв, в учнів розвивається рухливість, гнучкість мислення, здатність розглядати фізичні явища і процеси з різних сторін. Значення цих якостей для виховання в учнів фізичного мислення важко переоцінити [167; 37].

Багато дослідників звертають увагу на те, що вчителю не слід повністю перекладати свої професійні обов’язки „на плечі” електронної машини. У процесі спілкування з засобами інформаційних технологій учень підмінює об’єкти реального світу або моделями, зображеннями цих об’єктів, або символами, які позначають ці об’єкти або зв’язки між ними. При цьому сприймання учнями реального світу підмінюється опосередкованим сприйманням останнього. Це часто приводить до втрати предметності діяльності, відірваності від дійсності. Крім того, робота за комп’ютером пов’язана з високою емоційною напруженістю, яка не завжди й не кожному може бути корисною [68; 109]. У зв’язку з цим автори [40, 66, 115] роблять висновок, що засоби ІТ можна розглядати лише як елемент системи засобів навчання (СЗН). Поруч з ними у СЗН доцільно включати й традиційні засоби, які забезпечують підтримку процесу навчання, зокрема,

фізики [68; 109]. Тобто, впровадження засобів ІТ у методику навчального процесу повинно бути педагогічно виправдано.

ЕОМ дає лише напрямки, орієнтуючись на які, можна уявити рух заряджених частинок, атомів, іонів; їх поведінку тощо. Для якісного розуміння учнями навчального матеріалу вчитель може супроводжувати анімації своїм поясненням, ставити запитання, активізуючи уяву і мислення дітей.

Після вивчення теми “Електричний струм у металах” пропонуємо перейти до вивчення теми “Електричний струм у вакуумі”, а не “Електричний струм у напівпровідниках”. Це зумовлюється такими обставинами:

1. Тема “Електричний струм у вакуумі” у фізичній науці історично була досліджена раніше, ніж тема “Електричний струм у напівпровідниках”.

2. Фізичні процеси, що відбуваються у електронно-вакуумних приладах, на нашу думку, простіші для розуміння учнями, ніж у напівпровідниках.

3. На основі уявлень і аналогій легше пояснити принципи дії напівпровідникових елементів після ознайомлення їх з електронно-вакуумними приладами.

2.2.1. Електронно-вакуумні прилади

Методика пояснення будови і принципу дії електронно-вакуумної лампи загальновідома. Аналізуючи сучасний стан високоякісної електронної апаратури, можна з впевненістю сказати, що електронні лампи не вичерпали себе і сьогодні.

Розуміння принципу дії електронних ламп не викликає особливих труднощів. Але для міцного засвоєння матеріалу покажемо учням принцип створення комп’ютерних демонстрацій на простих моделях.

І. Пояснення принципу дії вакуумного діода.

Як відомо з історії електроніки першими були досліджені електронно-вакуумні лампи. Розглянемо дослідницький спосіб проведення віртуального комп’ютерного демонстраційного експерименту під час вивчення теми “Електричний струм у вакуумі”. Результатом цієї роботи буде створена вчителем і учнями модель електронно-вакуумної лампи в комп’ютерному варіанті за допомогою будь-якої анімаційної програми (в нашому випадку – 3DStudio).

Висуваємо навчальну проблему про можливість електричного струму у вакуумі. Чергуючи мислення з уявою, учні починають висувати свої здогадки, припущення, гіпотези. Створимо уявну колбу, з якої викачане повітря. Нагадуємо учням про різновиди вакууму і пояснюємо, що у лампі створюється високий вакуум (тиск менший за 0,1 Па) [143; 22]. Розмістимо в ній два електроди – катод і анод (рис. 2.1а). Попередньо з’ясувавши, що існування електричного струму вимагає наявності вільних носіїв зарядів і електричного поля, розмірковуємо приблизно так: вакуум – це відсутність речовини (в тому числі і носіїв заряду), тому електричний струм не виникає. Для його виникнення необхідно інжектувати вільні заряджені частинки. Щоб наштотхнути учнів на правильну думку, пропонуємо їм згадати за аналогією таку властивість рідини, як випаровування.

Питанням “Коли випаровування рідини відбувається швидше?” нашо́вхуємо учнів на необхідність нагрівання катода. Під час нагрівання металу додатковим джерелом енергії відбувається термоелектронна емісія електронів, оскільки вони володіють таким запасом кінетичної енергії, якої буде достатньо для їх виривання з поверхні металу.

За відсутності електричного поля електронна хмарка тримається біля катода – відбувається процес “насичення” зарядженими частинками. Крім того, існують такі електрони, кінетична енергія яких досить висока і вони, рухаючись за її рахунок, можуть дістатись до анода. В цьому випадку можна спостерігати невеликий струм за відсутності електричного поля.

Підключимо до лампи джерело струму (“+” до анода і “-“ до катода). Якщо замкнути ключ SA1, то електричне поле, яке виникне між катодом і анодом змусить електрони рухатися з прискоренням до анода (рис.2.1б). Таким чином, при такій полярності ввімкнення джерела струму видно, що струм через лампу (діод) проходить.

При малих прямих напругах величина струму невелика. Якщо, не змінюючи температуру катода, збільшувати різницю потенціалів між електродами, то сила струму зростає. При певній напрузі вона досягає максимального значення, після чого перестав зростати (рис. 2.2). Максимальне значення сили струму I_H називають струмом насичення. Цей феномен пояснюється тим, що всі електрони, які вирвалися із катода, потрапляють на анод . Якщо підігріти катод до більшої температури, то збільшиться кількість вільних електронів над ним, тобто густина електронної хмарки. Внаслідок цього більша кількість електронів зможе приймати участь у електричному струмі і струм насичення матиме більше значення (рис. 2.2).

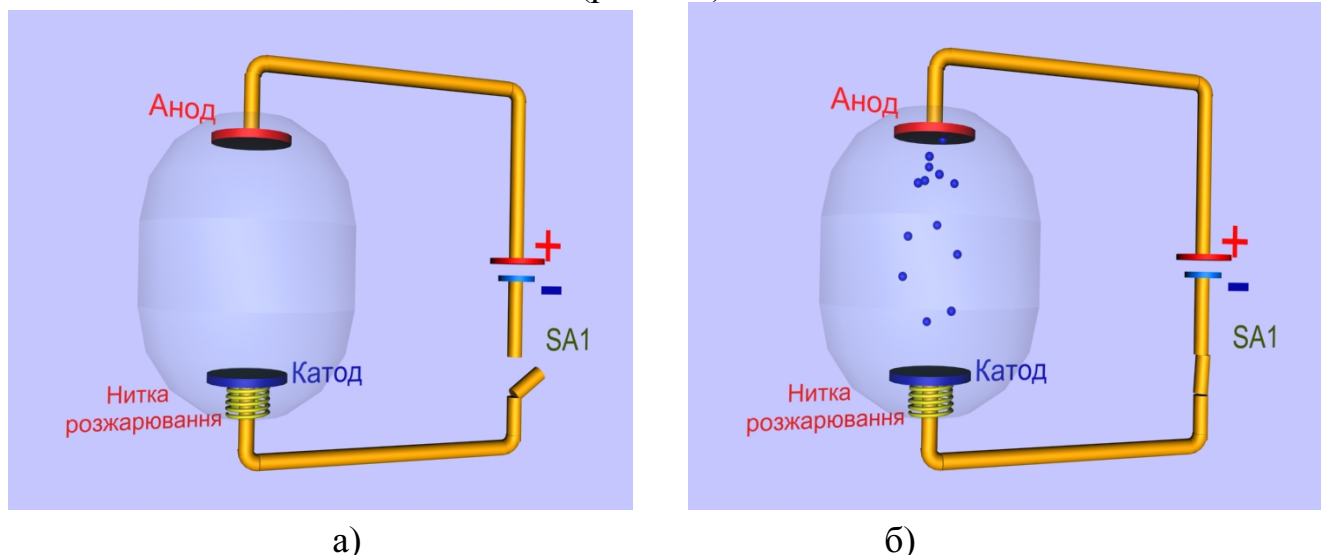


Рис. 2. 1. Фрагменти анімації “Принцип дії вакуумного діода – пряме ввімкнення”

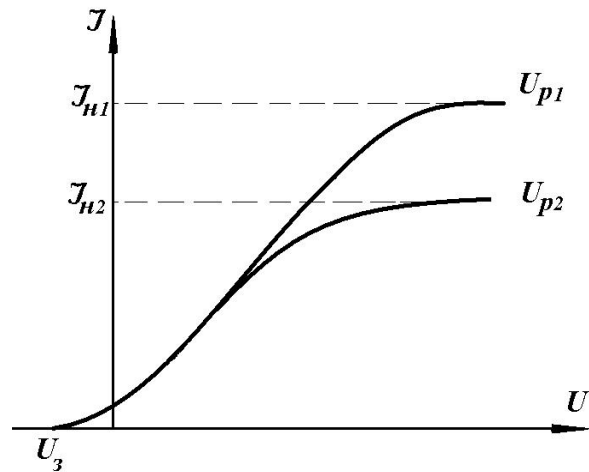


Рис. 2. 2. Вольт-амперні характеристики електронно-вакуумного діода при різних температурах розжарення.

Слід звернути увагу на нелінійність вольт-амперної характеристики діода, яка пояснюється тим, що один із електродів випромінює електрони в обмеженій кількості, а також впливом електричного поля просторового заряду електронів, які в даний момент знаходяться між електродами.

Потім ставимо нову пошукову задачу: з'ясувати якого знаку заряджені частинки зумовлюють виникнення електричного струму у вакуумі.

Якщо змінити полярність ввімкнення джерела струму, електронний потік зменшується внаслідок відштовхування анодом електронів (рис. 2.2). При певному значенні негативної напруги на аноді U_3 анодний струм припиняється. Така напруга називається **запірною**.

При збільшенні зворотної напруги кінетичної енергії електронів буде недостатньо для того, щоб дістатися до анода. Таким чином, струм через лампу в такому варіанті підключення джерела струму (“-” до анода і “+” до катода) проходити не буде, тобто лампа закривається (рис. 2.3).

Для закріплення навчального матеріалу доречно розв'язати якісну задачу, запропоновану у шкільному підручнику Є.В. Коршаком [76; 252] про наявність анодного струму у різних варіантах підключення вакуумного діода в електричне коло.

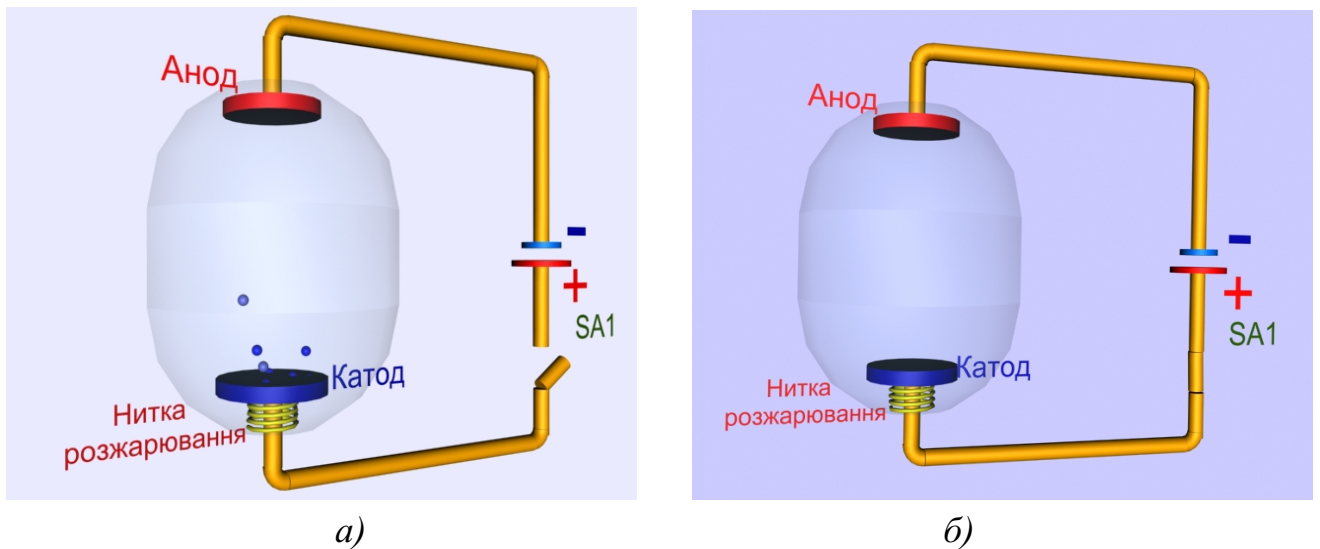


Рис. 2. 3. Фрагменти анімації “Принцип дії вакуумного діода – зворотне ввімкнення”

Перед демонстрацією принципу дії вакуумного діода та під час її проведення ставимо учням запитання творчого характеру:

1. Для чого у лампі створюється вакуум?
2. Як отримати вільні заряджені частинки у вакуумному балоні з електродами?
3. Чи може робота виходу бути різною в різних точках катода?
4. Один електрон рухається до металевої поверхні перпендикулярно, другий – під кутом до неї. Чи однакова ймовірність їх вильоту, якщо вони мають однакові початкові кінетичні енергії?
5. Куди будуть рухатися електрони після виривання з катода?
6. Чому вони будуть утворювати електронну хмарку?
7. Що відбудеться, якщо ми замкнемо ключ *SA1* при прямому включенні діода?
8. В який вид енергії перетворюється кінетична енергія електронів, коли вони досягають поверхні анода?
9. Що відбудеться, якщо ми розімкнемо ключ *SA1*? Як будуть вести себе електрони?
10. Що відбудеться, якщо ми замкнемо ключ *SA1* при зворотньому включенні діода?
11. Що відбудеться, якщо ми розімкнемо ключ *SA1*? Як будуть вести себе електрони?
12. Які висновки можна зробити з проведених дослідів? Яка основна властивість вакуумного діода?

Для чіткого усвідомлення фізичних процесів, які протікають всередині вакуумних приладів, порівняємо струм у металах і струм у вакуумі і зробимо висновки:

1. Носіями електричного струму в обох випадках є електрони. В металах вони існують постійно, а у вакуумі їх самотійно не існує. Необхідно ще якимось чином інjektувати їх всередину вакуумного приладу, тобто електропровідність вакууму несамотійна. Заряджені частинки тут вносяться всередину вакууму; їх кількість хоч і дуже велика, але обмежена, що приводить до обмеження струму.

2. Характер руху заряджених частинок у цих середовищах різний.

Електрони в металах, під дією електричного поля, прискорюються і вдаряються в атоми кристалічної решітки. Довжина вільного пробігу частинок дуже мала. Тому їх середня швидкість (дрейф) дуже низька – до 10^{-3} м·с⁻¹. Електрони у вакуумі рухаються від катода до анода без перешкод з прискоренням. Тому їх швидкість постійно збільшується і біля анода може сягати 10^5 - 10^8 м·с⁻¹ в залежності від напруги і відстані між електродами.

3. Вольт-амперна характеристика металевго провідника має вигляд прямої лінії, що проходить через початок координат. Анодна характеристика діода істотно відрізняється від неї. По-перше, вона викривлена, по-друге, майже відсутня в області негативних анодних напруг. У цій формі анодної характеристики і полягають цінні властивості діода. Сила струму у двохелектродній лампі на початку і в кінці вольт-амперної характеристики не підлягають закону Ома. Відсутність характеристики в області негативних анодних напруг пояснюється тим, що електрони з катода не рухаються до анода, зарядженого негативно. Саме ця обставина і зумовлює односторонню провідність діода, його використання в схемах випрямлення і детектування [143; 26].

II. Пояснення принципу дії вакуумного триода.

Введенням додаткового електрода у вакуумний діод перетворює його у триод, який має свої властивості. Принцип його дії подібний до вентиля, яким можна регулювати подачу рідини у водопровідній системі. Недарма „лампа” і до цього часу на англійській мові звучить як „*Electronic Valve*”, причому слово „*Valve*” перекладається як кран, вентиль чи клапан.

За конструкцією перші триоди були схожі на звичайні освітлювальні лампи розжарювання, але крім нитки розжарення – катода, у вакуумному балоні знаходилася металева чи графітова

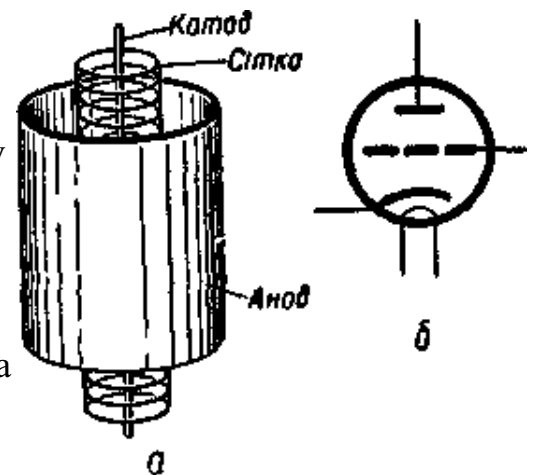


Рис. 2. 4. Будова триода та його схематичне зображення

пластинка – анод, а між ниткою й анодом розташовувалася металева сітка (рис. 2. 4 а). Схематичне зображення триода подано на рис. 2.4 б. Розжарений катод випромінює електрони, відбувається термоелектронна емісія. Підключаємо до лампи джерело електричного струму. Анод має позитивний потенціал, що досягає десятків і сотень вольт, тому електрони рухаються до нього (як і у діоді), у результаті чого виникає анодний струм.

Анодний струм можна регулювати напругою на сітці, подібно до того, як водопровідним краном регулюють струмінь води. Якщо сітка має нульовий потенціал відносно катода або позитивний, то електрони пролітають крізь неї вільно (рис. 2.5 а).

Якщо ж на сітку подати негативний потенціал, електронний потік зменшується внаслідок відштовхування сіткою електронів (рис. 2.5 б). При певному значенні негативної напруги на сітці U_s анодний струм припиняється. Така напруга називається **запірною**.

Величина анодного струму I_a в триоді залежить від сіткової напруги U_c і анодної U_a . Відповідно розрізняють анодно-сіткові характеристики $I_a = f(U_c)$ при $U_a = const$ (рис. 2.6) і анодні характеристики $I_a = f(U_a)$ при $U_c = const$ (рис. 2.7).

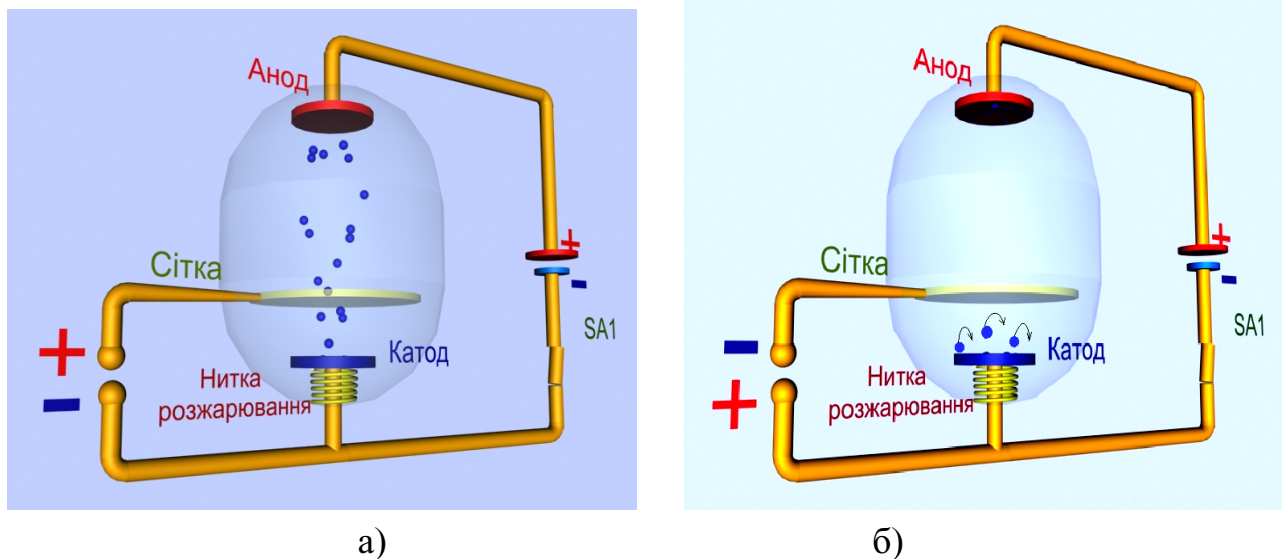


Рис. 2. 5. Фрагменти анімації “Принцип дії вакуумного триода”

Ліворуч від осі, при негативних сіткових напругах, більших за запірну напругу, сіткового струму нема, і весь потік електронів від катода рухається до анода.

На анодно-сітковій характеристиці триода розрізняють три характерні ділянки. AB — нижній згин, BC — прямолінійна ділянка, CD — верхній згин (криволінійна частина характеристики).

Тепер збільшимо величину анодної напруги U_a і повторимо процес знімання анодно-сіткової характеристики спочатку. Неважко передбачити, що тим самим значенням сіткової напруги відповідатимуть тепер більші величини анодного струму через зростання впливу анодної напруги. Характеристика не змінює форми, але зміщується ліворуч, а анодний струм виникає при більших значеннях напруги (по абсолютній величині). Повторюючи тотожний дослід за іншими значеннями анодної напруги, дістаємо сім'ю анодно-сіткових характеристик [143; 38].

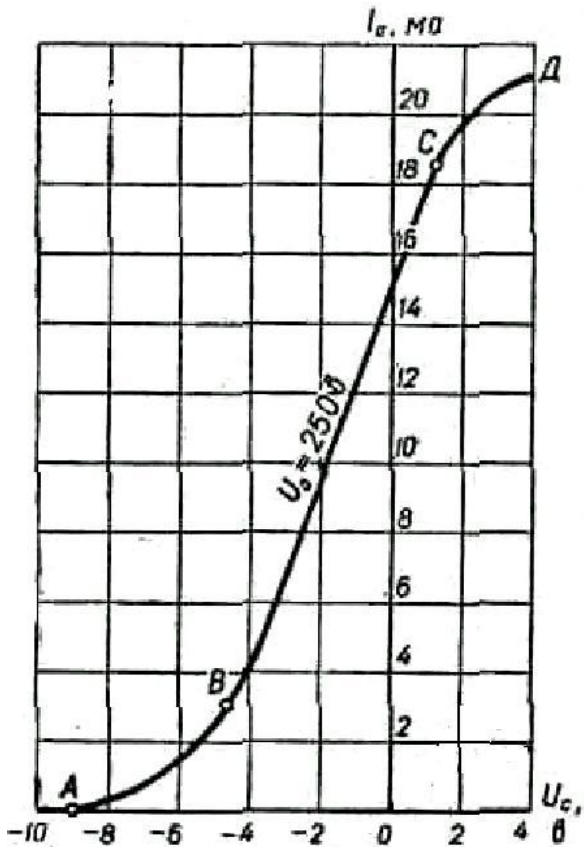


Рис. 2.6. Анодно-сіткова характеристика триода.

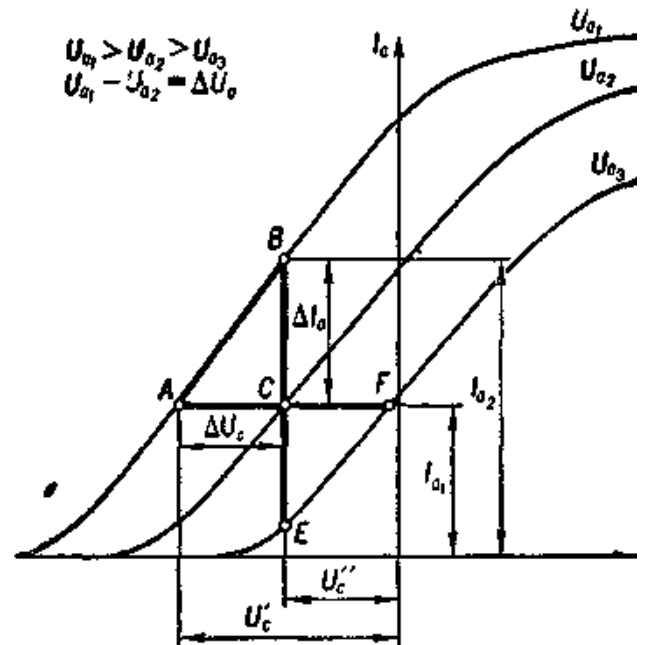


Рис. 2.7. Сім'я анодно-сіткових характеристик триода.

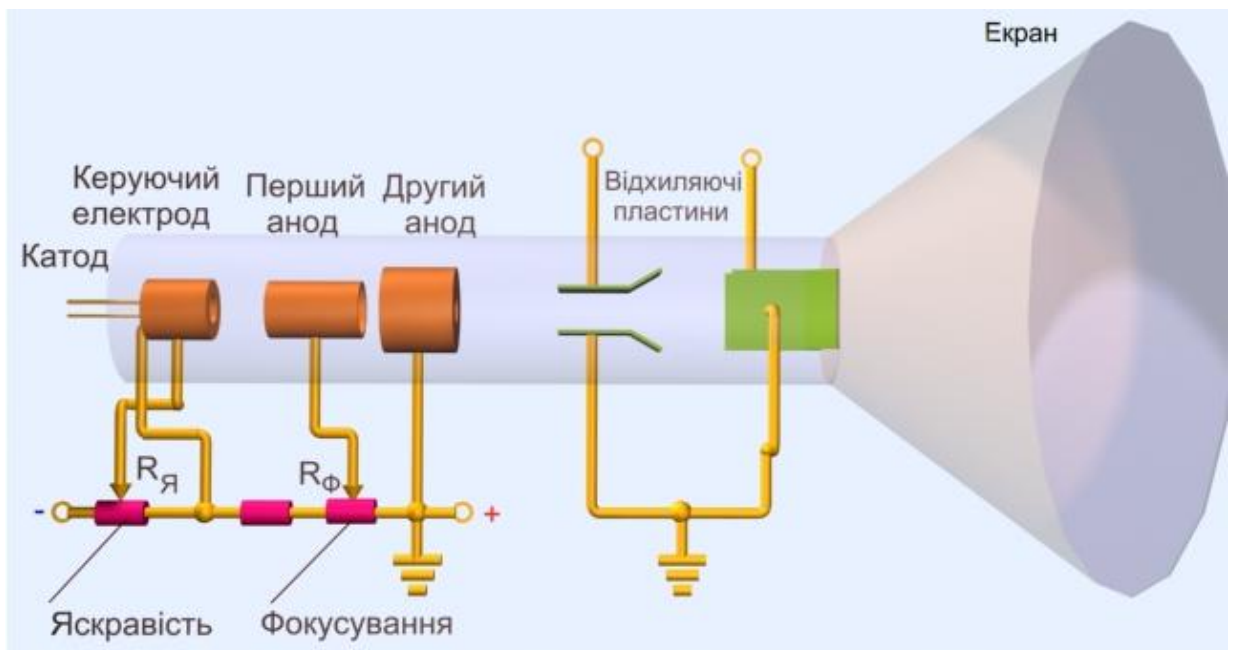
Демонстрацією принципу дії вакуумного триода супроводжуємо постановкою запитання творчого характеру, на які учні дають конструктивні відповіді:

1. Як отримати вільні заряджені частинки у вакуумному балоні з електродами?
2. Відомо, що над розжареним металом катода утворюється хмарка електронів. Чи впливає вона на емісію електронів?
3. Чи змінюється густина електронної хмарки біля поверхні катода, якщо температура його зростає?
4. У вакуумного триода лопнув скляний балон. Як це вплине на його роботу на: а) Землі; б) Місяці?
5. Куди будуть рухатися електрони після виривання з катода?
6. Що відбудеться, якщо ми замкнемо ключ *S* при позитивному потенціалі на сітці?
7. Чи зміниться час пролітання електронів від катода до анода, якщо напруга на аноді збільшити в *k* раз?
8. В який вид енергії перетворюється кінетична енергія електронів, коли вони досягають поверхні анода?
9. В якому колі більша напруга – в першому чи другому? Чому?
10. Що відбудеться, якщо ми замкнемо ключ *S* при негативному потенціалі на сітці?

11. Як впливає потенціал сітки на струм, який протікає між катодом і анодом?
12. Чому при збільшенні негативного потенціалу лампа закривається?
13. Як впливає потенціал сітки на швидкість електронів в момент досягнення ними поверхні анода?
14. Для чого всередину тріода вводять додаткові сітки а) другу (тетрод); б) дві сітки (пентод)?
15. Які висновки можна зробити з проведених дослідів? Яка основна властивість вакуумного тріода?

III. Пояснення будови принципу дії електронно-променевої трубки.

Якщо в аноді електронної лампи зробити отвір, то частина електронів, прискорених електричним полем, пролетить в отвір, утворюючи за анодом **електронний промінь**. При взаємодії з речовиною електрони електронного променя викликають різноманітні явища, які використовуються на практиці. Можливість керувати електронним променем за допомогою електричного чи магнітного полів і свічення покритого люмінофором екрана під дією електронного променя використовують у електронно-променевої трубці (рис. 2.8).



a)

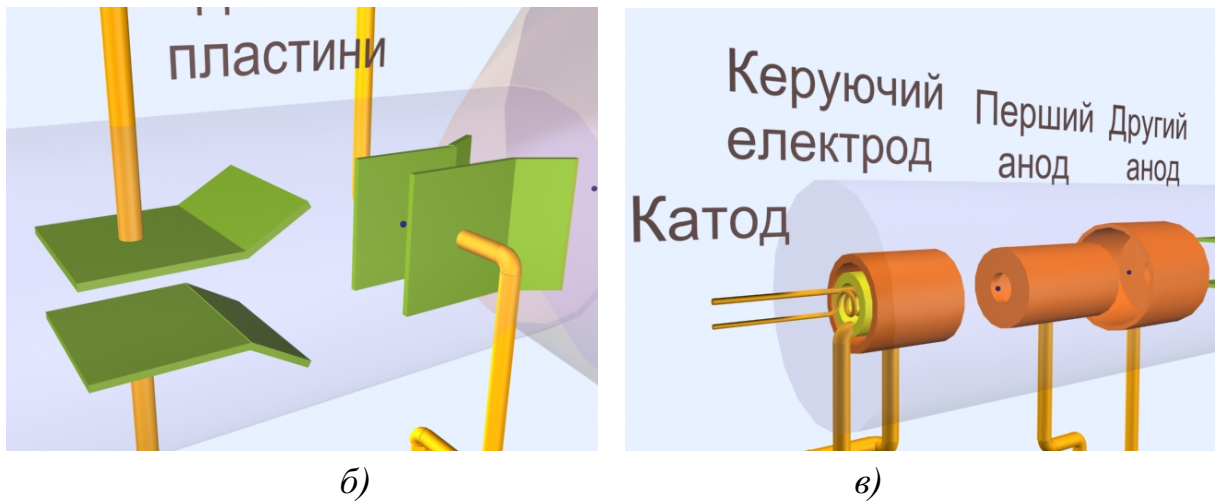


Рис. 2. 8. Фрагменти анімації “Будова і принцип дії електронно-променевої трубки”

Електронно-променева трубка, подібно тріоду, також є вакуумним приладом. Катод за рахунок явища термоелектронної емісії випускає електрони, що притягаються трубчастими анодами (прискорюючим і фокусуєчим). Електричне поле, що існує між катодом і анодом, надає електронам таку швидкість, що вони, пролітаючи крізь систему відхиляючих пластин (X та Y), у вигляді електронного пучка “бомбардують” екран, який покритий зсередини люмінофором. Форма, розміщення і потенціали анодів вибрані так, щоб не тільки прискорювались електрони, а й фокусувався електронний пучок, тобто зменшувалася площа його поперечного перерізу на екрані майже до точки.

Фактично аноди являють собою систему електростатичних лінз, які фокусують електронний промінь. Позитивна напруга першого анода обчислюється кількома сотнями, а другого – кількома тисячами вольтів. Внаслідок цього силові лінії поля будуть направлені від другого анода до першого (рис. 2.9). В кожній точці поля на електроні діє сила, яка напрямлена по дотичній до силової лінії в даній точці поля. Електрони, які влітають в систему вздовж осі 1 , рухаються з прискоренням не змінюючи свого напрямку, оскільки напрямок сили електростатичного поля анодів співпадає з напрямком руху електронів

Якщо влітає в під на сила поля не їх руху. а по

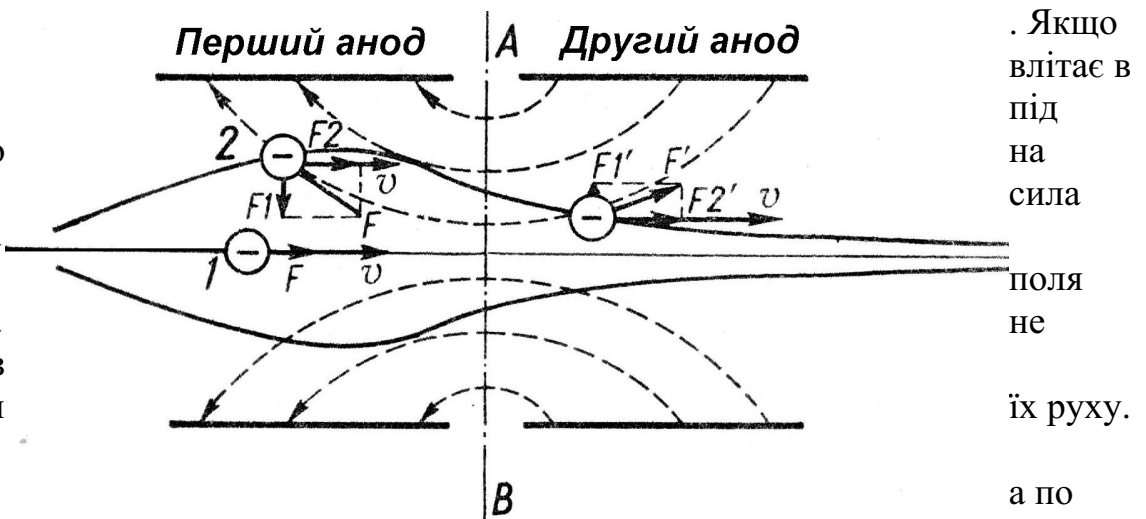


Рис. 2. 9. Схема фокусування електронного променя

дотичній до лінії напруженості електричного поля. Для зручності її можна умовно розкласти на дві складові: F_x і F_y . Горизонтальна складова, як і для випадку 1, викликатиме прискорення частинки, а вертикальна – її зміщення до осі циліндра. Отже, під дією електричного поля промінь, який розсіювався, починає збиратися, тобто фокусується.

Далі промінь переходить у другий циліндр, в якому дотичні до ліній напруженості електричного поля напрямлені від центра осі циліндра. Аналогічно до першого анода, але у зворотному напрямку буде вже відбуватися розсіювання променя. Оскільки рух відносно осі Ox є рівноприскореним, то логічним буде висновок, що час проходження електронів в другому аноді буде меншим, ніж в першому (швидкість переміщення електронів у першому аноді менша, ніж у другому). Тому збирання променя буде домінувати над його розсіюванням. У результаті цього отримуємо промінь, яким збирається під невеликим кутом. Ступінь фокусування електронів регулюють різницею потенціалів між першим і другим анодом. Конструктивно це здійснюється введенням резистора фокусування R_ϕ , що й зображено на рис. 2.8 а [138; 80-81].

У даній електронно-променевої трубці відхиляючою системою є заряджені пластини. Із рис. 2.8 б видно, що така відхиляюча система складається з двох пар металевих пластин: вертикальних і горизонтальних. Їх називають *керуючими електродами*. Подаючи напругу на вертикальні пластини, ми змушуємо електронний промінь відхилитися по горизонталі; подаючи ж напругу на горизонтальні пластини, ми змушуємо електронний промінь зміститися по вертикалі.

За допомогою анімації учень наочно вивчає будову електронно-променевої трубки, спостерігає за рухом електронів від катода до анодів, між відхиляючими пластинами і до екрана. На рис. 2.8 а-в зображено ключові фрагменти цієї демонстрації.

Підготовку до віртуальної демонстрації принципу дії електронно-променевої трубки та її проведення супроводжуємо постановкою учням запитань як творчого, так і репродуктивного характеру:

1. З яких основних елементів складається електронно-променева трубка?
2. Для чого служить катод?
3. Повертаючи одну з ручок керування телевізора в максимальне положення, ми зменшуємо строк служби трубки. Яка це ручка?
4. Яке призначення прискорюючого анода?
5. Яке призначення фокусуєчого анода?
6. Обертаючи ручку з написом “фокусування”, можна керувати розміром світної плями, яку залишає електронний пучок на екрані телевізора. Як здійснюється це керування?
7. Яке призначення відхиляючих пластин?
8. Куди зміститься електронний промінь, якщо на верхню пластину подати негативний потенціал, а на нижню – позитивний?
9. За допомогою якого поля відбувається (в основному) керування електронним пучком в осцилографі, в телевізорі? В чому різниця?

10. Чи зміняться розміри сучасних телевізорів, якщо, не змінюючи площі екрана, для керування пучком електронів використати електричне поле пластин плоского конденсатора?
11. Яка властивість люмінесцентного екрана?
12. В який вид енергії перетворюється кінетична енергія електронів, коли вони досягають екрану?
13. Для чого до складу скла телевізійних трубок вводять свинець або інші важкі елементи?
14. Чи відрізняється характер руху електронів в електронно-променевої трубки осцилографа і телевізора?
15. Який висновок можна зробити по проведених дослідів?

2.2.2. Напівпровідникові прилади

1. Пояснення принципу дії напівпровідникового діода.

У сучасній техніці широко використовують матеріали, які своїми властивостями займають проміжне місце між провідниками і діелектриками й тому дістали назву *напівпровідників*.

Процес вивчення напівпровідників почнемо із з'ясування своєрідності їх будови на прикладі Сіліцію. Під час пояснення матеріалу демонструємо просторову модель фрагменту кристалічної решітки Сіліцію (рис.2.9.) за допомогою комп'ютерної анімації „Будова кристалічної решітки напівпровідників”.

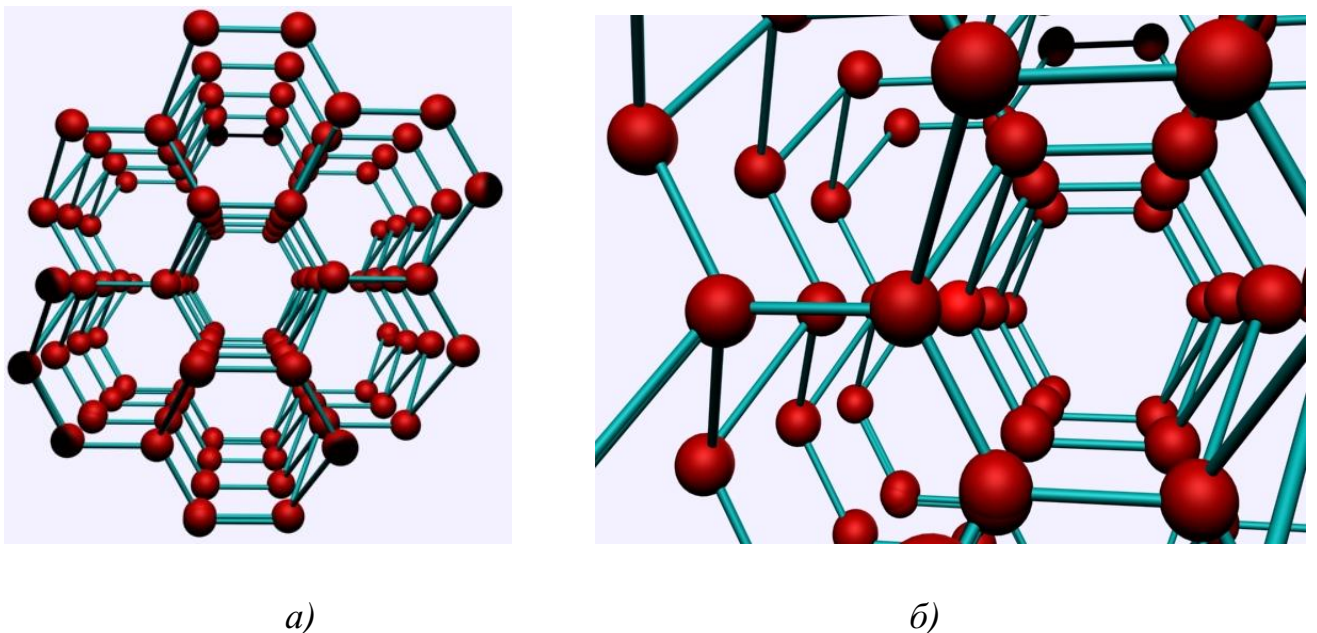


Рис. 2. 10. Фрагменти анімації „Будова кристалічної решітки напівпровідників”

Щоб наочніше зобразити цей зв'язок, будову кристала умовно розглядаємо як плоску схему (рис. 2.11). Атоми зв'язані парноелектронними зв'язками, які

поширюються й на сусідні атоми. Не слід вважати, що колективізована пара електронів належить лише двом атомам. Кожен атом утворює чотири зв'язки із сусідніми, і будь-який валентний електрон може рухатися по одній з них. Колективізовані валентні електрони належать усьому кристалу.

В чистому кристалі напівпровідника при низьких температурах вільних електронів немає, і такі кристали при цих умовах є діелектриками. Для того щоб зв'язаний електрон став вільним, необхідно збільшити його кінетичну енергію. Цього можна досягнути нагріванням напівпровідників, що викликає розрив ковалентних зв'язків. Це призводить до виникнення *власної електронної провідності (провідності n-типу)* чистого напівпровідника. Це означає, що з підвищенням температури електропровідність чистих напівпровідників зростає.

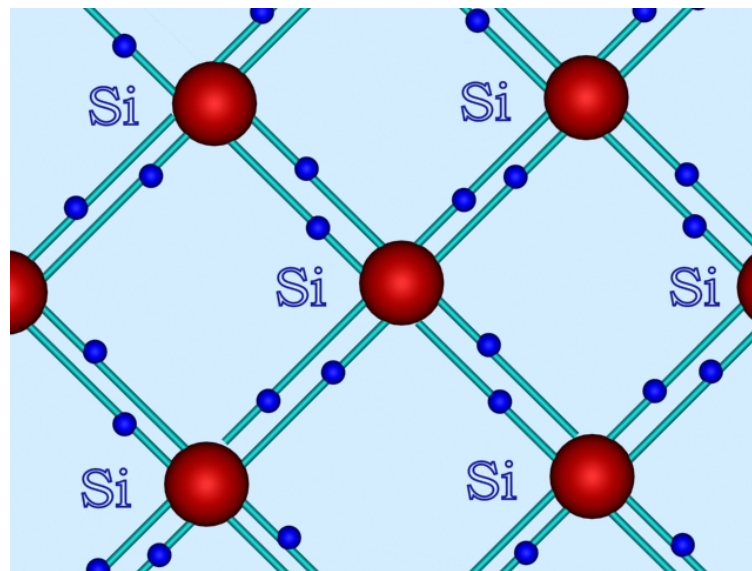


Рис. 2. 11. Спрощена (площинна) модель будови кристалічної решітки напівпровідників.

Коли електрон, який отримав необхідну енергію для відриву від атома, виривається із свого місця, то електрична нейтральність кристалу на цьому місці зникає, в цьому місці виникає надлишковий позитивний заряд – утворюється *позитивна дірка*. Електропровідність чистого напівпровідника, обумовлена впорядкованим переміщенням дірок, називається *власною дірковою провідністю (провідністю p-типу)*.

За звичайних умов число вільних електронів дорівнює числу дірок. Перескакування електронів з одного місця на інше відбувається спонтанно у різних напрямках. Якщо до напівпровідника прикласти електричне поле, то завдяки його дії електрони почнуть переміщуватися з одного місця на інше проти напрямку вектора напруженості електричного поля. У свою чергу, вакантні місця для електронів (дірки) уявно будуть рухатися у напрямку, що співпадає з напрямком вектора напруженості електричного поля. Тому при наявності електричного поля виникає упорядковане переміщення і електронів, і дірок. Таким чином ми можемо спостерігати *власну провідність напівпровідників*.

Власна провідність напівпровідників невелика, тому що вільних електронів дуже мало. Поясненням цьому є те, що число вільних електронів складає приблизно одну десятимільярдну частину від загального числа атомів.

Істотна особливість напівпровідників полягає в тому, що у них при наявності домішок поряд із власною провідністю виникає додаткова, *домішкова провідність*. Змінюючи концентрацію домішки, можна значно змінювати число носіїв заряду того чи іншого знака. Завдяки цьому можна створювати напівпровідники з переважною концентрацією заряджених частинок *n*- або *p*-типу. Відповідно до цього домішки поділяють на *донорні* і *акцепторні*.

Проведемо мислений експеримент. Введемо у Сіліцій невелику кількість п'ятивалентного елемента, наприклад, Арсен. Кожен атом Арсена чотирма своїми зовнішніми електронами вступить у зв'язок з чотирма сусідніми атомами Сіліцію. П'ятий зовнішній електрон Арсена виявиться „лишнім”: не буде приймати участі у встановленні міжатомних зв'язків (рис. 2.12 а). Енергія, необхідна для розриву зв'язку п'ятого валентного електрона з атомом Арсена в кристалі Сіліцію, мала. Тому при кімнатній температурі майже всі атоми Арсена втрачають один із своїх електронів і стають позитивними іонами. Практично кожний атом введеного Арсена створює у напівпровіднику по одному вільному електрону (0,0001 % домішок Арсена збільшує число вільних електронів у Сіліцію приблизно в 10^3 раз).

Істотно, що кількість дірок не збільшується, оскільки вивільнення „лишніх” електронів не розриває міжатомних зв'язків. У результаті цього Сіліціум збагачується вільними електронами; домішкова електронна провідність стає в ньому основною. Напівпровідникові матеріали, в яких електрони є основними носіями заряду, а дірки – неосновними, називаються *електронними напівпровідниками* або *напівпровідниками n-типу* (*negative* – негативний).

Введемо тепер у Сіліціум невелику кількість трьохвалентного елемента, наприклад Індію. Кожен атом Індію міцно держатиметься трьома своїми зовнішніми електронами за три сусідні атоми Сіліціума. Крім того, атом Індію захоплює електрон в одного із сусідніх атомів Сіліціума і стає негативним іоном. Захват електрона від одного з атомів Сіліціума призводить до виникнення дірки (рис. 2.12 б).

Практично кожен атом введеного Індію створить у напівпровіднику по одній дірці. Очевидно, що кількість вільних електронів не збільшиться. У результаті цього Сіліціум збагатиться дірками, домішкова діркова провідність стане в ньому основною, а електрона – неосновною. Напівпровідники, в яких концентрація дірок перевищує концентрацію електронів провідності, називають – *дірковими напівпровідниками* або *напівпровідниками p-типу* (*positiv* – позитивний).

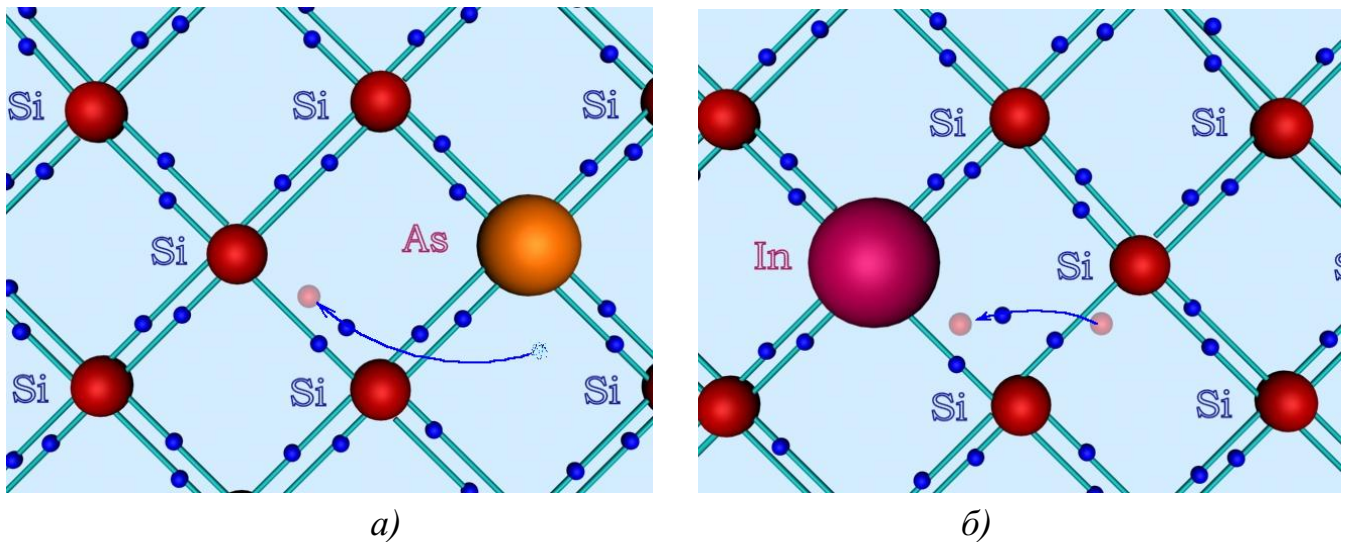


Рис. 2. 12. Домішкова провідність напівпровідників:
а) електронна; б) діркова.

Ознайомивши учнів із властивостями власної і домішкової провідності напівпровідників переходимо до пояснення принципу дії напівпровідникового pn -переходу. Звертаємо увагу на поняття „дірка”, яке вводиться для спрощеного опису стрибкоподібного рух електронів із заповненого парноелектронного зв’язку атомів у незаповнений. Слідкувати за переміщенням незаповнених парноелектронних зв’язків легше, чим за стрибкоподібним, естафетним рухом великої кількості валентних електронів.

Створюємо спрощену комп’ютерну модель, у якій електрон позначаємо кулькою синього кольору, а дірку (вакансію електрона) – кулькою червоного кольору. Атом із заповнений парноелектронним зв’язком позначаємо двокольоровою кулькою (червоного і синього кольору).

На демонстрації бачимо рух електронів і уявний рух дірок (рис. 2.13-2.14).

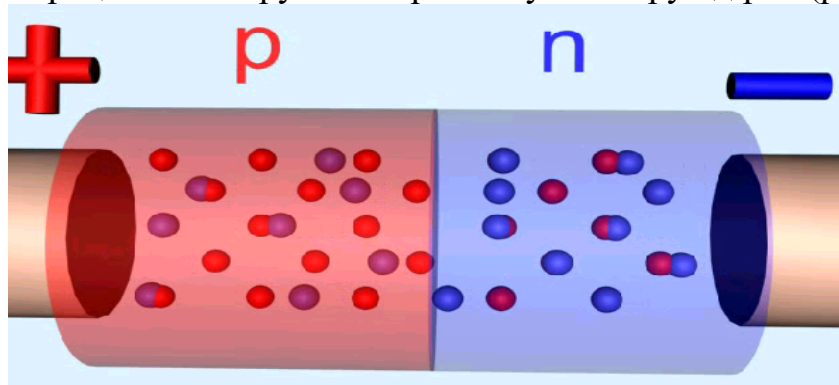


Рис. 2. 13. Фрагмент анімації “Принцип дії напівпровідникового діода – пряме ввімкнення”

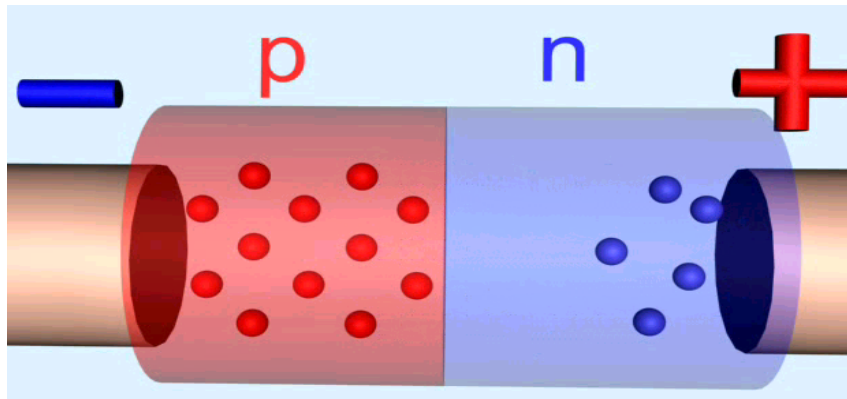


Рис. 2. 14. Фрагмент анімації “Принцип дії напівпровідникового діода – зворотне ввімкнення”

З метою активізації творчої діяльності учнів залучаємо їх у процес постановки запитань, що стимулюють їхню уяву:

1. Як ви собі уявляєте дірку?
2. Як ви собі уявляєте електрон?
3. Чому вільні носії зарядів не можуть утриматися в області p - n -переходу?
4. Після підключення джерела струму куди будуть переміщуватися електрони, а куди – дірки? Чому?
5. Що відбудеться, якщо електрон і дірка зустрінуться?
6. Чому електричний струм буде проходити при прямому включенні діода?
7. Чи поліпшиться робота напівпровідникового приладу, якщо охолодити його до температури рідкого гелію?
8. Напруга, прикладена до діода, збільшується в k раз. Чи означає це, що й сила струму через нього збільшиться в стільки ж разів?
9. Що станеться з носіями електричного струму при зворотному включенні діода?
10. Чи буде проходити електричний струм при зворотному включенні діода? Чому?
11. Чи виконується закон Ома, коли струм проходить через p - n -перехід: а) у прямому напрямі; б) у зворотному напрямі.
12. Який висновок можна зробити по проведеним дослідом?

II. Пояснення принципу дії польового транзистора. Базуючись на поясненні будови і принципу дії напівпровідникових діодів, які були наведені вище, використаємо створену нами комп’ютерну модель польового транзистора для більш наочного і доступного пояснення принципу його дії (рис. 2.15 а). Дана демонстрація є завершальним етапом формування знань про даний тип транзистора, оскільки вона повністю змальовує будову і принцип його дії. З рис. 2.15 б видно, що при замиканні ключа $SA2$ між витоком і стоком через канал проходить електричний струм, а при замиканні ключа $SA1$ (рис. 2.15 в) відбувається звуження каналу, що призводить до зменшення кількості електронів, які проходять через нього, тобто сила струму зменшується. Таким чином, відбувається керування потужним сигналом за допомогою слабого.

З метою уникнення пасивного сприйняття учнями інформації, створюємо умови для розкриття ними суб'єктивної новизни навчального матеріалу постановкою запитань творчого характеру:

1. Як вмикається перехід витік-стік в транзисторі?
2. Як вмикаються виводи витік-затвор в транзисторі?
3. Що відбудеться з електричним струмом у каналі між стоком і витоком, якщо замкнути ключ $SA2$?
4. Що відбудеться з електричним струмом у каналі між стоком і витоком, якщо замкнути ключ $SA1$?
5. Що відбудеться з електричним струмом у каналі між стоком і витоком, якщо розімкнути ключ $SA1$? Що відбудеться з електричним струмом у каналі між стоком і витоком, якщо розімкнути ключ $SA2$?
6. Що відбувається з опором каналу при замиканні ключа $SA1$? На що це вплине?
7. Який висновок можна зробити по проведених дослідах?

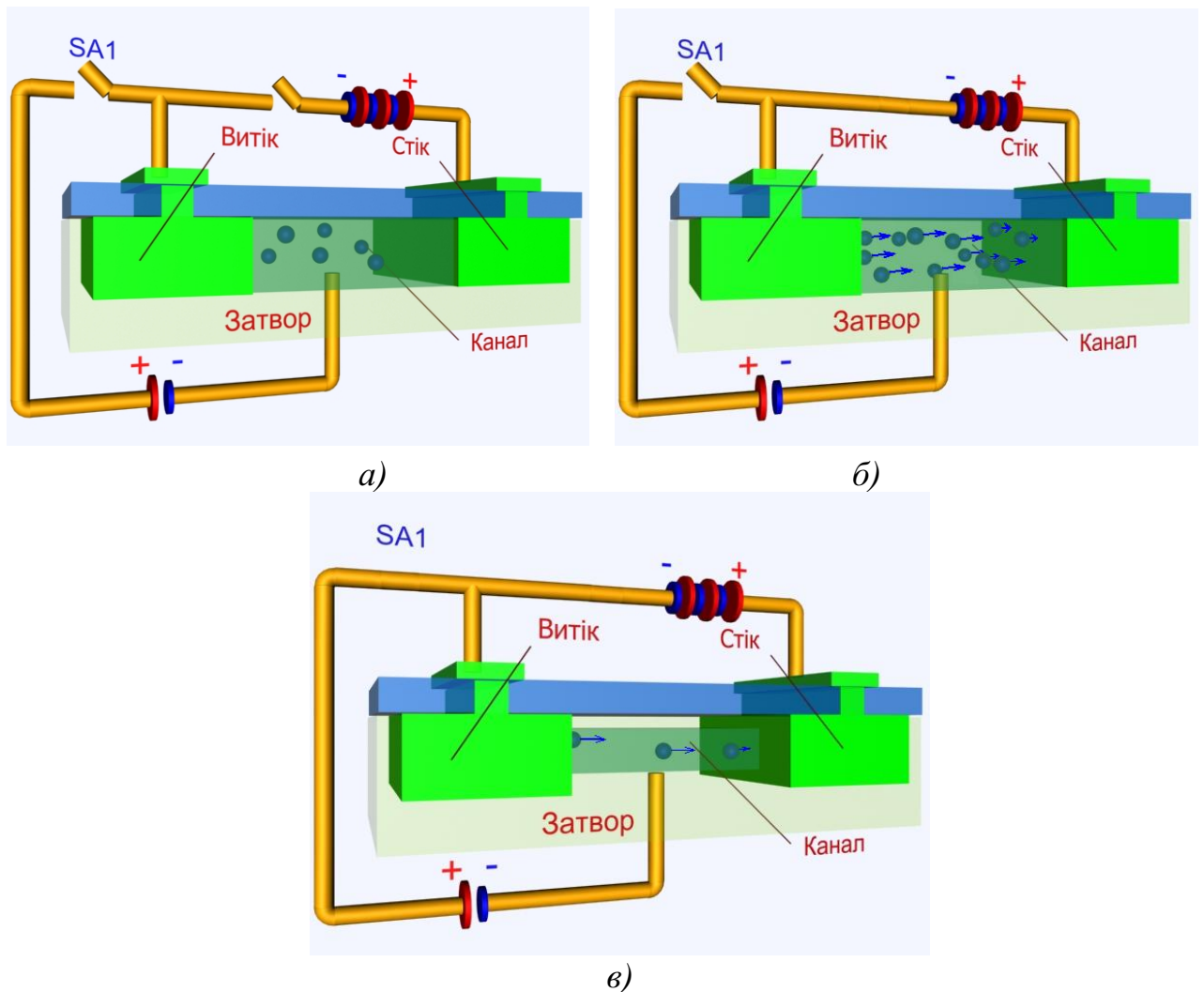


Рис. 2. 15. Фрагменти анімації “Принцип дії напівпровідникового польового транзистора”

III. Пояснення принципу дії біполярного транзистора.

Наші пояснення подібні до попередніх. При вимкнених ключах $SA1$ та $SA2$ електрично заряджені частинки знаходяться у відносному спокої (рис. 2.16 а). Після ввімкнення вимикача $SA2$, відбувається переміщення заряджених частинок до відповідних полюсів (рис. 2.16 б). Таке переміщення відбувається у перший момент. Але потім, оскільки перехід база-колектор вмикається у зворотному напрямі, то електричний струм через цей перехід протікати не буде. При включенні вимикача $SA1$ відбувається інжекція (вприскування) зарядів (в даному випадку – електронів) з емітера в базу, які згодом підхоплюються електричним полем джерела струму \mathcal{E}_2 . При цьому йде струм через споживач R (рис. 2.16 в). Якщо ж розімкнути вимикач $SA1$, то інжекція електронів припиниться і струм через перехід база-колектор припиниться. Таким чином ми можемо керувати струмом через перехід база-колектор.

Як і в попередніх демонстраціях, створюємо умови для постановки учнями запитань творчого характеру, як наприклад:

1. Як вмикається перехід емітер-база в транзисторі?
2. Як вмикається перехід база-колектор в транзисторі?
3. В якій зоні транзистора найменша концентрація основних носіїв струму?
4. Чи збігається концентрація основних носіїв струму в емітері і колекторі?
5. Що відбудеться з електричним струмом в переході емітер-база, якщо замкнути ключ $SA2$?
6. Що відбудеться з електричним струмом в переході база-колектор, якщо замкнути ключ $SA2$?
7. Що відбудеться з електричним струмом в переході емітер-база, якщо замкнути ключ $SA1$?
8. Що відбудеться з електричним струмом в переході база-колектор, якщо замкнути ключ $SA1$?
9. ЕРС другого джерела струму умовно в три рази більша, ніж першого. На що це впливає?
10. За рахунок чого відбувається підсилення напруги?
11. Як вплине на роботу транзистора збільшення товщини його бази?
12. Чи можна замінити транзистор двома діодами однакового типу, сполученими відповідно переходами?
13. Чому деякі транзистори монтують на металевій основі?
14. Як вплине на роботу транзистора ввімкнення переходу емітер-база не в прямому, а у зворотному напрямі?
15. Який висновок можна зробити із проведених дослідів?

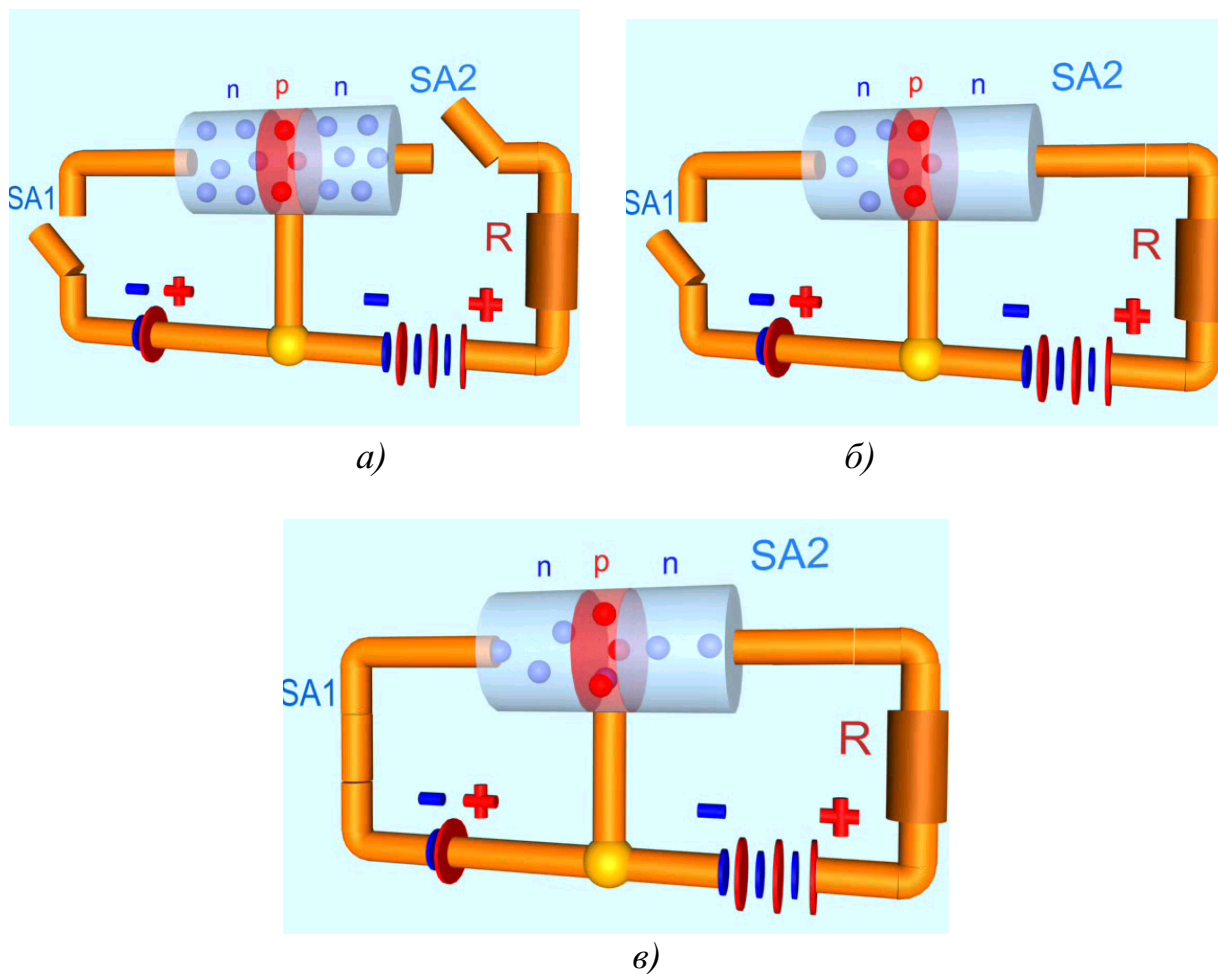


Рис. 2. 16. Фрагменти анімації “Принцип дії напівпровідникового біполярного транзистора”

Під час пояснення принципу дії транзистора опираємося на фантазію учнів, залучаємо їх образне мислення. Завдяки такому вивченню явищ на уроці не буває пасивних та байдужих учнів. Кожний з них бере участь у пошуку істини, намагається продемонструвати іншим і собі здатність до створення нового знання, виявляючи інтерес до навчального матеріалу.

2.3. Система аналогій та моделей під час вивчення елементів електроніки

Фізика як наука часто оперує абстрактними поняттями, моделями, аналогіями, ідеалізованими системами, придуманими і введеніми людиною для легшого розуміння процесів і явищ, які досліджуються. Використання моделей і аналогій, як відомо, перетворює процес навчання у легкий для сприймання, наочний, полегшує усвідомлення змісту багатьох фізичних процесів та їх закономірностей, розвиває логічне мислення, творчу уяву і творчі здібності.

Зупинимось на такому об'єкті вивчення як заряджені частинки, зокрема електрони та іони, дослідження поведінки яких призвело до виникнення й розвитку електроніки. Одними із основних елементів кожного складного електронного обладнання є напівпровідникові елементи. Вони зустрічаються практично у всіх відомих конструкціях, приладах, установках. Для чіткого і

правильного розуміння принципу їх дії необхідно сформувати знання про ці елементи ще в школі. Від того, наскільки цікаво і творчо подає цей матеріал учитель, залежить якість сприймання і засвоєння знань учнями.

Для цього, наприклад, електричний струм часто порівнюють із струменем рідини, і всі його фізичні характеристики порівнюють з характеристиками, які описують рух рідини (напруга – різниця висот рідини, сила струму (швидкість проходження електричного заряду через одиницю площі) – кількість рідини, яка пройшла через поперечний переріз труби за одиницю часу).

Вміння наводити аналогії явищ, порівнювати їх з іншими (навіть з іншим розділів) – це діяльність, яка прямо вказує на глибину розуміння навчального матеріалу, якість його засвоєння і вміння застосовувати на практиці.

2.3.1. Напівпровідникові діоди

Застосуємо метод аналогій під час вивчення напівпровідникового діода і його практичного використання у техніці (на прикладі промислового блока живлення для побутової електро- та радіоапаратури).

Як відомо, *напівпровідниковим діодом* називається напівпровідниковий прилад з одним *p-n* переходом і двома виводами [22; 3]. Учням відомо, що діод проводить електричний струм в одному напрямі (при прямому увімкненні він має набагато менший опір, ніж при зворотному (рис. 2.17)). Для наочності на графіку масштаб прямого струму значно більший, ніж зворотнього.

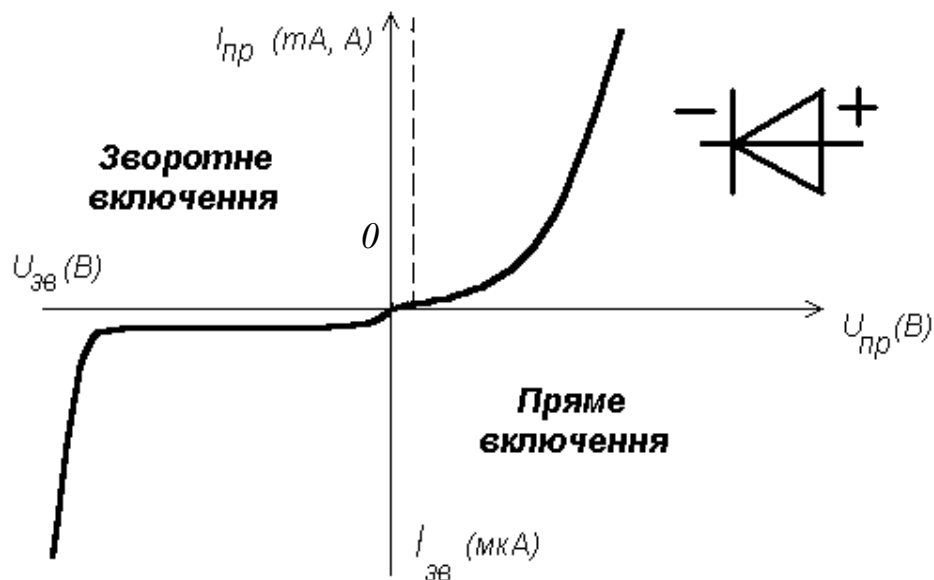


Рис. 2. 17. Вольт-амперна характеристика напівпровідникового діода.

Корисно звернутися до його відомої в методиці фізики аналогії – дії клапана водяного насоса (рис. 2.18). Рідина через таку систему буде рухатися імпульсами, але в одному напрямі.

На основі напівпровідникових діодів виготовляють діодний випрямляч. Напівпровідниковий діод, призначений для перетворення змінного струму у

постійний називають *випрямляючим* [22; 3]. Розглядаючи принцип дії діодного випрямляча, часто користуються схемою, подібною до тієї, що зображена на рис. 2.19. Іноді в учнів виникають труднощі у розумінні її принципу дії. Для їх подолання наводимо копію схеми, зображену дещо у іншому вигляді (рис. 2.20). Вибір цього варіанта схеми зумовлений тим, що в ній не перехрещуються провідники, і для учнів стає більш очевидним напрям струму.

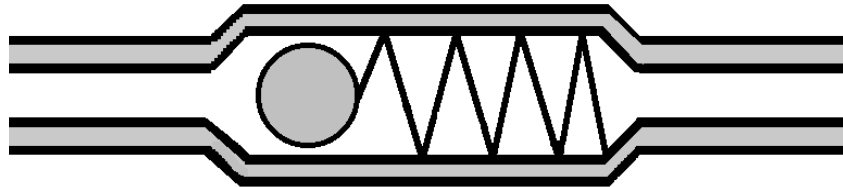


Рис. 2. 18. Аналогія напівпровідникового діода – клапан водяного насоса.

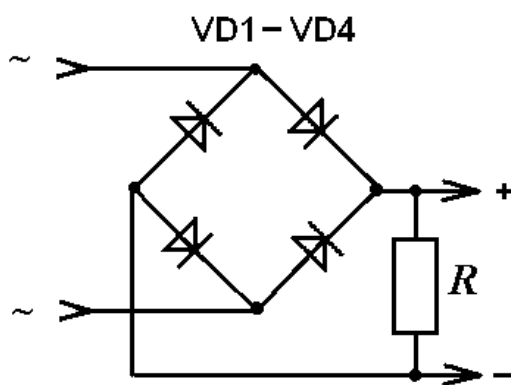


Рис. 2. 19. Схема діодного містка з провідниками, які перехрещуються.

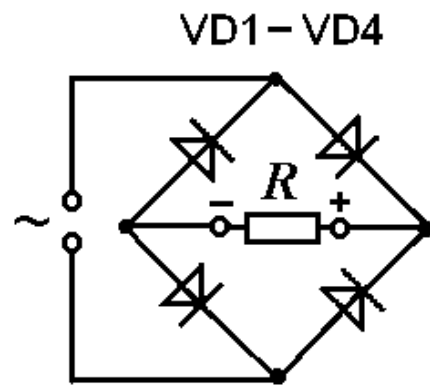


Рис. 2. 20. Схема діодного містка з провідниками, які не перехрещуються.

На основі рисунка 2.21 можна ознайомити учнів із принципом дії випрямляча змінної напруги. Для пояснення принципу дії випрямляча наводимо відому аналогію: діоди (діодний місток) порівнюємо із клапанами водяного насоса.

Поршень в циліндрі здійснює коливальний рух і рідина, відповідно, теж буде коливатися в системі. Проходячи через випрямляч, рідина рухається однонаправлено, що й показано на схемі. Тому через споживач рідина проходить завжди в одному напрямку. На цьому принципі ґрунтується робота блоків живлення.

Доречним, на нашу думку, є виготовлення діючої моделі напівпровідникового діодного містка, основними елементами якого є не випрямляючі діоди, а світлодіоди. Виготовлення на їх основі діодного містка надає більшої наочності при сприйманні і розумінні процесів, що відбуваються при випрямленні змінного електричного струму. При проходженні струму у прямому напрямку, як відомо, світлодіод світиться. Таким чином він вказує на напрямок протікання струму.

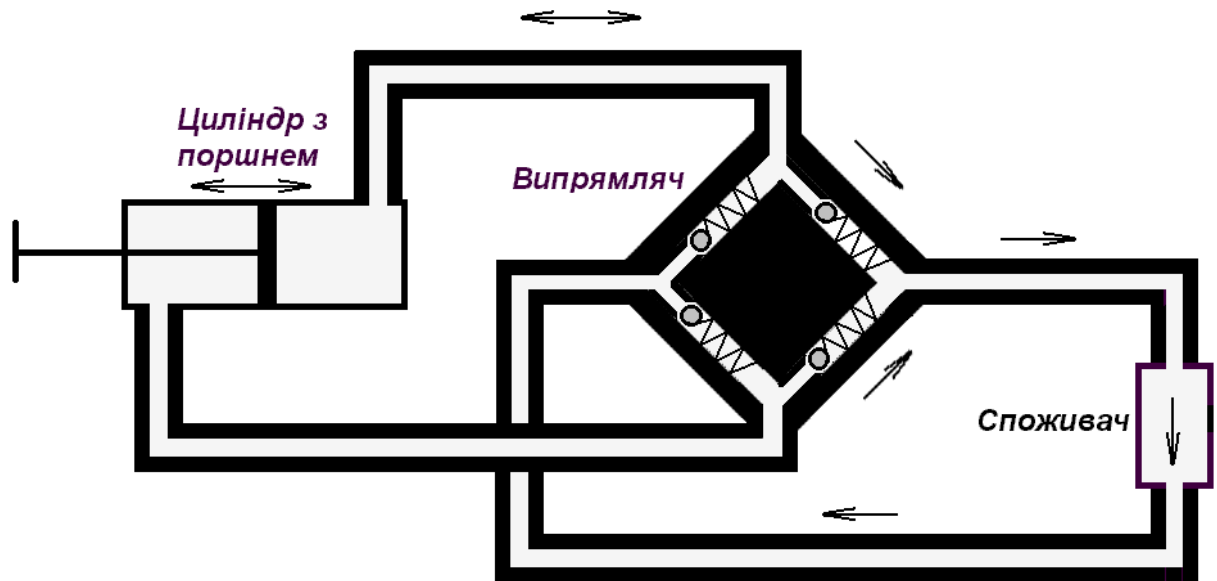


Рис. 2. 21. Аналогія випрямляча змінного струму – модель системи клапанів водяного насоса.

Демонстраційним варіантом є діодний місток на основі випрямляючих діодів, тиристорів і ламп розжарення (рис. 2.22.). Принцип його дії ґрунтується на тому, що змінний струм низької напруги (до 12 В) подається на транзисторний каскад, який керує роботою тиристорів. Тиристори з'єднані послідовно з лампами розжарення і підключені до мережі живлення 220 В. Під час проходження електричного струму через цю систему лампи загоряються, вказуючи силу струму (якісно) і напрямок струму в даний момент часу. Така модель має достатньо великі розміри, зручна для демонстрації принципу дії випрямлячів. Її не складно виготовити учням під керівництвом вчителя.

Оскільки змінний електричний струм промислової частоти має велику частоту коливань ($\nu = 50$ Гц), то його сприймання відбувається з певними ускладненнями. Для спостереження таких коливань звичайно використовують осцилограф. Електронний промінь і його слід на екрані осцилографічної трубки коливаються в точній відповідності з миттєвими значеннями напруги, яка підведена до неї. На екрані ми повинні б побачити коливальний рух світної точки, але цього не спостерігається. Н.М. Розенберг цей ефект пояснює це тим, що напруга частотою 15-20 Гц і більше призводить до появи на екрані нерухокої світної лінії. Через інерційність зорового сприймання і відчутне післясвітіння екрана око неспроможне помітити світної плями [143; 119]. Тому вагомим недоліком такого методу спостереження є *статичне* сприймання динамічних процесів.



Рис. 2. 22. Зовнішній вигляд демонстраційного випрямляча.

Виходом з цієї ситуації є спостереження роботи електронних приладів у сповільненому режимі або, іншими словами, в режимі наднизьких частот. Цю проблему було вирішено В.І. Баштовим, який запропонував у домашніх умовах виготовити нескладний перетворювач постійного струму у змінний на основі змінного резистора [108; 53] та В.М. Двораківським, який запропонував виготовлення генератора наднизької частоти [108; 55]. Аналогічний генератор, але з більш доступних вчителів елементів запропонував Є. В. Коршак [75; 20].

Нами створено власний перетворювач постійного струму у змінний. Він являє собою маятник з ковзким контактом (рис. 2.23.). Його електрична схема проста (рис. 2.24.): на ізольованій основі намотано ~ 100 витків нікелінового дроту. До такого потенціометра (точки 1 і 2) вмикаємо джерело постійної напруги 12 В. У середній точці ділянки напруги є відвід. На стержні маятника закріплено контакт, який вільно ковзає по його витках. Таким чином ми маємо потенціометр, на контактах 3 і 4 якого отримуємо змінну напругу під час коливальних рухів маятника.

Вся система являє собою перетворювач механічних коливань в електричні. Під час відхилення маятника у ліву чи праву сторону струм має певний напрямок, якщо маятник знаходиться у положенні рівноваги, напруга на затискачах 3 і 4 дорівнює нулю. Коливання маятника викликають синусоїдальну зміну напруги на вході перетворювача. Подаючи коливання наднизької частоти на демонстраційний місток, ми маємо можливість спостерігати плавну зміну амплітуди коливань і зміну напрямку протікання електричного струму. Такий підхід, на нашу думку, дає можливість учню краще сприйняти, уявити і зрозуміти принцип дії випрямляча і, відповідно, практичне використання діодів у побуті та техніці. На рис. 2.25. зображено повний вигляд установки (перетворювач і випрямляч).

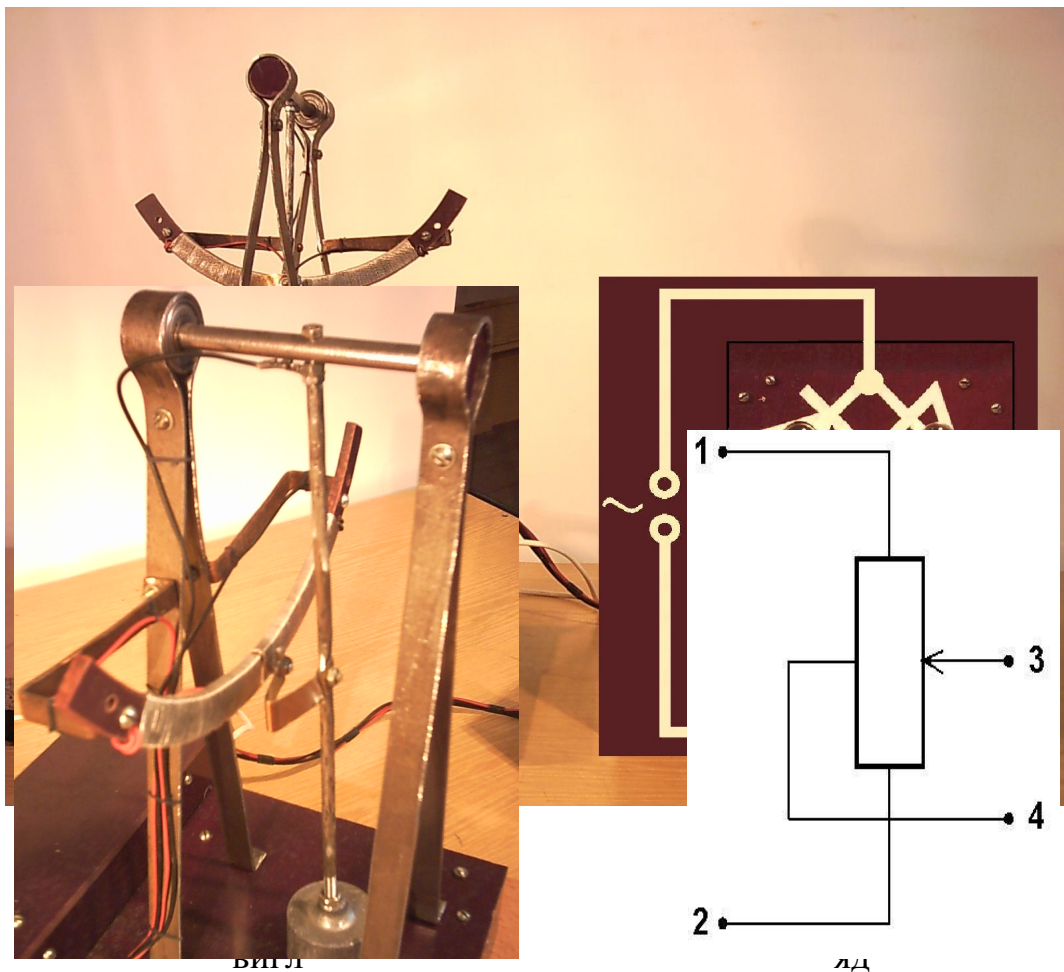


Рис. 2. 25. Перетворювач механічного струму в змінний.

Після випрямлення струм пульсує з подвійною частотою (рис. 2.26). Для згладжування пульсацій у техніці використовується фільтр, після якого струм стає відносно стабільним (рис. 2.27). Користуючись аналогіями, опишемо принцип його дії. Схема, призначена для згладжування пульсацій електричного струму після його випрямлення, подана на рис. 2.28., а її модель – на рис. 2.29.

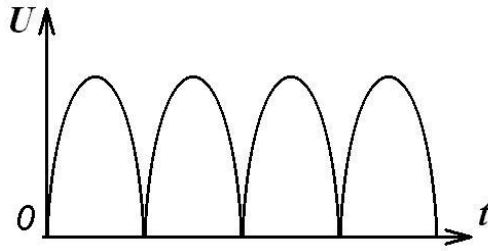


Рис. 2. 26. Вигляд осцилограми електричного струму після випрямлення за допомогою діодного містка.

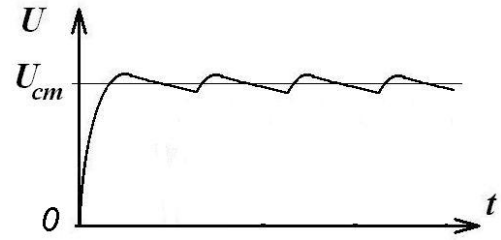


Рис. 2. 27. Вигляд осцилограми електричного струму після проходження через фільтр.

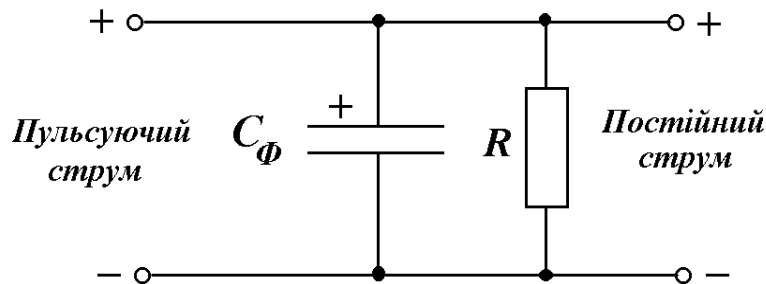


Рис. 2. 28. Схема фільтра для згладжування пульсацій електричного струму.

Пульсуючий водяний потік подається в посудину певної ємності. Пульсація висоти Δh у порівнянні із стовпчиком рідини майже непомітно відображається на рівномірності витікання рідини з посудини. Оскільки $\Delta h \ll h$, то кількість рідини, яка щосекунди витікає з посудини, буде постійною. Цілком очевидно, що чим більша ємність посудини, тим менше відчуються пульсації “струму” на виході посудини.

Напівпровідниковий діод



Рис. 2. 29. Модель-аналогія фільтра для згладжування пульсацій електричного струму – ємність для води великого об'єму.

часто використовують для захисту приладів у разі появи в електромережі підвищеної напруги. Якщо уважно ознайомитися з вольт-амперною характеристикою напівпровідникового діода, то на ній можна побачити різке зростання провідності при певному значенні зворотної напруги (рис. 2.17). Якщо зібрати схему за рис. 2.30 (R – опір споживача, R_b – баластний резистор, VD –

діод (стабілітрон КС133А), \mathcal{E} – джерело живлення з напругою ≈ 4 В), то при підвищенні допустимої напруги на споживачі, “відкривається” діод і шунтує його. Внаслідок цього напруга на споживачі не перевищує допустимого значення. Необхідно звернути увагу учнів, що стабілітрон вмикається і функціонує в колі при зворотному ввімкненні, а діод – у прямому. Такі напівпровідникові діоди, напруга на яких в області електричного пробую при зворотному зміщенні мало залежить від струму в заданому йому діапазоні і які призначені для стабілізації напруги живлення

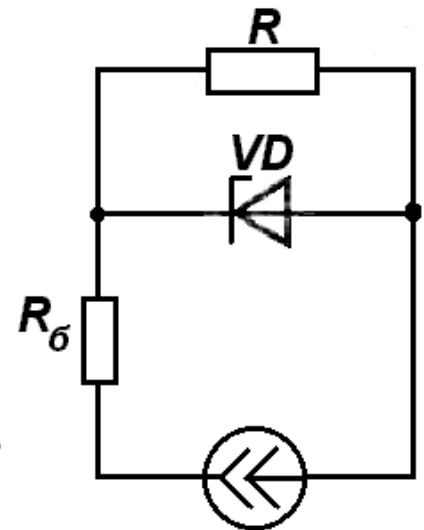


Рис. 2. 30. Стабілізатор напруги.

споживача, називаються *стабілітронами* [22; 20]. Основна властивість стабілітрона – змінювати власний опір під дією струму. Якщо струм збільшується, то опір зменшується і навпаки. Тому напруга на стабілітроні і, відповідно, на споживачі залишається практично незмінною. Зміна вхідної напруги викликає зміну напруги лише на баластному резисторі R_6 . Якщо ж сила струму на споживачі змінюється, то повинна змінюватися і напруга на ньому. Цього не відбувається, бо якщо струм через споживач зростає, то через стабілітрон навпаки – спадає. Загальний струм, що йде через систему “споживач-стабілітрон” залишається сталим, а, отже, напруга не змінюється. Така властивість стабілітрона використовується у стабілізаторах напруги [163].

Крім того, можна пояснити учням принцип дії стабілітрона за допомогою аналогій. Порівняємо роботу стабілітрона з роботою запобіжного патрубку у водяній системі (рис. 2.31). При зростанні рівня рідини (у стабілізаторі, аналогічно, напруги) вище допустимої рідину спускається через запобіжний канал. Таким чином, постійно підтримується певний рівень рідини (аналогічно, напруги).

На основі випрямляча струму можна розглянути принцип дії подвоювача напруги. Пристрій, схема якого показана на рис. 2.32 а, – однопівперіодний випрямляч. Постійна напруга U_1 на конденсаторі $C1$ буде перевищувати змінну напругу на вході пристрою приблизно в 1,4 рази, тобто буде відповідати амплітудному значенню півхвилі змінної синусоїдальної напруги.

Постійну напругу на виході випрямляча неважко збільшити практично вдвічі (рис. 2.32 б), якщо додати ще один діод ($VD2$) і конденсатор ($C2$). Тепер отримують випрямляч, що працює при обох півхвилях змінної напруги. Під час додатніх півхвиль на верхньому за схемою плечі буде заряджатися конденсатор $C1$, а під час від’ємних – $C2$. Оскільки конденсатори увімкнені послідовно, сумарна напруга U стане вдвічі більшою, ніж на окремому конденсаторі. Тому

такий випрямляч називають випрямлячем з подвоєнням напруги [163].



Рис. 2. 31. Модель-аналогія стабілізатора напруги – модель запобіжного патрубка водяного насоса.

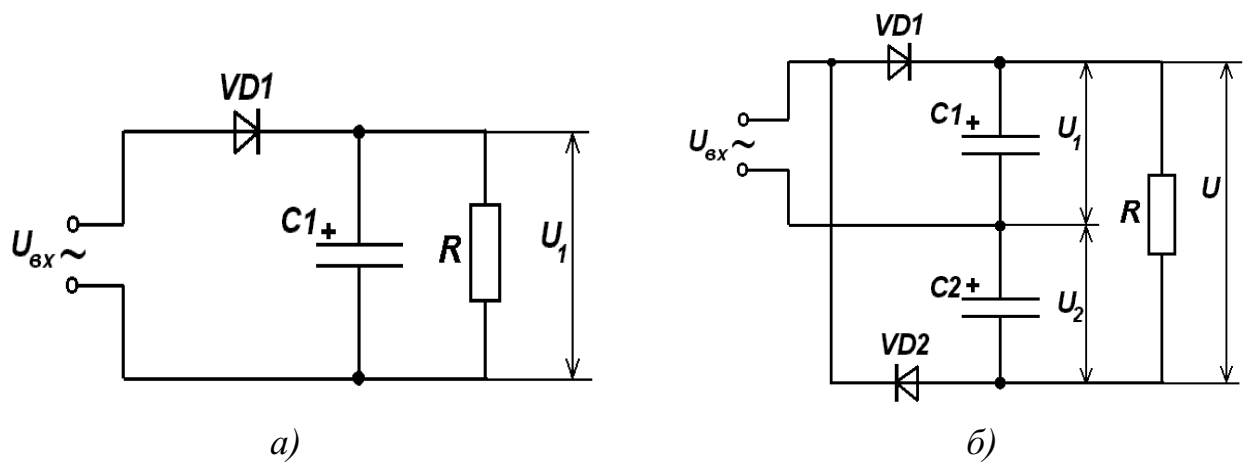


Рис. 2. 32. Схеми підвищення напруги.

2.3.2. Напівпровідникові транзистори

Користуючись подібними поясненнями, можна навести аналогії напівпровідникових транзисторів: польового і біполярного.

Відомо, що питання вивчення принципу дії напівпровідникового транзистора є складним. Для розуміння процесів, які відбуваються всередині напівпровідника, необхідно мати розвинену уяву, яка б дала можливість дитині “відчути” і “побачити” цю картину. Зорова пам’ять, як відомо, надає найбільше інформації мозку. Тому й виникає необхідність перетворити словесний, текстовий матеріал у графічний. Цього можна досягти декількома способами: системою малюнків, діапозитивів, мультиплікацією (наприклад комп’ютерною), кіно- чи відеофільмом.

На нашу думку, найкращим критерієм, який вказував би на рівень засвоєння навчального матеріалу, є мислене уявлення процесів, які відбуваються у явищах дослідження. Для наочного пояснення навчального матеріалу і кращого його розуміння учнями, пропонуємо систему мислених образів процесів, які відбуваються всередині напівпровідника.

Як відомо, напівпровідникові транзистори є біполярні і польові. У шкільному курсі фізики в 10-му класі в розділі “Електричний струм у різних середовищах” більша увага приділяється біполярним транзисторам. Принцип дії такого транзистора пояснюється на основі відомих знань про електронно-вакуумну лампу. Але, з нашої точки зору, принцип дії польового транзистора більше подібний до принципу роботи електронної лампи, ніж біполярного. Тому набагато легшим переходом для вивчення навчального матеріалу з даного розділу, на нашу думку, є перехід від електронно-вакуумного тріода до напівпровідникового з поясненням принципу дії польового транзистора, а потім – біполярного. Після пояснення принципу дії всіх вищевказаних елементів вважаємо доцільним провести узагальнення відомостей і наведення спільних ознак і відмінностей (наприклад, складання і заповнення таблиць для порівняння властивостей вказаних елементів).

Польовий транзистор (уніполярний, каналний) – це напівпровідниковий прилад, підсилювальні властивості якого обумовлені потоком основних носіїв, які протікають через струмопровідний канал, що управляється електричним полем. Принцип дії польового транзистора обумовлений носіями заряду одної полярності [23; 3]. До найважливіших властивостей польових транзисторів відносять високий вхідний опір, що спрощує узгодження вихідного каскаду з джерелом вхідного сигналу; незначний рівень власного шуму; можливість працювати у середовищах з високим рівнем радіаційного випромінювання; робота в умовах низьких температур (у деяких транзисторів зберігаються їх властивості при температурах до -200°C).

Загальновідомо, що дитина краще розуміє навчальний матеріал, якщо він опирається на попередній. При поясненні принципу його дії будемо опиратися на загальновідомі аналогії електричного струму і потоку рідини, на відомі учням знання про електронно-вакуумні лампи і на їх творчу уяву. Перетворюючи і

комбінуючи елементи відомих об'єктів у інші форми ми можемо отримати нові образи з новими властивостями: на основі відомих образів (електронно-вакуумних ламп) і аналітико-синтетичної діяльності людської уяви, створимо нові образи, які зможуть пояснити принцип дії напівпровідникових польових транзисторів.

Наше пояснення має три етапи:

I. Актуалізація опорних знань із власного досвіду дитини (залежність швидкості протікання рідини у трубі від її діаметра) (рис. 2.33). Вона залежить від різниці висот рівнів рідини, виду рідини (в'язкість тощо), опору труби (діаметр, якість поверхні тощо). При незмінних параметрах труби швидкість потоку рідини через її поперечний переріз є сталою величиною (нерозривність потоку). Якщо у певному місці зменшувати діаметр труби, то швидкість протікання рідини зменшиться. Регулюючи діаметр труби ми можемо досягти практично будь-якої швидкості протікання рідини у певних межах (від 0 до v_{max}). Звуження каналу труби на практиці здійснюється за допомогою вентильного крана. Коли кран повністю відкритий, то струмінь води стає максимальним; коли ми його закручуємо, то струмінь води зменшується. Таким чином регулюється потік частинок через водяну систему.

Висновок: причиною зміни швидкості струму рідини є зміна діаметру каналу, по якому вона протікає.

II. Актуалізація опорних знань із раніше вивченого матеріалу (принцип дії електронно-вакуумного тріода) (рис. 2.34).

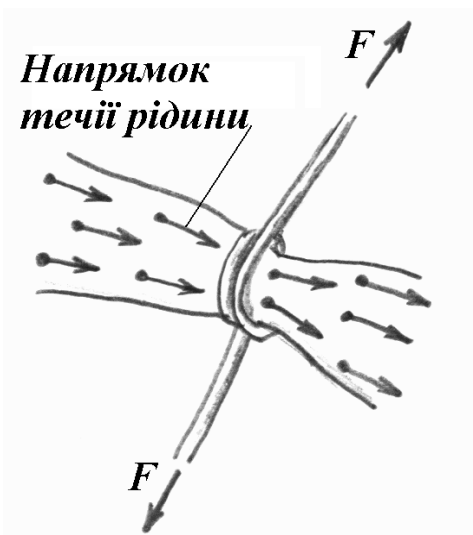


Рис. 2. 33. Аналогія польового транзистора – водяна труба, що перев'язана мотузкою.

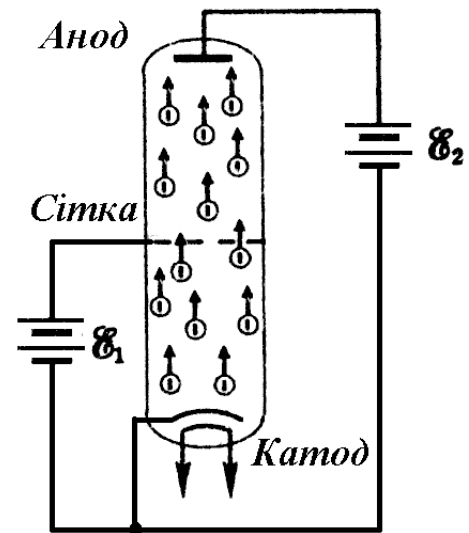


Рис. 2. 34. Схема підключення електронно-вакуумної лампи.

Електронно-вакуумний тріод складається із трьох електродів – катода, анода, сітки. Проведемо мислений експеримент. Подаючи на катод негативний, а на анод позитивний потенціал, відмічаємо появу електричного струму. Якщо на сітку подати негативний по відношенню до катода потенціал, то електричне поле

буде протидіяти руху електронів через лампу, тобто буде повертати їх назад. Якщо ж на сітку подати позитивний по відношенню до катода потенціал, то вона буде сприяти кращому проходженню електричного струму у лампі. Фактично, сітка стає або перепорою, яка заважає протіканню електричного струму, або навпаки – прискорювачем руху заряджених частинок.

Висновок: причиною зміни сили струму є зміна напруги між катодом і сіткою.

III. Вивчення нового матеріалу – пояснення принципу дії польового транзистора. При викладанні цього матеріалу необхідно чітко виділити подібні і відмінні процеси, які відбуваються у наведених вище прикладах.

Попередньо учні вже ознайомлені з власною і домішковою провідністю, ним відомі властивості напівпровідникового діода.

Вивчення польового транзистора доречно почати з його будови. Він має три електроди: *витік* (аналог катода електронно-вакуумної лампи), *стік* (аналог аноду), *затвор* (аналог сітки). Основою польового транзистора є пластина Сіліцію (*затвор*), у якій є тонка область, що називається *каналом* (рис. 2.35). По одну сторону каналу розташований *стік*, по іншу – *витік*. Існує кілька типів польових транзисторів

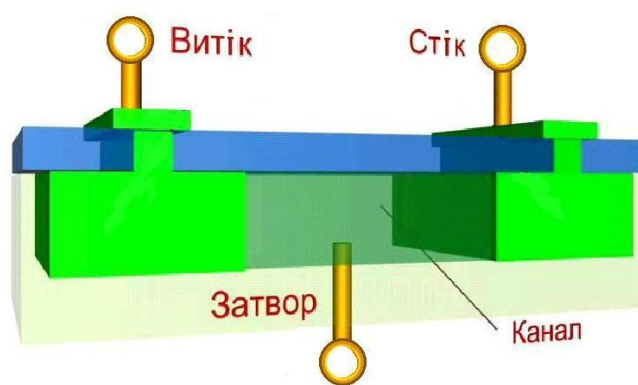


Рис. 2. 35. Будова польового транзистора.

; найбільш поширені – з $p-n$ -переходом, а також транзистори структури МДП (з рос. “металл-диелектрик-полупроводник”), в яких $p-n$ -переходу немає. Польові транзистори бувають різної структури: з n -каналом і p -каналом. Вони можуть бути із затвором у вигляді $p-n$ переходу і з ізольованим затвором. Схематичне позначення польових транзисторів показано на рис. 2.36.

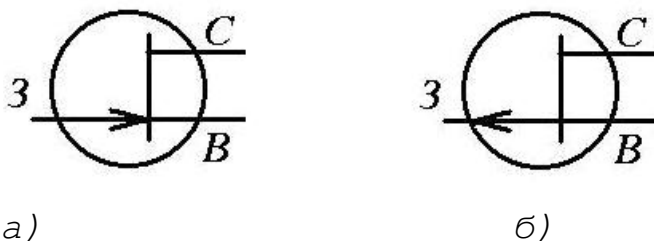


Рис. 2. 36. Позначення польового транзистора: а) з n -каналом; б) з p -каналом.

При підключенні транзистора до джерела живлення у каналі виникає електричний струм (рис. 2.37 а, б). Канал у цьому випадку має максимальну провідність. Необхідно згадати аналогію, наведену на першому етапі (залежність швидкості протікання рідини у трубі від її діаметра). Пояснюємо: коли відсутнє поперечне електричне поле, прикладене між затвором і витоком, то струм, що

проходить через останній буде максимальним. Якщо ж певним чином “звужити” канал, то можна передбачити, що сила струму зменшиться. Чим буде менша ширина каналу, тим меншим буде струм, що проходить через нього.

У польовому транзисторі ширину каналу можна змінювати за допомогою поперечного електричного поля, прикладеного до затвора і витоку (рис. 2.37 а). Якщо до затвора підключити негативний полюс джерела струму, а до витоку – позитивний, то ширина каналу звужиться, опір транзистора збільшиться. В результаті цього сила струму зменшиться. Все сказане стосується транзистора з n -каналом, якщо ж транзистор з p -каналом, то полярність обох джерел живлення необхідно змінити (рис. 2.37 б).

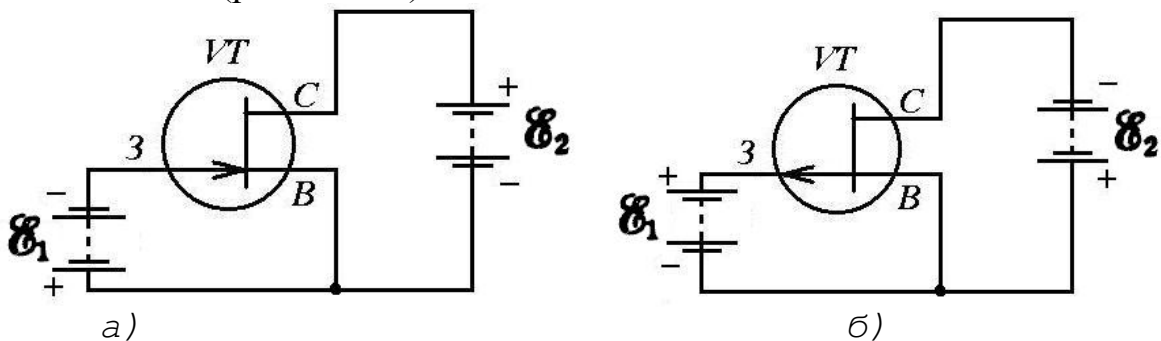


Рис. 2. 37. Схема підключення джерел живлення:
а) для транзистора з n -каналом; б) для транзистора з p -каналом.

Принцип дії польового транзистора зображено на рис. 2.38. Слід звернути увагу, що напрям струму в даному випадку співпадає з напрямом переміщення електронів. Електрони від точки 1 (джерела струму) прямують до витоку транзистора (т. 4), ширина каналу (т. 4-5) якого регулюється прикладанням напруги до точок АБ. Далі струм “прямує” до опору навантаження (т. 6-7), а потім до позитивного полюса джерела струму (т. 8).

Дію польового транзистора бажано пояснювати на транзисторі з n -каналом, оскільки принцип його роботи і підключення до джерел живлення подібний до електронно-вакуумного триода. Унаслідок цього можна легко перейти від відомого матеріалу (про електронно-вакуумні лампи) до вивчення нового.

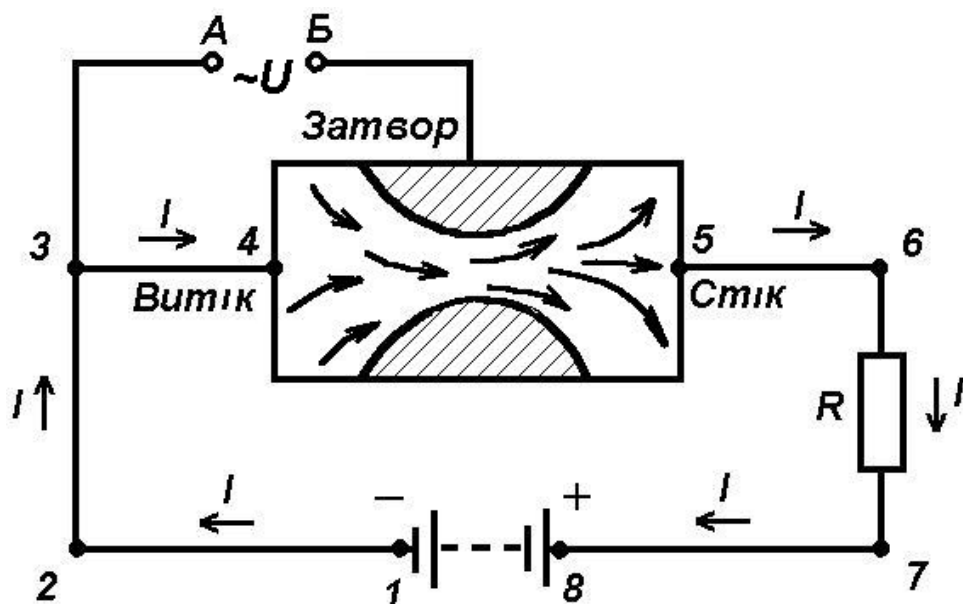


Рис. 2. 38. Принципова схема дії польового транзистора.

Висновок: причиною зміни сили струму у колі польового транзистора є зміна ширини каналу, по якому проходить електричний струм. Ця зміна відбувається внаслідок прикладання поперечного електричного поля до каналу. Іншими словами, як і у випадку з електронно-вакуумними лампами, сила струму приладу залежить від зовнішнього електричного поля, прикладеного перпендикулярно до переміщення заряджених частинок.

На завершальному етапі вивчення польових транзисторів зупиняємось на питанні їх практичного застосування. На їх основі можна пояснити принцип дії підсилювача електричних сигналів. При прикладанні між затвором і стоком малих напруг, можна керувати великим струмом, який проходить через витік-стік електронного приладу. Для прикладу можна продемонструвати дію польового транзистора як сенсорного датчика, індикатора, змінного резистора, стабілізатора струму [50], підсилювача електричного сигналу, а у 11-му класі генератора електромагнітних коливань [72; 110-111].

Біполярний транзистор – напівпровідниковий прилад з двома взаємодіючими переходами і трьома або більше виводами, підсилювальні властивості якого обумовлені явищами інжекції і екстракції неосновних носіїв зарядів. Робота біполярного транзистора залежить від носіїв обох полярностей [23; 3].

Відомо, що напівпровідниковий біполярний транзистор складається з трьох напівпровідникових шарів $p-n-p$ або $n-p-n$ (емітер, база, колектор) (рис. 2.39).

У залежності від того, який електрод транзистора є загальним для вхідного і вихідного кола, розрізняють схеми підключення із спільною базою (СБ), спільним

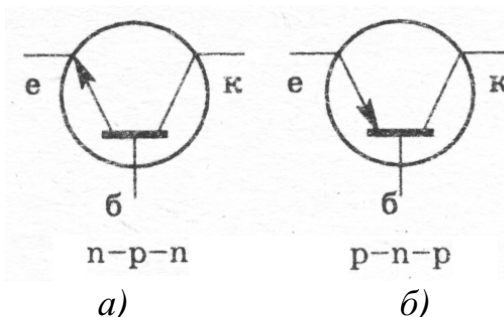


Рис. 2. 39. Схемне позначення біполярних транзисторів.

емітером (СЕ) і спільним колектором (СК).

У схемі із **спільною базою** перехід база-колектор підключається у зворотному напрямку (рис. 2.40 а), тобто при його підключенні до джерела струму ε_2 він стає ізолятором, електричний струм через цей перехід не проходить.

Перехід емітер-база-колектор підключається у прямому напрямку. Емітер n - p - n транзистора вприскує значну кількість електронів, невелика частина яких, попадаючи на базу, зразу ж повертаються на джерело струму ε_1 . Більшість електронів, долаючи потенціальний бар'єр p - n -переходу, продовжують свій рух і переміщуються до джерела струму ε_2 .

Висновок: якщо з емітера вприскувати заряджені частинки у базу, то струм через перехід "база-колектор" проходить.

Для транзистора іншого типу (p - n - p) полярність увімкнення джерел електричного струму змінюємо на протилежне.

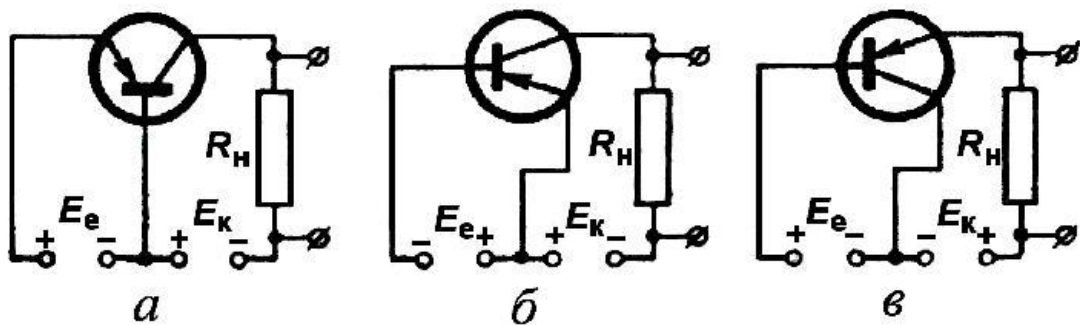


Рис. 2. 40. Схеми підключення транзисторів:

а) із спільною базою; б) із спільним емітером; в) із спільним колектором.

Нами було виявлено, що під час пояснення принципу дії напівпровідникового транзистора у учнів виникають труднощі, які пов'язані із неміцним засвоєнням навчального матеріалу, що викликано викладанням навчального матеріалу часто на недоступно високому рівні.

Для подолання цих труднощів, на нашу думку, необхідно задіяти не тільки інтелектуальні здібності учня, але і його уяву. Завдяки уяві можна створити моделі тих процесів, які протікають в транзисторі. Звернемося до аналогій.

Для більш наочного сприйняття схеми підключення транзистора із спільною базою варто продемонструвати рис. 2.41. На ньому чітко спостерігаються напрямки струмів (електронів та дірок).

Вияснимо, де більший струм, який проходить через базу чи через колектор? Колекторний струм прямо пропорційно залежить від струму бази ($I_K = I_E - I_B$). Оскільки струм бази порівняно малий, то можна вважати, що $I_K \approx I_E$. Таким чином, сила струму в колекторі практично дорівнює силі струму в емітері і змінюється за таким же законом. Керуючи струмом емітера за допомогою джерела змінної напруги, увімкненого в його коло, можна отримати синхронну зміну напруги на резисторі навантаження R_H . Оскільки опір цього резистора мало впливає на колекторний струм, то його можна зробити досить великим.

Внаслідок цього зміна напруги на ньому може в десятки тисяч разів перевищувати зміну напруги сигналу в колі емітера, тобто відбувається підсилення напруги.

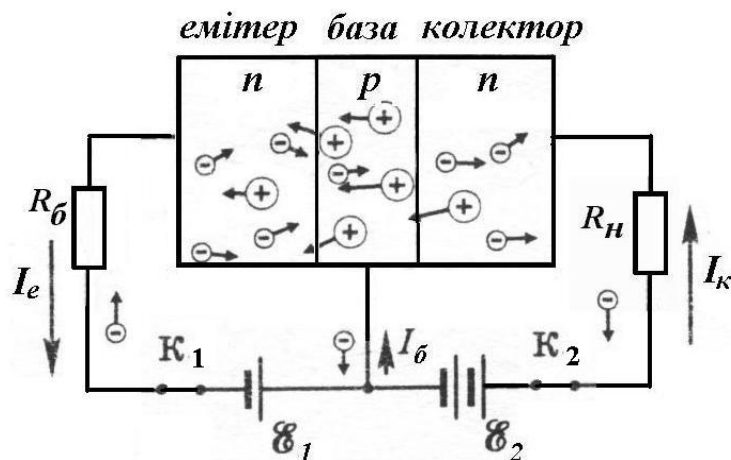


Рис. 2. 41. Схема підключення біполярного транзистора із спільною базою.

Підключення із загальною базою має такі властивості:

1) струм сигналу не підсилюється, оскільки $I_k \approx 0,99I_e$; 2) напруга зростає (~100 разів), оскільки у колекторне коло увімкнений більший опір; 3) потужність збільшується; 4) вхідний опір каскаду низький (~10-100 Ом); 5) вихідний сигнал синхронно співпадає із вхідним; 6) необхідність двох джерел струму для функціонування схеми; 7) висока температурна стабільність; 8) повне використання частотних властивостей транзистора.

Найбільш поширеною схемою підключення є схема із **спільним емітером** (рис. 2.40 б), оскільки вона дає найбільше підсилення сигналу. Перше джерело електричного струму (управляюче) підключене між емітером і базою. Для того, щоб транзистор вивести в робочий режим, на базу поступає струм зміщення від другого джерела струму.

Виділимо основні характеристики такої схеми: 1) високий вхідний опір; 2) вихідний сигнал інверсний відносно вхідного; 3) має місце одночасне підсилення струму і напруги; 4) при збільшенні частоти вхідного сигналу зменшується коефіцієнт підсилення; 5) необхідність у температурній стабілізації транзистора.

Третя схема підключення транзистора (рис. 2.40 в) – із **спільним колектором**. У цьому варіанті джерело живлення і резистор навантаження ніби помінялись місцями, і вихідний сигнал знімається не з колектора, а з емітера транзистора. Вихідна напруга при такому підключенні практично повторює вхідну. Тому схема із спільним колектором ще називають **емітерним повторювачем**.

Характеристики схеми із спільним колектором подібні до попередньої, за винятком того, що їй властиві: 1) великий вхідний опір (десятки кілоом); 2) низький вихідний опір, що дозволяє підключати гучномовці, телефони тощо; 3) співпадання вихідного сигналу синхронно із вхідним.

Зміст запропонованої методики полягає у поетапному переході від простих форм і образів до більш складних. При цьому широко залучається уява учня.

Іноді вчителі не звертають свою увагу на цей психічний процес і, тому, на нашу думку, в певній мірі обмежують розвиток творчих здібностей учнів. Результатом нашої роботи є детальне дослідження проблеми вивчення напівпровідникових приладів у ЗОШ.

Слід відмітити, що вчитель не повинен забувати про важливість принципу науковості при подачі тієї інформації, яку він пропонує дітям. Необхідно слідкувати, щоб уявлення учнів відповідали вимогам сучасного стану науки. Тому всі запропоновані аналогії необхідно розглядати як *проміжні* етапи переходу від простих форм знань до складних. Учень повинен чітко знати, що аналогії вводяться для того, щоб легше було переходити від простого до складного, а не вважати, що наведені механістичні процеси є такими ж самими і в електроніці. Тому для кращого розуміння складності явищ і процесів мікросвіту, необхідно після вивчення певного питання запропонувати дітям додаткову літературу.

Питання електродинаміки займають значне місце в курсі фізики сучасної загальноосвітньої школи. На вивчення цього розділу відводиться більше 30% часу, що відводиться на вивчення шкільного курсу фізики. Це цілком закономірно, бо відповідає тому значенню, яке має даний розділ для формування в учнів уявлень про загальну фізичну картину світу, для розуміння учнями важливого напрямку науково-технічно прогресу – використання електроніки і автоматики в усіх галузях народного господарства.

2.4. Задачі творчого характеру на розвиток уяви та творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки

У результаті аналізу навчально-виховного процесу перед вчителями та методистами постає проблема недостатнього вивчення предмету: учень може добре знати матеріал, але не може відповісти на “нестандартні” запитання. Це означає те, що він володіє знаннями формально, тобто може переказати матеріал підручника чи посібника, підтвердити його прикладами, розв’язати типові завдання, але не може використати свої знання на практиці, в нових умовах.

Досвід багатьох педагогів показує, що цих недоліків у навчанні можна уникнути, якщо у своїй практиці систематично застосовувати з учнями різноманітні завдання творчого характеру, які, за словами В.Г. Разумовського „вимагають пояснення якогось нового для них явища або знайти способи досягнення якогось певного ефекту на основі використання тих чи інших фізичних закономірностей” [138; 6].

Творчість людини є способом самовираження особистості, впровадження своїх думок, фантазій, гіпотез у практичній діяльності; це вміння реалізувати свої теоретичні знання і практичний досвід у вирішенні конкретної проблеми оригінальним способом. Розвиток творчих здібностей відбувається на основі знань, умінь та навичок, які людина набула під час навчання, а також на основі життєвого досвіду. Впливаючи на відповідні важелі, можна керувати процесом розвитку творчих здібностей особистості.

Творчість людини нерозривно пов'язана з її уявою, і тому їх необхідно розвивати комплексно. Оскільки всі об'єкти навколишнього середовища мають свої просторові характеристики, тому образи уяви повинні бути адекватними ним, щоб реально їх відображати. Звідси випливає необхідність розвитку в учнів здатності "бачити" образ предмета у своїй уяві. Оперування уявними образами геометричних фігур та геометричних тіл – це один із методів розвитку уяви (яка, в даному випадку, є дуже близькою з наочно-образним мисленням).

Процес створення уявних об'єктів – не лише процес “створення нових”, а й пошук “невидимих” для інших людей сторін цього об'єкта. Пошук “нових сторін” у відомих об'єктах – це один із способів розвитку уяви і творчих здібностей особистості. Такими об'єктами можуть бути шкільні фізичні задачі, які вчитель може запропонувати учням усебічно їх розглянути. У цьому разі учень матиме можливість учню створити або перетворити навчальну задачу з метою спрощення її умови. Для розв'язання задач необхідно прикласти певні зусилля і творчі зусилля для представлення нестандартної ситуації через сукупність стандартних. Добре розвинена уява дитини дозволить здійснити мислене перетворення об'єктів дослідження у думці і перенести його на папір у вигляді малюнка, схеми, графіка тощо.

Рівні підготовки і здібності до дослідницької роботи у різних учнів одного і того ж класу неоднакові, тому слід добирати творчі завдання різного ступеню складності. Багатьом учням дуже важко заздалегідь визначити ступінь складності і обсяг наступної роботи. Враховуючи це, учитель допомагає їм обрати посилене завдання.

Ознайомившись із завданням, учні самостійно добирають спосіб розв'язування (дослідження) і необхідні для цього прилади. Оскільки за своєю природою людина-творець обирає шлях не наслідування, а дослідження і відкриттів, вона повинна сміливо і критично мислити, аналізувати і правильно орієнтуватися у всезростаючому потоці інформації. Тому слід заохочувати намагання учнів відходити від шаблону не тільки при розв'язуванні задач, а й під час виконання лабораторних робіт та індивідуальних завдань.

Важливим засобом підвищення активності школярів являється створення на уроці цікавих проблемних ситуацій. Придумуючи і розв'язуючи їх, учні пропонують безліч ідей, задають багато запитань, висувають свої варіанти розв'язування, а це, у свою чергу, розвиває у них логічне, образне, критичне мислення та творчу уяву.

На основі аналізу методичної літератури та власного досвіду [2, 7, 124, 125, 148] можна виділити види творчих задач і завдань, які можуть бути на:

1. Задачі на просте перетворення умови (ускладнення умови задачі; спрощення умови задачі; заміна одних предметів іншими).

2. Задачі на перекодування інформації з одної репрезентативної системи сприймання в іншу (складання задачі за словесним описом явища чи процесу, що відбувається і її розв'язання; складання задачі за малюнком і її розв'язання; складання задачі за графіком і її розв'язання; складання задачі за даними, отриманими в результаті проведеного експерименту і її розв'язання).

3. Задачі на оперування уявними образами простих багатовимірних об'єктів (складання задач на застосування аналогій та моделей; складання задач на перетворення образів (наприклад, з трьохвимірного в двовимірний); складання задач із використанням мисленого експерименту).

4. Задачі на доповнення об'єктів новими властивостями або їх співвідношеннями (ставлення запитань до задачі та її розв'язування; завершення незакінченої думки; складання завдань з набору словосполучень; складання задачі по заданим формулам, кінцевим розв'язком якої буде задана вчителем формула; складання задач на застосування методу розмірностей; складання задач на відтворення історичних ситуацій; складання задач, які містять фізичні парадокси).

5. Завдання на підпорядкування власної уяви певному задумові, створення і послідовна реалізація плану цього задуму (складання плану дослідження певної проблеми теоретичного характеру; складання плану дослідження певної проблеми практичного характеру (експериментального дослідження)).

6. Завдання на вигадкування загадок, складання опорних конспектів, написання фантастичних творів, “перевтілення” в ролі фізичних тіл, малювання фізичних явищ, створення і перетворення схем тощо.

Серед задач творчого характеру, які розвивають уяву учнів є: задачі на визначення опору ділянки кола (*X* клас, розділ “Закони постійного струму”). Зупинимось на особливостях задач такого типу. Їх можна поділити на задачі, в основі яких в основі типу з'єднання провідників лежать: а) площинні геометричні фігури: трикутник, чотирикутник, багатокутник, коло, овал; б) об'ємні геометричні фігури (куб, паралелепіпед, куля). Всі вони розв'язуються за допомогою формул послідовного та паралельного з'єднання елементів електричного кола після перетворення складної схеми на сукупність простих.

За принципом розв'язку такі задачі можна поділити на:

1) задачі, які розв'язуються прямим способом (безпосередньо застосувавши формули послідовного та паралельного з'єднання провідників);

2) задачі, які вимагають попереднього перетворення схеми (вводиться елемент творчості);

3) задачі, які вимагають перетворення схеми і розв'язуються за допомогою рівнянь Кірхгофа.

До простих відносяться задачі, в основі яких лежать трикутники.

Пропонуємо учням придумати задачі, в основі яких лежать інші геометричні фігури. Складнішими виявилися задачі, в основі яких лежить чотирикутник (квадрат, прямокутник, ромб, паралелограм). Схеми з'єднання опорів умовно поділяють на п'ять типів: без діагоналей; з однією діагоналлю (два типи); з двома діагоналями, що перехрещуються; з двома діагоналями, що перетинаються (таблиця 2.1).

Крім цього, опір можна знаходити між різними точками: 1) між AD ; 2) між AC ; 3) між BD . Слід також звернути увагу, що деякі задачі дублюють одна одну. Так, наприклад, опір між точками A і C фігури $Iб$ аналогічний опором між т. BD фігури $Iв$ тощо.

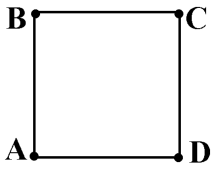
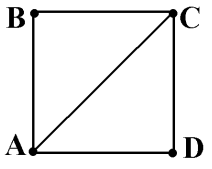
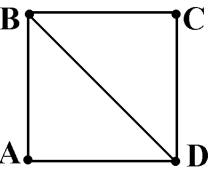
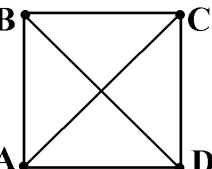
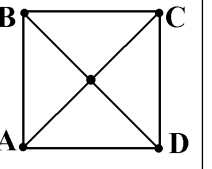
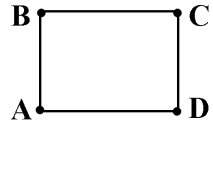
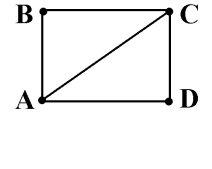
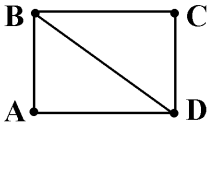
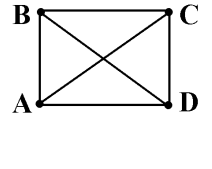
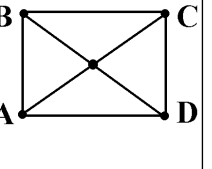
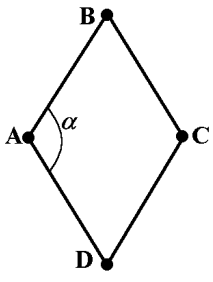
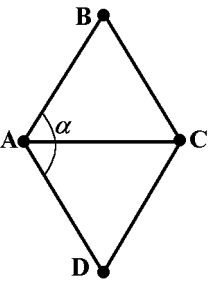
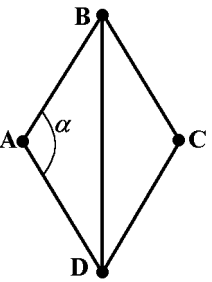
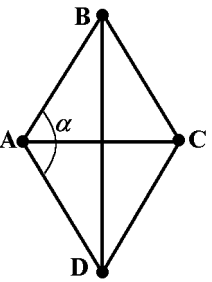
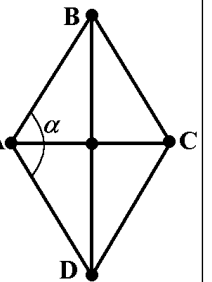
Варіанти запропонованих задач бажано „створювати” разом з учнями, щоб навчальний процес носив для них хоча і суб’єктивний, але творчий синтезуючий характер. Слід підтримувати фантазію учнів по створенню нових ситуацій, особливо нестандартних, оригінальних. Навіть прості геометричні фігури з резистивних елементів, створені учнями, є проявом їх індивідуальності, власного бачення проблеми.

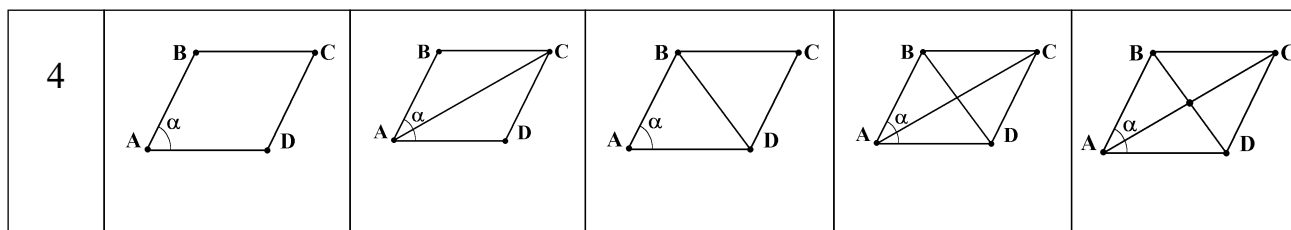
Складнішими є задачі, в основу яких покладено а) плоскі геометричні фігури, такі як ромб, паралелограм, багатокутники, коло; б) об’ємні фігури: куб, призма, піраміда тощо. Частина таких задач розв’язується за допомогою попереднього перетворення схеми, інша частина – за допомогою рівнянь Кірхгофа. Їх бажано пропонувати учням, які навчаються у класах з поглибленим вивченням фізики. Докладніше варіанти таких задач подано у додатку В.

З метою самоконтролю їх „експериментальне” розв’язання можна здійснити за допомогою комп’ютерної програми-симулятора Electronics WorkBench, мова про який піде нижче у п.2.5.

Таблиця 2.1.

Види задач на уявне перетворення геометричних фігур
при визначенні електричного опору

Типи задач	а) без діагоналей	б) з діагоналлю АС	в) з діагоналлю ВD	г) з двома діагоналям и, що перехрещуються	д) з двома діагоналям и, що перетинаються
1					
2					
3					



Наведемо приклади:

1. Знайдіть опір ділянки AB , якщо опір кожного елемента R (рис. 2.42 а).

Задача спрощується, якщо учень уявить схему так, як вона краще сприймається і легше аналізується. Для прикладу варіант перетворення схеми 2.42 а подано на рис. 2.42 б. Видно, що схема складається з декількох систем опорів: 1) ділянка з паралельним з'єднанням R_3 і R_4 ; 2) ділянка з послідовним з'єднанням R_2 і (R_{34}) ; 3) ділянка з паралельним з'єднанням R_1 і (R_{234}) .

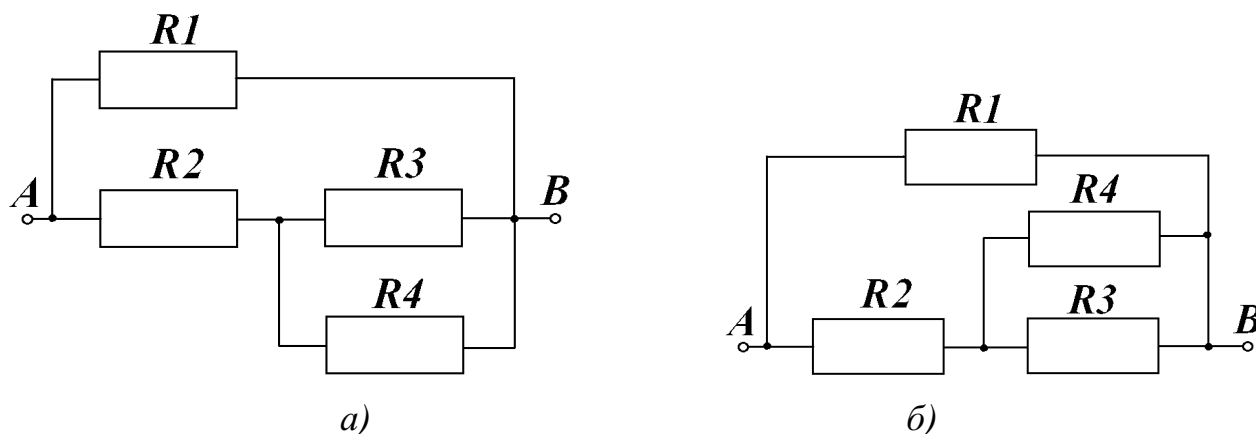


Рис. 2. 42. Електричні схеми сполучення резисторів.

Послідовно знаходять опори окремих ділянок, враховуючи тип з'єднання – паралельний чи послідовний, і отримують опір усієї ділянки AB :

Відповідь: опір ділянки AB дорівнює R_{AB} .

Задачі на з'єднання конденсаторів розв'язуються аналогічно до задач на з'єднання резисторів.

2. Знайдіть електроємність ділянки AB , якщо ємність кожного конденсатора C (рис. 2.43 а).

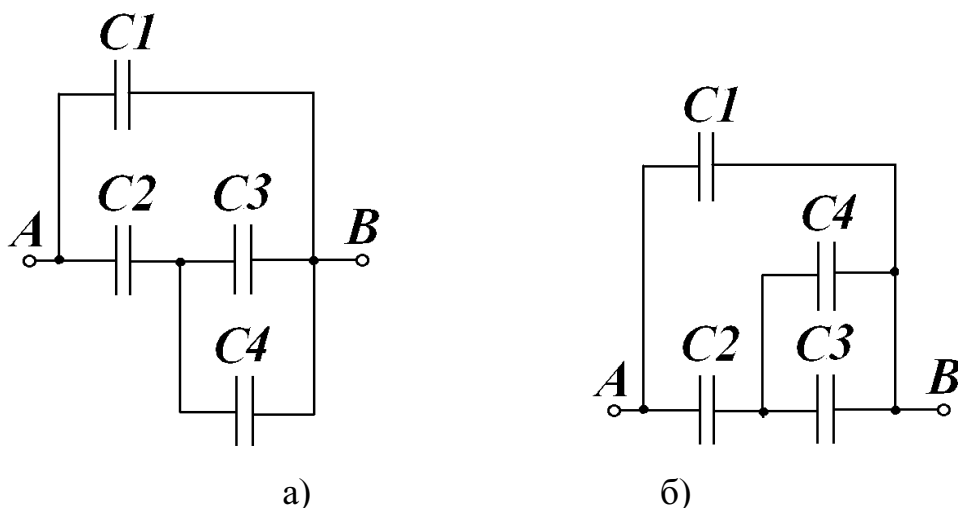


Рис. 2. 43. Електричні схеми сполучення конденсаторів.

Як і в попередній задачі, перетворюємо схему для полегшеного структурованого сприйняття. На рис. 2.43 б подано варіант перетворення такої схеми. Видно, що вона складається з декількох систем конденсаторів: 1) ділянка з паралельним з'єднанням C_3 і C_4 ; 2) ділянка з послідовним з'єднанням C_2 і (C_{34}) ; 3) ділянка з паралельним з'єднанням C_1 і (C_{234}) .

Послідовно знаходячи ємність окремих ділянок, (враховуючи тип з'єднання – паралельний чи послідовний) отримуємо ємність усієї ділянки AB :

Відповідь: ємність ділянки AB дорівнює C_{AB} .

Крім задач на сполучення простих елементів (резисторів і конденсаторів), зустрічаються і складніші: наприклад, електронно-вакуумні елементи.

Щоб уявляти фізичні процеси, які відбуваються всередині приладів, необхідно створити рисунки, які ілюструють характер руху частинок та їх взаємодію з електричним полем відхиляючих пластин.

Найпростішими є задачі, які вимагають знайти швидкість або кінетичну енергію електронів за даною

різницею потенціалів між електродами (формула

збереження енергії:) і навпаки. У таких задачах одиниці енергії доречно виражати не тільки у Дж, але й в еВ.

Наведемо приклад:

Електрон, маючи швидкість $v_0 = 5 \text{ Мм/с}$, проходить у прискорюючому електричному полі різницю потенціалів $U = 100 \text{ В}$. Визначити його кінетичну енергію та швидкість.

$v - ?$

$W - ?$

$v_0 = 5 \text{ Мм/с}$

$U = 100 \text{ В}$

Розв'язання

Енергія електричного поля перетворюється у кінетичну енергію руху електрона. Оскільки електрон має початкову швидкість, а, отже, і початкову кінетичну енергію W_0 , то

З цього рівняння кінетична енергія визначається за формулою:

де e – заряд електрона, m_e – його маса.

З наведеної вище формули легко знайти швидкість електрона:

Підставляємо величини, подані в умові задачі:

Відповідь:

;

Дещо ускладнити задачу можна таким чином: електронний промінь рухається не перпендикулярно до електрода, а під кутом до нього. Наведемо приклад такої задачі:

Дві паралельні сітки підключені до джерела живлення. Під кутом $\alpha = 45^\circ$ до нормалі першої сітки падає електронний промінь з початковою швидкістю $v_0 = 105 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Під дією прикладеної напруги промінь відхиляється і після проходження другої сітки виявляється відхиленням на кут $\beta = 30^\circ$ до її нормалі. **Визначте величину напруги, прикладену до сіток.**

$U = ?$

α

β

$v_0 = 105 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$

Розв'язання

Створимо рисунок до задачі (рис. 2.44).

Вибираємо систему координат з віссю Ox , направленою перпендикулярно до сіток. Вісь Oy проводимо паралельно до сіток.

Проаналізуємо рух електронного променя: рухаючись між сітками по відношенню до осі Oy він буде рухатися рівномірно, оскільки на його не впливатиме жодна сила; по відношенню до осі Ox він буде рухатися рівноприскорено, оскільки на його діятиме сила Кулона перпендикулярно до поверхні сіток.

Рис. 2. 44. Траєкторія руху електронного променя між паралельними пластинами.

Знаходимо проекції швидкостей v_0 і v на осі Ox і Oy :

Як ми вже сказали, рух електронів відносно осі Oy є рівномірним, тому швидкість відносно цієї осі є сталою, тобто:

Звідси знаходимо залежність між початковою і кінцевою швидкістю:

, або

Зміна повної швидкості відбулася внаслідок її зміни відносно осі Ox .

Із закону збереження повної механічної енергії випливає, що:

де m_e – маса електрона, e – заряд електрона.

З цього рівняння маємо, що

Враховуючи, що , отримуємо:

Підставивши вихідні дані, отримуємо:

Відповідь:

EMBED Equation.3

Ще складнішими є задачі на відхилення електронів в електричному полі між відхиляючими пластинами електронно-променевої трубки (ЕПТ). Вони вимагають знаходження зміщення електронного променя від прямолінійного

поширення внаслідок дії перпендикулярного електричного поля. В цих задачах відомо параметри відхиляючих пластин (конденсатора), різниця потенціалів між ними. Причому, такі задачі можна розглядати у двох варіантах:

а) для трубки осцилографа, в якій електрони після анода рухаються рівномірно;

б) для побутового телевізора (чи монітора), в яких існує ще один анод (на самому екрані) – *аквадаг*, а, тому, електрони будуть рухатися й надалі рівноприскорено.

Для прикладу можна навести таку задачу.

Прискорююча напруга в електронно-променевої трубки осцилографа дорівнює 1,5 кВ, відстань від відхиляючих пластин до екрана – 30 см. На яку відстань зміститься світна пляма на екрані осцилографа при подачі на відхиляючі пластини напруги 20В? відстань між пластинами 0,5 см, довжина пластин – 2,5 см.

Варіант розв'язок цієї задачі запропоновано в посібнику [52, 203]. Ми пропонуємо більш детально її розглянути як приклад для розв'язування інших задач.

$y - ?$ <hr/> $U_A = 1,5 \cdot 10^3 \text{ В}$ $L = 0,3 \text{ м}$ $U_y = 20 \text{ В}$ $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ $l = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$	<p><u>Розв'язання</u></p> <p>Перш за все уявимо ту ситуацію, яка відбувається в електронно-променевої трубки і детально проаналізуємо. Для цього створюємо уявну модель трубки – рис. 2.45.</p> <p>Вибираємо систему координат з віссю OX, направлену вздовж осі трубки по напрямку вектора v_0 швидкості електронів до входу в простір між відхиляючими пластинами.</p>
--	--

Вісь OY виберемо у напрямку, протилежному напрямку вектора напруженості електричного поля між відхиляючими пластинами.

Вирвавшись із катода за рахунок енергії прискорюючого електричного поля, електрон рухається з прискоренням до анода, після якого рух стає рівномірним. Швидкість цього руху ми можемо знайти із співвідношення енергій

електричного поля і енергії руху частинки, тобто , звідки швидкість

електрона

Далі мислено поділимо розв'язок задачі на два етапи: рух електрона між відхиляючими пластинами і рух електрона від відхиляючих пластин до екрана.

І етап розв'язування. З метою глибокого і чіткого уявлення процесів, що відбуваються всередині трубки, збільшимо фрагмент рисунка, де зображено

відхиляючі пластини (рис. 2.46).

Відносно осі OX електрон буде рухатися

рівномірно. Він пройде цей шлях за час t .

Електричне поля діє на електрон із силою, яка надає:

$F = eE$, де e – заряд електрона, m – його маса.

Враховуючи, що початкова швидкість відносно осі OY дорівнює нулю і рух рівноприскорений, знайдемо зміщення електрона відносно осі OY в проміжку між відхиляючими пластинами:

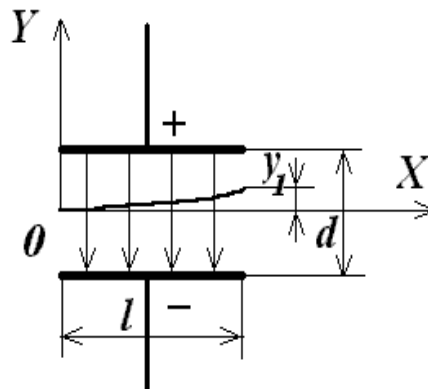
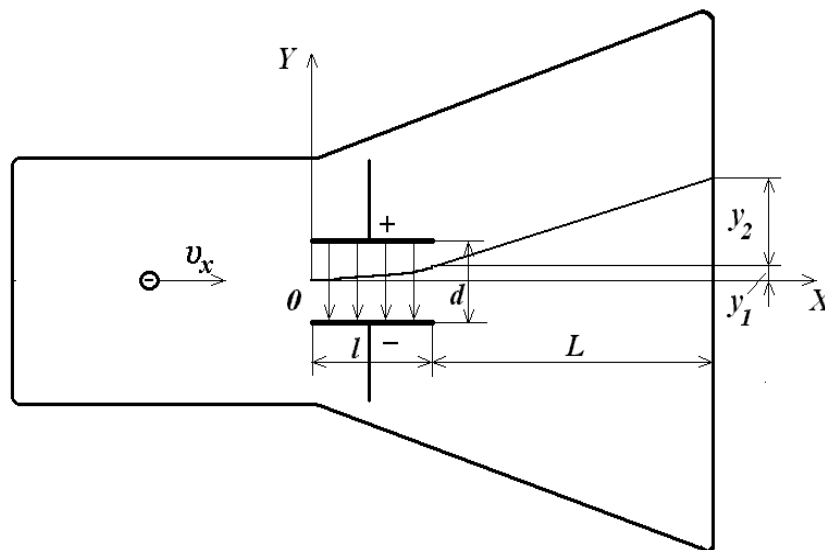


Рис. 2. 45. Рух електронного променя всередині ЕПТ.

Рис. 2. 46. Рух електронного променя між пластинами ЕПТ.

II етап розв'язування. Проекція швидкості електрона на вісь OX

, а складова швидкості вздовж осі OY :

. Від відхиляючих пластин до екрана електрон

пройде за час . За цей же час електрон буде зміщуватися відносно осі OY із швидкістю v_y , набутою між відхиляючими пластинами за допомогою електричного поля. Це зміщення ми знайдемо за формулою:

Таким чином, загальне зміщення ми знайдемо за формулою:

Якщо відстань, яку проходить електрон між відхиляючими пластинами набагато менша відстані від пластин до екрана ($l \ll L$), то нею можна знехтувати, тобто $(l+2L) \approx 2L$. В цьому випадку

відповідь запишеться у вигляді .

Відповідь:

Таким чином, розв'язування задач з елементами електроніки вимагає від учня прояву не лише інтелектуальних здібностей, пов'язаних із такими психічними процесами, як мислення та пам'ять, а й творчих здібностей, в яких одним із компонентів виступає уява. Саме уява дає можливість створити образи та моделі фізичних процесів, які відбуваються у електронних приладах відповідно до умови задачі з метою їх подальшого дослідження і розв'язання

проблемних ситуацій..

2.5. Застосування сучасної електронної техніки під час проведення навчального фізичного експерименту

Відомо, що шкільний фізичний експеримент являється невід'ємною складовою частиною навчального процесу. Розвиваючись, він повинен, з однієї сторони, відображати наукові досягнення в галузі фізики та техніки, а з другої — відповідати вимогам вдосконалення методики навчального процесу, що потребує постійної модернізації існуючого та створення нового обладнання для фізичних кабінетів фізики, які вже давно не поповнювались та не оновлювались.

Реформування системи шкільної фізичної освіти тісно пов'язане із вдосконаленням системи навчального фізичного експерименту. За цих умов, як відмічають С.П. Величко та Є.В. Коршак, “поліпшення навчально-виховного процесу базується на основі його гуманізації і ставить вимоги щодо посилення суб'єкт-суб'єктного підходу в його організації, що має піднести роль пізнавальної діяльності учня, який у цьому процесі має проявляти себе одночасно і як його об'єкт, і як суб'єкт. Зазначені аспекти вимагають розробки нового змісту шкільного курсу фізики (ШКФ) та відповідної переорієнтації методів і засобів навчання, запровадження ефективних сучасних технологій і новітніх досягнень у психолого-педагогічному, методичному та матеріально-технічному забезпеченні навчально-виховного процесу” [25].

При цьому автори наголошують на тому, що систему ШФЕ у навчально-виховному процесі доцільно розглядати як динамічну ефективно діючу педагогічну систему, котра здібна значною мірою активізувати пізнавальну діяльність учнів і суттєво піднести їх роль у процесі пізнання фізичних явищ, коли курс фізики вивчається за варіативними програмами, зміст яких відповідає запитам учнів, їхнім здібностям і можливостям, побажанням і планам на майбутнє. Тому доцільною є розробка різномірівневих завдань до фронтальних лабораторних робіт і фізичного практикуму для забезпечення диференційованого вивчення фізики в школах (класах) різного типу і профілю [25].

Дослідницькі навички формуються в учнів під час фізичного практикуму. Традиційно на виконання кожної роботи фізичного практикуму відводиться дві години. При цьому передбачаються різного роду додаткові завдання, які можна запропонувати окремим групам в залежності від індивідуальних здібностей учнів.

У процесі дослідницької роботи варто прагнути пробуджувати в учнів любов до творчості, інтерес до пошуку нового, сміливість і наполегливість у досягненні мети. Адже для того, щоб опанувати її, тим більше, створювати техніку нового тисячоліття, однієї технічної грамотності замало. Вирішальним у роботі винахідника, раціоналізатора, дослідника є передусім активна любов до самостійної творчої діяльності, у процесі якої учні вчаться працювати з додатковою літературою, журналами, енциклопедією; у них з'являється багато

запитань, пропозицій, гіпотез, проектів. Часто з приводу тих чи інших наукових і технічних відкриттів між дітьми розгортаються гарячі дискусії.

Формування творчої особистості учня не повинне обмежуватися лише традиційними формами проведення учбових занять. Однією із основних тенденцій удосконалення методики викладання шкільного курсу фізики в сучасних умовах є освоєння комп'ютерних технологій. За допомогою комп'ютера можна помітно активізувати пізнавальну діяльність учнів, яка певним чином впливає на якість навчання. Тому під час вивчення елементів електроніки, радіотехніки та автоматики важко обійтися без професійних комп'ютерних програм, які полегшують їх вивчення. Логічним є і наслідок – освоєння комп'ютерних технологій в шкільному фізичному експерименті. За допомогою комп'ютера може помітно активізувати пізнавальну діяльність учнів, мислення, фантазію, увагу. Це, у свою чергу, впливає на розвиток творчих здібностей учнів – показник неординарності кожної окремо взятої особистості.

Крім того, значна частина матеріалу в шкільному курсі фізики не може бути проілюстрована фізичним експериментом. Тому вчителям доводиться використовувати моделі, аналогії, мислений, уявний, віртуальний експеримент, що спонукає вчителів до створення наочних образів з метою вивчення матеріалу завдяки творчій уяві учнів, їх раціональне використання робить навчальний процес наочним, полегшує розуміння змісту багатьох фізичних явищ та закономірностей, розвиває логічне мислення та творчу уяву.

Реалізацією явного експеримента є віртуальний комп'ютерний експеримент. Впровадження комп'ютерних технологій у навчальний фізичний експеримент є його логічним доповненням, оскільки реальний експеримент, як відмічає О.М. Желюк, має ряд труднощів:

- 1) необхідність спеціалізованого обладнання, а іноді і приміщень;
- 2) складнощі у забезпеченні в ряді випадків одночасності масового спостереження;
- 3) неможливість ефективного споглядання швидко або повільно протікаючих процесів;
- 4) складність експериментального вивчення явищ, які відбуваються в замкнених системах;
- 5) неможливість проведення великої кількості неоднорідних вимірювань;
- 6) нестача часу для проведення, обробки та аналізу експериментальних даних;
- 7) негативний вплив деяких фізичних процесів на здоров'я людини;
- 8) труднощі математичного апарату;
- 9) труднощі спостереження малих або великих об'єктів;
- 10) недосконалість лабораторного обладнання (необхідність якісного налагодження, похибки), поломки, ненадійність;
- 11) дороговизна обладнання [45].

Крім того, під час використання ЕОМ у вчителя виникає можливість залучити учня до пошукової, дослідницької та творчої роботи, мета якої – пізнання нового. ЕОМ надає можливості втручатися у фізичний процес, змінювати його параметри. У результаті цього учень залучається не до пасивного споглядання, а до активної діяльності. Стопкадр, посторінкова розгортка (як вперед, так і назад), уповільнення та прискорення процесів, повтор окремих елементів, пошук даних своїм існуванням стимулюють уяву та творчу активність учнів.

За допомогою комп'ютера, наприклад, учні можуть вивчати структуру провідника чи діелектрика, швидкоплинучі мікропроцеси, які спостерігаються за допомогою потужних електронних мікроскопів тощо. Застосування сучасної електронно-обчислювальної техніки дає можливість підвищити наочність, створити уявлення про механізми складних явищ і, тим самим, полегшити їх розуміння учнями. Так, засобами мультиплікації можна подати модельні уявлення про електричний струм в провідниках різного роду; явищах, що відбуваються в атомних ядрах, про взаємодію елементарних частинок тощо. Під час застосування анімаційних технологій у вчителя є можливість показати учням характер швидко- або повільноплинучих процесів, а також невидимих для людського ока явищ; ознайомити школярів з фундаментальними фізичними експериментами, постановка яких в класі неможлива – дослідами Штерна, Резерфорда, Міллікена і Юффе, Стюарта та ін.

Одним із способом використання комп'ютера є обробка за його допомогою інформації, отриманої в результаті проведеного експерименту. ЕОМ володіє потужним математичним апаратом з графікою, таблицями, діаграмами, схемами, гістограмами, малюнками, який доречно використовувати під час проведення різних типів уроків, особливо лабораторних робіт. Такі можливості надає широко відомі користувачам персонального комп'ютера електронні таблиці EXCEL.

Проведення віртуального експерименту і обробка його результатів є одним із способів раціонального використання комп'ютера. Для моделювання фізичних процесів існує чимало програм-симуляторів, які досить точно відтворюють роботу електронних пристроїв. Однією із таких відомих програм є Electronics WorkBench. Електронна лабораторія на комп'ютері Electronics WorkBench дає можливість раціонально і доцільно використовувати ресурси електронно-обчислювальної техніки у процесі вивчення елементів електроніки на уроках фізики і в позаурочній роботі.

Останнім часом до неї звертається чимало вчителів, методистів, викладачів [66, 171]. За її допомогою можна моделювати аналогові, цифрові та цифро-аналогові схеми різної складності. Цей симулятор застосовують для демонстрації принципу дії не тільки самих електронних приладів, а й систем на їх основі – випрямлячів, стабілізаторів, підсилювачів, генераторів.

Для використання симулятора електронних схем необхідно мати персональний комп'ютер типу Pentium на основі операційної системи Windows9X, WindowsME, WindowsXP. Основними перевагами такої програми є наочність демонстрації, доступність у використанні різноманітних електронних елементів і приладів, зручність у вимірюванні величин, економія часу, ергономічність, безпечність при складанні і дослідженні схем (можливість “працювати” з високою напругою, зникає небезпека ураження електричним струмом, а при неправильному підключенні приладів та обладнання не відбувається їх пошкодження). Крім цього, має особливу значущість те, що є можливість творчо підійти до виконання лабораторних робіт, в учнів з'являється можливість нестандартно скласти схему, спробувати її в дії і, навіть, у разі неправильного розв'язання проблеми, зрозуміти і виправити свої помилки.

Графічні можливості програми дозволяють будувати складні і громіздкі схеми, виділяти при цьому окремими кольорами головні і другорядні блоки для покращення сприйняття. Однією з переваг Electronics WorkBench дослідники виділяють можливість змодельовати ситуації, що виникають при наявності в дослідника різноманітних приладів, та оволодіти методикою вимірювань [171].

Ми високо цінуємо наукове і практичне значення виконаних досліджень з даної проблеми, але хочемо відмітити один аспект. Проблема в тому, що демонстрація динамічних фізичних процесів відбувається статично, а саме: у графіку залежності напруги від часу приховується динаміка її зміни, оскільки при частоті 50 Гц ми не встигаємо сприйняти швидку зміну фізичних величин.

Для подолання цієї проблеми ми пропонуємо змінити швидкість протікання процесу – зменшити частоту електричного струму до 0,1-1 Гц. Саме цю можливість надає програма-симулятор не вимагаючи додаткових приладів та обладнання. Внаслідок уповільнення періоду коливань електричного струму можемо спостерігати на віртуальному осцилографі динаміку зміни напруги на електронному приладі, який досліджуємо.

На основі вищесказаного ми пропонуємо традиційний демонстраційний і лабораторний експеримент для 10-го класу (розділ “Електродинаміка”) доповнити роботами, які можна виконувати в домашніх умовах при наявності комп’ютерної техніки:

1. Дослідження законів Ома (із застосуванням електронних таблиць для обробки результатів експерименту).
2. Вивчення будови та принципу дії блока живлення (реальний експеримент).
3. Вивчення будови та принципу дії блока живлення (віртуальний експеримент з використанням програми-симулятора Electronics WorkBench).
4. Дослідження напівпровідникового транзистора (із застосуванням електронних таблиць для обробки результатів експерименту).
5. Транзистор як елемент підсилювача електричних сигналів (віртуальний експеримент із застосуванням програми-симулятора Electronics WorkBench).
6. Транзистор як елемент генератора незатухаючих коливань (віртуальний експеримент із застосуванням програми-симулятора Electronics WorkBench).

Особливістю запропонованої нами роботи лабораторного практикуму “Дослідження законів Ома” (із застосуванням електронних таблиць) (додаток К) є наявність індивідуальної частини, яка виконується із застосуванням персонального комп’ютера і електронних таблиць EXCEL.

Нерідко в учнів виникає небажання займатися рутинною справою. З метою полегшення роботи у розрахунковій частині, а також для підвищення зацікавленості учнів ми пропонуємо варіант застосування електронних таблиць EXCEL для дослідження закону Ома для повного кола (10-й клас). Робота складається з двох частин: перша – експериментальна з навчальним обладнанням,

друга – теоретична і виконується за підтримкою комп'ютера. Другу частину можна виконувати на уроці, поза навчальним часом самостійно вдома за умови наявності в учня персонального комп'ютера.

Учні часто вважають, що сила струму, потужність зовнішнього кола і ККД мають лінійну залежність від зовнішнього опору. Щоб переконати їх у протилежному (тобто нелінійності), бажано творчо доопрацювати традиційну фронтальну лабораторну роботу “Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму” і вивести її частину на самостійний дослідницький рівень, а саме: визначити залежності вказаних вище величин від зовнішнього опору і накреслити відповідні графіки за допомогою електронних таблиць.

Відомо, що графіки наочно демонструють характер протікання динамічних процесів. Визначення залежностей між фізичними величинами і викреслювання графіків цих залежностей сприяє більш глибокому і усвідомленому розумінню навчального матеріалу.

Під час вивчення напівпровідникових діодів та їх властивостей важко не згадати стабілітронів, оскільки вони є необхідним елементом майже кожного блока живлення. Нами пропонується проведення індивідуальної роботи для учнів 10-х класів під назвою: “Вивчення будови та принципу дії блока живлення” у двох варіантах: реальному із шкільним фізичним обладнанням (додаток Л) і віртуальному із застосуванням програми Electronics WorkBench (додаток М).

Під час виконання цих робіт відбувається ознайомлення учнів з будовою блоку живлення, його основними компонентами: діодним випрямлячем (одно- і двопівперіодним), фільтром для згладжування пульсацій електричного струму, стабілітроном, а також із принципом дії осцилографа та основними прийомами роботи з ним. Робота побудована на основі “Дослідження електромагнітних коливань за допомогою осцилографа” [130; 127-131]. На нашу думку, недоліком такої роботи є незавершеність формування практичних уявлень про принципи дії промислового блока живлення – у ньому розглядається лише випрямлення струму без його стабілізації. Тому відмінність між роботами – у розгляданні різних типів осцилографів і практичній її завершеності (повністю розглянуто принципи дії промислового блока живлення). Робота насичена завданнями, пов'язаними з широким застосуванням графічних зображень (схем, рисунків, графіків, осцилограм), а також завдань творчого характеру. У процесі її виконання учень може певним чином перепланувати свою роботу відповідно до її результатів, перебудувати схему, спробувати її у роботі за інших параметрів. Йому надається можливість самостійно розібратися у підключенні кожного елемента у загальне коло, виявити його властивості та здійснити їх порівняння.

Дослідження роботи напівпровідникового транзистора в реальному експерименті широко описані у традиційній навчальній літературі загальноосвітньої [4, 19, 20, 36, 43, 76, 107, 130] і вищої школи [3, 13, 32, 134]. Але їх можна доповнити нетрадиційними роботами для самостійного виконання учнями за допомогою комп'ютера.

Структура і організація лабораторної роботи фізичного практикуму на тему “Дослідження напівпровідникового транзистора” (додаток Н) подібна до роботи

“Дослідження законів Ома” (із застосуванням електронних таблиць). Вона також складається із двох частин: перша – експериментальна з навчальним обладнанням, друга – обробка результатів дослідження і виконується за допомогою комп’ютера. Другу частину учні можуть виконувати на уроці або поза навчальним часом самостійно.

У цій роботі від учня вимагається визначити опір емітерного переходу, коефіцієнт підсилення за струмом, дослідити залежність сили струму колектора від напруги між колектором і емітером при сталій силі струму бази і побудувати графіки цих залежностей. Трудомісну роботу по побудові графіків ми відводимо комп’ютеру з використанням електронних таблиць EXCEL. При цьому, дидактична значущість процесу створення графіків не зменшується: учень при їх побудові не механічно створює таблиці, а усвідомлено їх конструює, уточнює, перетворює для кращого сприймання і розуміння.

Під час проведення дослідження необхідно звернути увагу на:

1. Вольтметр, який вмикається між базою і емітером, повинен мати великий опір ($R_V > 10\,000\ \text{Ом}$), інакше він буде істотно впливати на струм бази Іб і в такому випадку буде спостерігатися лінійна залежність струму бази від напруги на переході база-емітер, як у законі Ома для ділянки кола. Для достатньо точного проведення досліду можна застосувати цифровий мультиметр вітчизняного або зарубіжного виробництва.
2. Під час проведення роботи за відсутності комп’ютера можна виконати таблиці у зошиті, а після проведення роботи з навчальним обладнанням самостійно або з допомогою вчителя у вільний час доопрацювати роботу на ЕОМ – скласти таблиці, внести дані досліджень, побудувати графіки (діаграми) вхідних і вихідних величин транзистора, розрахувати вхідний та вихідний опір (і порівняти його з експериментальними даними), обчислити коефіцієнт підсилення струму.
3. При побудові графіків у електронних таблицях слід застосувати точковий тип діаграм із значеннями, які згладжуються лініями без маркерів. Це дає змогу більш наочно і точно зобразити графіки залежностей шуканих величин.
4. У першій діаграмі для осі Y у пункті „Формат осі” можна зменшувати максимальне значення для масштабного відображення графіку (наприклад, до 1000 мкА).
5. Під час визначення коефіцієнта підсилення та вхідного опору доречним є використання збільшених графіків вхідних та вихідних величин, що дає можливість точно визначити шукані величини. Необхідне збільшення можливо отримати застосовуючи наведені вище електронні таблиці, роздрукувавши необхідний графік на папері. При цьому, в „Параметрах діаграми” в закладці „Лінії сітки” можемо вибрати показ основних і проміжних ліній, що надає можливість мати більш детальний графік.

Віртуальний варіант цієї роботи педагоги пропонують під час використання електронного симулятора [172], згаданого вище. Детально вивчивши цю роботу, ми наштотувалися на проблему невідповідності результатів віртуального експерименту реальному і тому відхилили такі роботи. Для електронного

симулятора найбільш раціональний спосіб використання, на нашу думку, – проведення демонстраційного експерименту для закріплення навчального матеріалу або індивідуального експерименту учнів в домашніх умовах.

На основі знань про напівпровідниковий транзистор з метою їх закріплення і кращого усвідомлення учнями, проводиться індивідуальна робота “Транзистор як елемент підсилювача електричних сигналів” (додаток П).

Досліджуємо три схеми підключення транзисторів:

- 1) із спільною базою;
- 2) із спільним емітером;
- 3) із спільним колектором.

Учні спостерігають вихідним сигналом при різних схемах включення транзистора і порівнюють його із вхідним. На основі цього роблять висновки про властивості кожної схеми підключення транзистора. Також у роботі подається варіант додаткового завдання, який узагальнює знання учнів з напівпровідникового біполярного транзистора і демонструє практичне його використання у техніці, а саме у підсилювачі електричних сигналів звукової частоти.

Особливістю індивідуальної роботи „Транзистор як елемент генератора незатухаючих коливань” (віртуальний експеримент із застосуванням програми-симулятора Electronics WorkBench) (додаток Р) є те, що в ній поєднуються питання, що вивчаються в 10 та 11 класах. З пропедевтичною метою доцільно спочатку провести спостереження електромагнітних коливань за допомогою осцилографа, яке дає можливість наочно уявити ті процеси, що відбуваються в коливальній системі, а потім ознайомити учнів з фізичними процесами за допомогою навчальної літератури (підручника, посібників, науково-популярної літератури тощо).

Рисунки осцилограм коливань учні заносять у зошити, систематизуючи свої знання. Вказана робота є заключним етапом формування знань про транзистори (10 клас) і ознайомлює учнів з темою “Електромагнітні коливання” (11 клас). Тому дана робота є випереджувальною і виконуються учнями самостійно за бажанням.

Дослідження носять об’ємний характер, насичені проблемними завданнями, які учень в її ході повинен подолати опираючись на свої знання, ерудицію, фантазію, кмітливість, неординарність. Така діяльність носить самостійний розвиваючий творчий характер, сприяє розвитку образного і логічного мислення, уяви, творчих здібностей; вмінню планувати свою діяльність, прогнозувати результати своєї праці, працювати з сучасними електронно-вимірними приладами та комп’ютерною технікою.

Оскільки завдання досить складні, вимагають високого рівня підготовки теоретичних та практичних вмінь – тому й призначені, в основному, для школярів, які поглиблено цікавляться фізикою або навчаються у школах (класах) з поглибленим вивченням дисциплін природничого циклу. Дослідження пропонується виконувати поза навчальним часом самостійно в комп’ютерному класі або вдома (за наявності такої можливості).

Виконання лабораторних робіт супроводжується активною розумовою діяльністю, яка включає в себе такі мислені операції: планування діяльності; уявлення явищ та процесів, що вивчаються; прогнозування їх результатів; аналіз та складання схем; створення графіків, рисунків, діаграм та їх осмислення. У результаті такої діяльності відбувається ефективний розвиток уяви, фантазії, мислення та творчих здібностей учнів.

Висновки до розділу 2

1. Створено і апробовано методику розвитку творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки в шкільному курсі фізики та позаурочній роботі на основі впровадження спеціальної системи завдань, що базуються на аналітико-синтетичній діяльності фантазії учнів
2. Доведено значущість віртуального комп'ютерного експеримента як способу і засоба пізнання навколишнього середовища з метою розвитку уяви та творчих здібностей учнів при вивченні елементів електроніки на уроках фізики і в позаурочній роботі.
3. Створено систему мислених аналогій, мислених експериментів та комп'ютерних анімацій з тем “Електричний струм у вакуумі” та “Електричний струм у напівпровідниках”, які позитивно впливають на розвиток уяви та творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки. Вони включають елементи просторових уявлень і перетворень геометричних фігур, а також систему тестів для контролю та самоконтролю.
4. Розглянуто і доведено можливість застосування комп'ютерних технологій при проведенні фізичного експерименту (реального, мисленого і віртуального) і розроблено моделі лабораторних робіт з використанням програми-симулятора електронних схем Electronics WorkBench під час вивчення учнями тем “Закони Ома”, “Електричний струм у вакуумі” та “Електричний струм у напівпровідниках”.
5. Доведено можливість використання електронних таблиць Excel для автоматичної обробки результатів дослідження шкільного фізичного експерименту з елементів електроніки і наочного їх представлення.
6. Створено пробний навчальний електронний посібник „Елементарна електроніка” з перспективою використання у мережі Інтернет.

РОЗДІЛ 3

ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АНАЛІЗ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Зміст і структура педагогічного експерименту

Розглянута нами система завдань і вправ є результатом шестирічного дослідження проблеми розвитку уяви і творчих здібностей учнів з метою підвищення ефективності вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики. У результаті дослідження даної проблеми на основі аналізу педагогічної, психологічної і науково-методичної літератури, а також власного педагогічного досвіду ми дійшли до висновку, що наочність, доступність, емоційність та науковий рівень вивчення даного питання підвищується із введенням в навчальний процес системи завдань із опорою на уяву учнів.

Для визначення ефективності запропонованих методик навчання фізики із залученням уяви проводився педагогічний експеримент, який проходив у три етапи:

- 1) констатуючий (1997-1999 рр.);
- 2) пошуковий (2000-2001 рр.);
- 3) формуючий (2001-2002 рр.).

Протягом проведення педагогічного експерименту розв'язувалися такі завдання:

- а) виявити рівень розвитку уяви та творчих здібностей старшокласників;
- б) проаналізувати та виявити найбільш ефективні методи та способи розвитку уяви і творчих здібностей учнів в процесі вивчення елементів електроніки;
- в) уточнити шляхи, методи та прийоми розвитку уяви та творчих здібностей учнів в процесі навчання з використанням аналогій, комп'ютерних демонстрацій, мисленого експеримента та додаткового програмного забезпечення; з'ясувати їх доступність в умовах загальноосвітніх навчальних закладів;
- г) визначити вплив запропонованої методики на рівень розвитку уяви та творчих здібностей учнів та засвоєння ними навчального матеріалу з елементів електроніки засобами психолого-педагогічного тестування.

На першому (констатуючому) етапі дослідження (1997-1999 рр.) здійснювався теоретичний аналіз літератури з проблеми. Вивчалась психолого-педагогічна література з питань стану методики викладання елементів електроніки в шкільному курсі фізики, розвитку уяви як психічного процесу особистості та творчих здібностей учнів. Аналізувались і узагальнювались зібрані матеріали.

На другому (пошуковому) етапі дослідження (1999-2000 рр.) на підставі висновків, зроблених за результатами теоретичного аналізу проблеми, розроблялась концепція дослідження, формулювалась робоча гіпотеза.

Розроблявся первинний матеріал з фізики за темами та розділами програми для загальноосвітньої школи. Розроблялась та удосконалювалась методика проведення мислених аналогій та експериментів, комп'ютерних демонстрацій. Створювалась система задач, вправ, тестових завдань для контролю знань, умінь і навичок учнів. Продовжувався збір та аналіз експериментальних матеріалів.

На третьому, завершальному етапі дослідження (2001-2002 рр.) проводився формуючий експеримент, головною метою якого стала перевірка достовірності висунутої робочої гіпотези про методи і способи розвитку уяви та творчих

здібностей учнів за умови раціонального застосування мислених аналогій та віртуальних комп'ютерних експериментів під час вивчення елементів електроніки.

Для проведення експерименту необхідно було відібрати певну кількість учнів. Щоб отримані результати були вірогідними, ця сукупність учнів повинна була бути якісно однорідною. Під час формування вибірки необхідно випадковим чином вибрати достатню кількість учнів.

Експериментальним дослідженням перевірки ефективності розробленої системи тестів було охоплено 276 учнів загальноосвітніх шкіл: №1, 2, 3, 4, 6, школи-інтернату м. Глухова. У школах були визначені як експериментальні, так і контрольні класи, майже однакові за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей, що було встановлено засобами психолого-педагогічного тестування.

У ході проведення констатуючого експерименту під час навчання фізики визначався наявний рівень розвитку уяви та творчих здібностей учнів 10 класів, вивчалися форми і методи навчання курсу фізики, аналізувалися результати контрольних і самостійних робіт учнів. На цьому етапі експерименту також проводився пошуковий і методичний аналіз різноманітних програмних засобів, які відповідали б поставленим задачам дослідження. Виявилось, що найбільш придатними щодо використання для розвитку уяви є анімаційні програми моделюючого типу (наприклад, анімаційний редактор 3D Studio).

Оскільки не було виявлено наявних якісних демонстраційних програмних засобів, то було створено свої – систему комп'ютерних демонстраційних експериментів з теми “Електричний струм у різних середовищах”, систему електронних таблиць для наочного обробки результатів експерименту та лабораторних робіт при використанні програми-симулятора електронних схем Electronics WorkBench.

Основними діагностичними методами були психолого-педагогічне спостереження, індивідуальні бесіди з учнями, вчителями, класними керівниками

На думку більшості психологів, творчі здібності не є синонімами здібностей до навчання і рідко відбиваються в інтелектуальних тестах, показником яких є IQ. Тести творчих здібностей за кордоном розроблялися в основному Дж. Гілфордом. У нашому дослідженні ми спираємося на наступні фактори, встановлені в дослідженнях вченого: 1) швидкість (легкість, продуктивність) – цей фактор характеризує швидкість уяви та творчого мислення і визначається загальним числом відповідей; 2) гнучкість – фактор характеризує гнучкість уяви та творчого мислення, здатність до швидкого переключення і визначається числом класів (груп) даних відповідей; 3) оригінальність – фактор характеризує оригінальність, своєрідність образів уяви та творчого мислення, незвичайність підходу до проблеми і визначається числом відповідей, що рідко приводяться, незвичайним вживанням елементів, оригінальністю структури відповіді; 4) чіткість – фактор, що характеризує стрункість, логічність уявних образів та творчого мислення, вибір адекватного рішення, що відповідає поставленої мети.

Для виявлення наявного рівня розвитку уяви та творчих здібностей учнів на етапі констатуючого і формуючого експериментів проводилися контрольні тести. Завдання для цих робіт добиралися відповідно виділеним рівням розвитку уяви та творчих здібностей і подавалися учням у порядку зростання складності. Зміст завдань передбачав зміну учнями різних елементів в структурі образу, його форми, положення, а також комбінацію цих перетворень (додатки С і Т).

Тестування проводилося у груповій формі протягом уроку. Для того, щоб уникнути занепокоєння випробуваних і створення сприятливої психологічної атмосфери, роботу з тестами називали заняттями, які проводили в ігровій формі. У вступному інструктажі, який подається у вільній формі, ми просили випробуваних запропонувати якнайбільш різноманітних відповідей на наші запитання, проявити свій гумор і фантазію, намагатися придумати такі відповіді, які не зможе придумати ніхто інший. Дана батарея тестів була запропонована Є. Туник [151]. Більшість тестів є модифікацією тестів Гілфорда чи Торренса.

Час проведення тесту - близько 40 хвилин (1 урок).

Тести призначені для вікової групи дітей від 14 до 16 років, які проводяться в груповій формі (хоча можливі проведення і в індивідуальній формі).

Субтест 1. Використання предметів (варіанти вживання).

Задача. Перелічити якнайбільше незвичних способів використання предмета. Результати виконання тесту оцінювалися в балах за трьома показниками: 1) швидкість (швидкість відтворення ідей); 2) гнучкість – число класів (категорій) відповідей; 3) оригінальність – число незвичайних, оригінальних відповідей.

Субтест 2. Наслідки ситуації.

Задача. Перелічити різні наслідки гіпотетичної ситуації. Результати виконання субтеста оцінювалися в балах за двома показниками: 1) швидкість (швидкість відтворення ідей) – загальне число приведених наслідків; 2) оригінальність – число оригінальних відповідей, число віддалених наслідків.

Субтест 3. Вирази.

Задача. Придумати пропозиції, що складаються з чотирьох слів, кожне з який починається з зазначеної букви.

Результати виконання субтеста оцінюються за трьома показниками: 1) швидкість – число придуманих пропозицій; 2) гнучкість – число слів, які використовуються випробуваним; 3) оригінальність.

Субтест 4. Словесна асоціація.

Задача. Привести якнайбільше визначень для загальноживаних слів.

Результати виконання субтеста оцінюються в балах за трьома показниками: 1) швидкість – сумарне число приведених визначень; 2) гнучкість – число категорій відповідей; 3) оригінальність – число оригінальних визначень.

Субтест 5. Складання зображень.

Задача. Намалювати задані об'єкти, користаючись визначеним набором фігур.

Оцінювання виробляється за двома показниками: 1) швидкість – гнучкість; 2) оригінальність.

Субтест 6. Ескізи.

Задача. Перетворити в різні зображення однакові фігури (кола), що приводяться в квадратах.

Оцінювання проводиться за трьома показниками: 1) швидкість – число адекватних задачі малюнків; 2) гнучкість – число зображених класів (категорій) малюнків; 3) оригінальність.

Субтест 7. Прихована форма

Задача. Знайти різні фігури, сховані в складному, малоструктурованому зображенні.

Результати виконання субтеста оцінюються в балах за двома показниками: 1) швидкість – сумарне число відповідей; 2) оригінальність – число оригінальних, рідких відповідей.

Тести проводилися із школярами у вигляді цікавих та веселих занять. На них панувала невимущена атмосфера. Діти попереджувались заздалегідь, що всі їхні відповіді будуть правильними, чим більше вони придумують відповідей, тим краще, навіть якщо це незвичайні відповіді. Учасникам пропонувалося пофантазувати, усі відповіді заохочувалися. Більшість дітей відповідали з великим захопленням, з бажанням продовжувати заняття далі. При проведенні подібних занять припустиме тільки заохочення учнів, а під час обговорення результатів – наведення тільки найкращих відповідей. Невдале виконання тестів не обговорювалося. Під час аналізу кращих відповідей ми намагалися розширити фантазію та розумові обрії дітей, виховати в них уміння дивитися на речі і явища з різних сторін, бачити незвичайне в звичайному. Таким чином формується самостійність мислення, фантазія, тобто творчий підхід до життя.

На пошуковому етапі експерименту уточнювались методичні прийоми розвитку уяви та творчих здібностей учнів, проводився цілеспрямований пошук та добір способів навчання фізики з метою підвищення рівня розвитку творчих здібностей та уяви учнів; відбір аналогій, моделей, мислених експериментів та на їх основі комп'ютерних демонстрацій для наочного викладання курсу фізики.

Одночасно розроблялася методика проведення фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму із застосуванням електронних таблиць (на прикладі Excel) для наочного представлення результатів дослідження, а також опрацьовувалась методика проведення індивідуальних робіт при використанні програми-симулятора електронних схем Electronics WorkBench.

Також визначалося, які типи фізичних задач сприяють найбільш повному розвитку уяви та творчих здібностей школярів; встановлювалось, під час розв'язування яких типів задач учні відчувають найбільші труднощі, досліджувались причини цих труднощів, з'ясовувалися типові помилки, які допускалися учнями при розв'язуванні фізичних задач та при поясненні теоретичного матеріалу.

На цьому етапі проходила апробація програмних засобів, досліджувалися дидактичні можливості їх використання в навчальному процесі, визначалась ефективність та доступність для учнів та вчителів, добиралися фізичні задачі, розв'язування яких з використанням зазначених програмних засобів забезпечує

найбільш повну роботу образного мислення учнів, перевірялася доступність і доцільність їх розв'язування за допомогою програмних засобів.

Тоді ж розроблялася і випробовувалася методика розвитку уяви та творчих здібностей учнів під час вивчення фізики з використанням педагогічних програмних засобів, розроблялися методичні рекомендації для вчителів щодо проведення уроків з використанням зазначених ППЗ.

На пошуковому і констатуючому етапах експерименту були створені необхідні передумови для проведення формуючого етапу експерименту.

На формуючому етапі експерименту перевірялася ефективність запропонованої методики розвитку уяви та творчих здібностей учнів засобами уявного експериментування в процесі вивчення фізики та уточнювались окремі її компоненти.

У формуючому експерименті брали участь учні шести класів – контрольна група (КГ) і шести – експериментальна група (ЕГ) кількістю по 138 учнів (всього 276 учнів). Для того, щоб вибірки були однорідними і незалежними при відборі експериментальних класів і шкіл, враховувався тип шкіл, їх територіальне розміщення, оснащення класів сучасною комп'ютерною технікою. Заняття в контрольних і експериментальних класах по можливості проводилися одними і тими ж вчителями.

У контрольних класах вивчення фізики відбувалося за традиційною методикою. В експериментальних класах навчальний процес будувався на основі компоненти запропонованої методичної системи, тобто із залученням до процесу навчально-пізнавальної діяльності учнів аналогій, моделей, уявних дослідів та системи демонстраційних програмних засобів. Інших відмінностей у процесі навчання фізики в контрольних і експериментальних класах не було.

3.2. Обробка результатів педагогічного експерименту

Оцінка результатів експериментального навчання була проведена на основі визначення рівня розвитку уяви та творчих здібностей учнів за допомогою тестів. У результаті проведеного тестування учні 10-х класів умовно були поділені за чотирма рівнями розвитку творчих здібностей та уяви на основі 12-бальної системи (1-3 бали – низький рівень, 4-6 – середній рівень, 7-9 – достатній рівень і 10-12 – високий рівень).

На перших двох етапах експерименту були отримані такі основні результати:

- встановлено, що учні переважно мають середній рівень розвитку уяви, більшість із них проявили скуту уяву репродуктивного характеру, відчули незручність за нових обставин та боязливість відходу від стандартних шаблонів. Внаслідок цього учні не змогли творчо підійти до розв'язання нестандартної проблеми і відчували дискомфорт;

- підтверджено висновки теоретичного аналізу про можливість застосування програмних засобів моделюючого типу для розвитку уяви та

творчих здібностей учнів;

- розроблено і апробовано методику проведення мислених експериментів та комп'ютерних демонстрацій із застосуванням моделей та аналогій;
- підібрано систему фізичних задач з елементів електроніки творчого характеру на застосування уявних мислених моделей;
- розроблено систему лабораторних робіт фізичного практикуму із застосуванням електронних таблиць та їх графічних можливостей; а також систему електронних версій електричних схем для лабораторних робіт при застосуванні комп'ютерної моделюючої програми WorkBench.

Результати, отримані на основі визначення наявного рівня розвитку уяви та творчих здібностей учнів 10-х класів на констатуючому етапі експерименту, наведені в табл. 3.1.

Щоб виявити статистично значущі відмінності в рівнях розвитку уяви та творчих здібностей учнів контрольної і експериментальної груп, було використано метод перевірки статистичних гіпотез. Експериментальні дані з табл. 3.1. використовувались для перевірки нульової і альтернативної гіпотез за критерієм Пірсона (χ^2), оскільки:

- а) обидві вибірки однакові;
- б) вибірки незалежні і члени кожної з вибірок незалежні між собою;
- в) шкала вимірювань є шкалою найменувань з 12 категоріями.

Таблиця 3.1.

Розподіл учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до та після формуючого експерименту

Бали	До формуючого експерименту (%)		Після формуючого експерименту (%)	
	Частота в експериментальних класах	Частота в контрольних класах	Частота в експериментальних класах	Частота в контрольних класах
1	0	0	0	0
2	0	1	0	0
3	10	12	1	7
4	19	19	7	17
5	30	32	14	30
6	31	32	32	32
7	24	22	35	23
8	14	14	24	18
9	8	6	16	10
10	2	0	6	1
11	0	0	1	0
12	0	0	2	0

Сформулюємо основну H_0 і альтернативну H_1 гіпотези:

Нульова гіпотеза: ймовірність попадання учнів контрольної і експериментальної вибірки в кожну з i ($i_0: p_1 \leq p_2$ і вищий рівень розвитку уяви в ЕГ пояснюється випадковими факторами).

Альтернативна гіпотеза $H_1: p_1 \neq p_2$ хоча б для однієї з $i = 12$ категорій, тобто цей бал високий рівень пояснюється результатом застосування запропонованих компонентів методичної системи.

Для перевірки гіпотези дослідження скористаємося двостороннім критерієм Пірсона (χ^2) [91; 286-289]. Із аналізу таблиці виявляється, що хоча дані й згруповані, але частоти в деяких інтервалах невеликі і суми частот в експериментальних і контрольних класах різні. Для того, щоб можна було застосовувати χ^2 -критерій, додаємо інтервали з малою частотою, а потім знаходимо відносні частоти f_E та f_K . Дані знову заносимо до таблиці (таблиця 3. 2.).

За таблицею 58 [91; 288] для числа ступенів вільності $\nu = 4 - 1 = 3$ на 95% рівні імовірності, знаходимо критичне значення величини χ^2 : $\chi^2_{КР}$

Нами було виявлено статистично значущі відмінності в експериментальній і контрольній вибірці, а також відмінності в контрольній вибірці перед проведенням формуючого експерименту та після нього.

До формуючого етапу експерименту експериментальні і контрольна вибірки не мають статистично значущих відмінностей при 95% рівні імовірності, оскільки: $\chi^2_{КР}$, що є підставою для прийняття нульової гіпотези щодо

експериментальних даних, отриманих для 10-х класів (таблиця 3.3.).

Таблиця 3.2.

Розподіл учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до та після формуючого експерименту

Інтервали	До формуючого експерименту (%)		Після формуючого експерименту (%)	
	Частота в експериментальних класах	Частота в контрольних класах	Частота в експериментальних класах	Частота в контрольних класах
1-4	29	32	8	24
5-6	61	64	46	62
7-8	38	36	59	41
9-12	10	6	25	11

Таблиця 3.3.

Робоча таблиця розподілу учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до формуючого експерименту

Інтервали	Частота f_e	Частота f_k	Відносна частота (f'_e %)	Відносна частота (f'_k %)	$f_e - f_k$	$(f_e - f_k)^2$	χ^2
1-4	29	32	21,01	23,19	-2,17	4,73	0,20
5-6	61	64	44,20	46,38	-2,17	4,73	0,10
7-8	38	36	27,54	26,09	1,45	2,10	0,08
9-12	10	6	7,25	4,35	2,90	8,40	1,93
	$\sum f_e = 138$	$\sum f_k = 138$	100	100	0	$\chi^2_{22,31}$	

На рис. 3.1 наведено діаграма розподілу учнів експериментальних та контрольних класів за рівнем розвитку уяви на констатуючому етапі експерименту.

Контрольна вибірка до експерименту і після його проведення, також не має статистично значущих відмінностей (таблиця 3.4.):

$$T = 5,02 < 7,81 = \chi^2_{кр}$$

Це означає, що зміни, які відбулися в контрольних вибірках за час експерименту, зумовлені природнім розвитком уяви та творчих здібностей учнів і не є істотними. На рис. 3.2 наведено діаграма розподілу учнів контрольних класів до та після формуючого експерименту за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей.

Після проведення експерименту експериментальна і контрольна вибірки мають статистично значущі відмінності (таблиця 3.5.), оскільки: $\chi^2 > \chi^2_{кр}$.

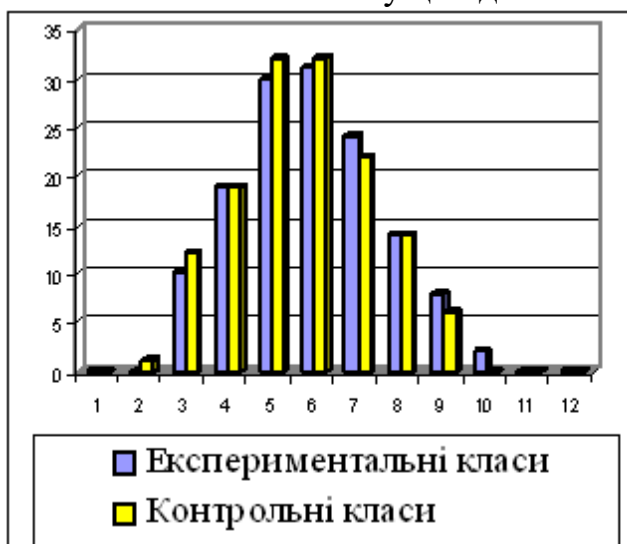


Рис. 3. 1. Розподіл учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до формуючого експерименту (%)

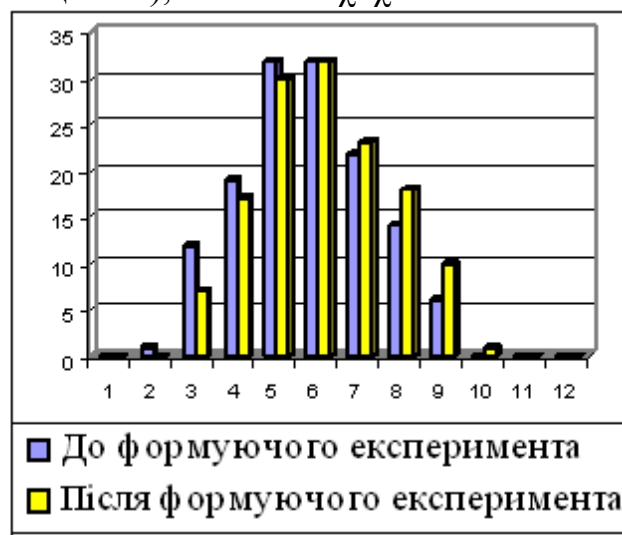


Рис. 3.2. Розподіл учнів контрольних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до і після формуючого експерименту (%)

Таблиця 3.4.

Робоча таблиця розподілу учнів контрольних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до та після формуючого експерименту

Інтервали	До формуючого експ. $f_{до}$	Після формуючого експ. $f_{після}$	Відносна частота до формуючого експ. ($f'_{до}$ %)	Відносна частота після формуючого експ. ($f'_{після}$ %)	$f_{після} - f_{до}$	$\frac{(f_{після} - f_{до})^2}{2}$	χ^2
1-4	32	24	23,19	17,39	-5,80	33,61	1,45
5-6	64	62	46,38	44,93	-1,45	2,10	0,05
7-8	36	41	26,09	29,71	3,62	13,13	0,50

9-12	6	11	4,35	7,97	3,62	13,13	3,02
	$\sum f_{д=} = 138$	$\sum f_{п=} = 138$	100	100	0	$\chi^2 = 5,02$	

Таблиця 3.5.

Робоча таблиця розподілу учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей після формуючого експерименту

Інтервали	Частота f_e	Частота f_k	Відносна частота (f'_e %)	Відносна частота (f'_k %)	$f_e - f_k$	$(f_e - f_k)^2$	χ^2
1-4	8	24	5,80	17,39	-11,59	134,43	7,73
5-6	46	62	33,33	44,93	-11,59	134,43	2,99
7-8	59	41	42,75	29,71	13,04	170,13	5,73
9-12	25	11	18,12	7,97	10,14	102,92	12,91
	$\sum f_e = 138$	$\sum f_k = 138$	100	100	0	$\chi^2 = 29,36$	

На рис. 3.3 наведена діаграма розподілу учнів експериментальних та контрольних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей після формуючого експерименту. Це дає підставу відхилити нульову гіпотезу і прийняти альтернативну.

Після проведення формуючого експерименту експериментальна вибірка має статистично значущі відмінності від тих, які були виявлені до проведення формуючого експерименту (таблиця 3.6.), оскільки: $\chi^2 = 38,40 > 7,81 = \chi^2_{кр}$.

На рис. 3.4 наведено діаграма розподілу учнів експериментальних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей після формуючого експерименту.

Отже, за правилом прийняття рішення, нульова гіпотеза H_0 : для довільного значення x , де – невідомі функції розподілу ймовірностей рівня розвитку уяви учнів в експериментальних і контрольних класах, відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза H_1 : хоча б для одного значення x . Це означає, що існує відмінність розподілу ймовірностей рівня розвитку уяви учнів, які навчалися за традиційною і експериментальною методикою.

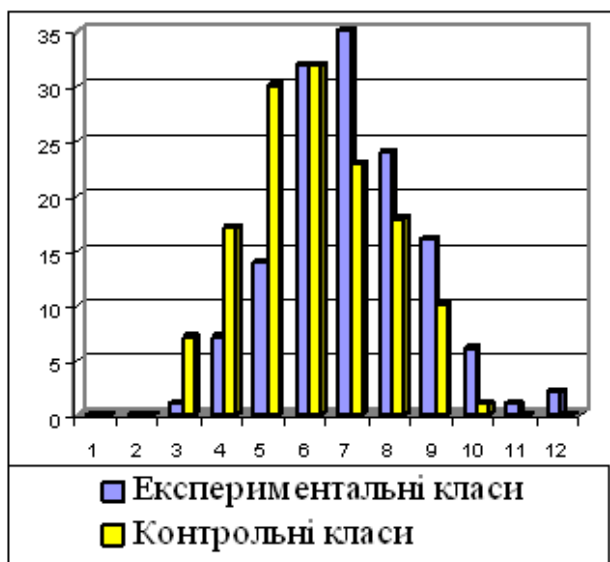


Рис.3.3. Розподіл учнів 10-х класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей після формуючого експерименту (%)

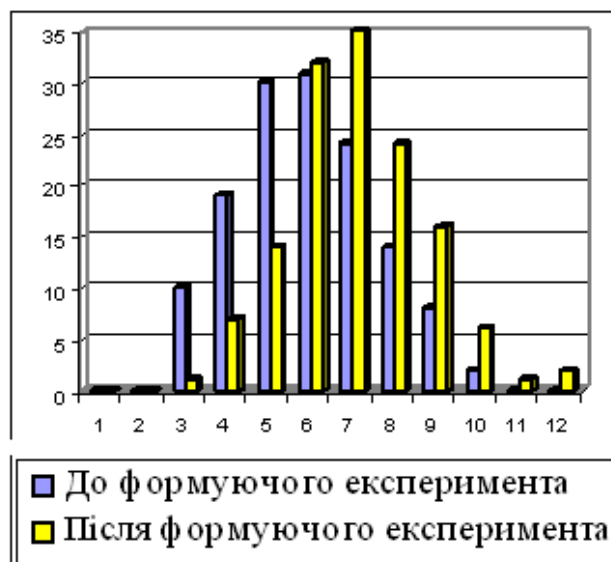


Рис. 3.4. Розподіл учнів експериментальних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей до і після формуючого експерименту (%)

Таблиця 3.6.

Робоча таблиця розподілу учнів експериментальних класів за рівнем розвитку уяви та творчих здібностей після формуючого експерименту

Інтервали	До формуючого експ. $f_{до}$	Після формуючого експ. $f_{після}$	Відносна частота до формуючого експ. ($f'_{до}$ %)	Відносна частота після формуючого експ. ($f'_{після}$ %)	$f_{після} - f_{до}$	$\frac{(f_{після} - f_{до})^2}{2}$	χ^2
1-4	29	8	21,01	5,80	-15,22	231,57	11,02
5-6	61	46	44,20	33,33	-10,87	118,15	2,67
7-8	38	59	27,54	42,75	15,22	231,57	8,41
9-12	10	25	7,25	18,12	10,87	118,15	16,30
	$\sum f_{д} = 138$	$\sum f_{п} = 138$	100	100	0	$\chi^2_{38,40}$	

Враховуючи вищесказане, приходимо до висновку: учні експериментальних класів після формуючого етапу експерименту досягли більш високого рівня розвитку уяви і творчих здібностей. У експериментальних класах були задіяні змінні фактори: а) вчителям відомі структура та функції уяви

школярів, методи створення наочних образів, рівні та способи розвитку уяви в залежності від індивідуальних особливостей учнів; б) систематично і цілеспрямовано втілювати у навчальний процес методи навчання, які вимагають творчого прояву фантазії учнів за умови чіткого управління цим процесом через спеціальну систему завдань, використання комп'ютерних технологій навчання, враховуючи психологічні і вікові особливості учнів, закономірності розвитку їхньої уяви і наочно-образного мислення. Тому ми вважаємо, що саме ці фактори і вплинули на розвиток уяви і творчих здібностей учнів експериментальних класів.

Як бачимо, прийом творчого моделювання навчає учнів незалежно мислити, формує здатність уникати шаблонності, стимулює уяву, фантазію, вихід за межі очікуваного. Залученням у навчальний процес завдань для розвитку уяви та творчих здібностей учнів на основі аналогій, ідеальних моделей, мисленого і віртуального експерименту викликало підвищення наочності навчання в експериментальних класах, що, у свою чергу, призвело до кращого засвоєння учнями матеріалу з фізики, підвищився інтерес учнів до різних видів дослідницької діяльності, до самостійної роботи, зросла кількість учнівських самостійних неординарних розв'язків складних завдань, підвищився рівень креативних здібностей учнів.

Усе це дало змогу переконатися в педагогічній доцільності застосування мислених аналогій, моделей, експериментів, віртуальних комп'ютерних досліджень і демонстрацій під час вивчення елементів електроніки на уроках фізики і позаурочній роботі для розвитку уяви і творчих здібностей учнів 10-х класів.

Отже, одержані результати формуючого експерименту підтвердили в цілому робочу гіпотезу педагогічного дослідження.

Висновки до розділу 3.

1. Констатуючий експеримент, проведений у загальноосвітніх навчальних закладах I-III ступенів м. Глухова, засвідчив, що учні 10-х класів мають переважно середній рівень розвитку творчих здібностей та уяви. Це підтвердили результати тестування учнів, опитування вчителів, бесіди з учасниками експерименту, спостереження за навчально-виховним процесом.
2. Результатами педагогічного експерименту доведено, що існує відмінність розподілу ймовірностей рівня розвитку уяви і творчих здібностей учнів, які навчалися за традиційною і експериментальною методикою, тобто учні експериментальних класів після педагогічного експерименту досягли більш високого рівня розвитку уяви та творчих здібностей, ніж учні контрольних класів.
3. Доведено, що методичні прийоми і засоби навчання, які застосовувалися під час вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики, основані на системі аналогій, моделей, мислених експериментів та комп'ютерних демонстрацій і спрямовані на розвиток уяви і творчих здібностей учнів, позитивно впливають на рівень засвоєння учнями матеріалу з фізики, інтерес учнів до різних видів дослідницької діяльності, кількість учнівських неординарних розв'язків складних завдань, рівень розвитку уяви і творчих здібностей учнів.
4. Усе це дало змогу переконатися в педагогічній доцільності застосування мислених аналогій, моделей, експериментів, віртуальних комп'ютерних досліджень і демонстрацій під час вивчення елементів електроніки на уроках фізики і позаурочній роботі для розвитку уяви і творчих здібностей учнів 10-х класів. Отже, одержані результати формуючого експерименту підтвердили в цілому робочу гіпотезу педагогічного дослідження.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результати проведеного теоретичного та експериментального дослідження методологічних і психолого-педагогічних засад розвитку уяви та творчих здібностей учнів старших класів у процесі вивчення елементів електроніки у шкільному курсі фізики дають підставу для таких висновків:

1. Аналіз психолого-педагогічної літератури переконливо доводить, що творчість – складний процес прояву неординарних здібностей людини, які найяскравіше виявляються в умовах обмеженої кількості інформації, яку необхідно гіпотетично придумувати. Тому розвиток творчих здібностей школярів тісно пов'язаний з рівнем розвитку їхньої уяви, на основі якої учні створюють нові, невідомі до цього комбінації предметів, явищ, стратегії поведінки, моделі дії індивіда, що сприяють подальшому і глибшому розумінню реальних об'єктів.

2. Констатуючий експеримент, проведений у загальноосвітніх навчальних закладах I-III ступенів м. Глухова, засвідчив, що учні 10-х класів мають переважно середній рівень розвитку творчих здібностей та уяви.

3. У процесі реалізації пошукового і формуючого експерименту нами було:

- виявлено, що основними засобами розвитку уяви та творчих здібностей є дії з уявними образами, які перетворюють навчання в цікавий дослідницький процес, роблять його наочним і доступним;

- визначено види діяльності, під час яких відбувається навчання дитини знаходити і творчо сприймати проблему дослідження, творчо перетворювати її для кращого сприйняття, мислити над її розв'язанням, самостійно знаходити зв'язки і відношення між предметами, що позитивно впливає на розвиток творчих здібностей учнів;

- створено і апробовано методику розвитку творчих здібностей учнів під час вивчення елементів електроніки в шкільному курсі фізики та позаурочній роботі на основі впровадження спеціальної системи завдань, що базуються на аналітико-синтетичній діяльності уяви (фантазії) учнів;

- розглянуто і доведено можливість застосування віртуального комп'ютерного фізичного експеримента під час вивчення учнями елементів електроніки на уроках фізики і в позаурочній роботі;

- створено і апробовано систему моделей, аналогій, мислених експериментів та комп'ютерних анімаційних демонстрацій з тем “Електричний струм у вакуумі” та “Електричний струм у напівпровідниках”;

- розроблено варіанти проведення віртуальних лабораторних робіт з використанням програми-симулятора електронних схем Electronics WorkBench під час вивчення учнями тем “Закони Ома”, “Електричний струм у вакуумі” та “Електричний струм у напівпровідниках”;

- доведено можливість використання електронних таблиць Excel для автоматичної обробки результатів дослідження шкільного фізичного експерименту з елементів електроніки і наочного їх представлення;

- створено пробний навчальний електронний посібник „Елементарна електроніка” з перспективою використання у мережі Інтернет.

4. Науково доведено, що методичні прийоми, способи і засоби навчання, ґрунтовані на системі аналогій, моделей, мислених експериментів та комп'ютерних демонстрацій, перетворюють процес вивчення елементів електроніки учнями 10х класів на уроках фізики і позаурочній роботі в цікавий дослідницький процес; раціоналізують сприймання складних тем, розділів шкільного курсу фізики, полегшують усвідомлення змісту багатьох фізичних процесів та їх закономірностей; розвивають логічне і образне мислення, творчу уяву; покращують рівень знань учнів; сприяють індивідуальному розвитку творчих здібностей учнів до навчання.

5. Таким чином, одержані результати педагогічного дослідження довели правомірність основних положень висунутої гіпотези педагогічного дослідження.

Дисертація не вичерпує всіх аспектів проблеми. Проведене дослідження дало змогу спроектувати подальший науковий пошук з цієї проблеми за такими напрямками: розробка методики застосування інтерактивних моделей для розвитку творчих здібностей учнів, створення ефективних електронних посібників для самостійної позаурочної роботи з можливістю дистанційного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.
- 2.Анісімов А.Ю. Дидактичні вимоги до складання і розв'язування задач на уроках фізики // Фізика і астрономія в школі. – 1999. – № 3. – С. 10-12.
- 3.Анисимов М.В. Радиоэлектроника: Лабораторный практикум: Навч. посібник / За ред. Р. М. Макарова. – К.: Вища школа, 1995. – 128 с.
- 4.Анциферов Л.И., Пищиков И.Н. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента; Учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов по физ.-мат спец.- М.: Просвещение, 1984. – 255 с.
- 5.Афанасьев П.И. Использование мысленных экспериментов при обучении физике в средней школе: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) . – М., 1974. – 24 с.
- 6.Барановський В.М. Використання комп'ютерних технологій у лабораторному практикумі з електродинаміки та магнетизму: Навч. пос. Ч. 1 / В.М. Барановський, С.Ф. Горностаєва, А.Н. Кравцов; За ред. В.М. Барановського. – К.; Луганськ: ЛДПІ, 1997. – 130 с.
- 7.Барташнікова І.А., Барташніков О.О. Розвиток уяви та творчих здібностей у дітей 5-7 років: Тести та ігри. – Тернопіль: Богдан, 1998. – 85 с.
- 8.Бартновський О.Л. Позакласні заняття з фізики. Радіотехніка. Пос. для вчителя. – К.: Рад. школа, 1958. – 198 с.
- 9.Баштовий В.І. Використання мисленого експерименту як засобу вивчення квантової фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: Дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 1994. – 141 с.

10. Белов В.П. Радиофизический кружок. – М.: Просвещение, 1969. – 128 с.
11. Блонский П.П. Избранные педагогические и психологические сочинения: В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение, 1979. – 304 с.
12. Блонский П. П. Избранные педагогические и психологические сочинения: В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение, 1979. – 399 с.
13. Бобровников Л.З. Радиотехника и электроника. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 320 с.
14. Богоявленская Д.Б. Природа творческих способностей // Вестник РГНФ. – 1997. – № 1. – С.166-172.
15. Боно Эдвард де. Рождение новой идеи. О нешаблонном мышлении. Пер. с англ. / Под общ. Ред. И с послеслов. О.К. Тихомирова. – М.: Прогресс, 1976. – 143 с.
16. Борисов В.Г. Кружок радиотехнического конструирования: Пособие для руководителей кружков. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
17. Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение: Избранные психологические труды. — М.: Институт практической психологии, 1996. – С. 367-387.
18. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы: Учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
19. Бугайов О.І., Коршак Є.В., Климишин І.А. Фізика і астрономія. Пробний підручник для 9 кл. серед. шк. / За ред. проф. О.І. Бугайова. К.: Освіта, 1999. – 367 с.
20. Буров В.А. Методика изучения полупроводников в школе. – М.: Просвещение, 1965. – 156 с.
21. Буш Г.Я. Рождение изобретательских идей. – Рига: Лиесма, 1976. – 127 с.
22. В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 110/ Сост. И. Н. Алексеева. – М.: Патриот, 1991. – 62 с.
23. В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 111/ Сост. И. Н. Алексеева. – М.: Патриот, 1991. – 80 с.
24. Величко С.П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі: Автореф. дис... д-ра пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 1998. – 34 с.
25. Величко С.П., Коршак Є.В. Концептуальні основи розвитку навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі // Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі: Наук.-метод. збірник. Ч. 1. / МО України, АПН України, НПУ ім. М. Драгоманова, Кіровоградський педуніверситет. Відп. наук. ред. С.П. Величко, Є.В. Коршак: КДПУ ім. Винниченка, 1998. – С. 4-10.
26. Вітюк О.В. Розвиток образного мислення учнів при вивченні стереометрії з використанням комп'ютера: Автореф... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2001. – 20 с.
27. Выготский Л.С. Воображение и его развитие в детском возрасте // Хрестоматия по психологии. – М.: Просвещение, 1987. – С. 320-324.
28. Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте / А.Н. Драчев (ред.). – СПб. : Союз, 1997. – 96 с.

- 29.Выготский Л.С. Педагогическая психология / Под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
- 30.Гайдучок Г.П., Нижник В.П. Фронтальний експеримент з фізики в 7-11 кл. середньої школи: Посібник для вчителя. – К.: Рад. школа, 1989. – 175 с.
- 31.Галатюк Ю.М. Організація дослідницької роботи учнів під час вивчення фізики в старших класах середньої школи: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 1997. – 24 с.
- 32.Гершензон Е.М. Радиотехника: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Е.М. Гершензон, Г. Д.Полянина, Н.В. Соина. – М.: Просвещение, 1986. – 319 с.
- 33.Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрономии представляются сейчас, на пороге XXI века, особенно важными и интересными? // Успехи физических наук, 1999. – № 4. – С. 419-441.
34. [Голицына И.Н. Решение учебных творческих задач по физике с использованием ЭВМ // Физика в школе. 1993, №1. – С.23-25.](#)
- 35.Головин П.П. Школьный физико-технический кружок: Книга для учителя: Из опыта работы / Под ред. Б.М. Игошева. – М.: Просвещение, 1991. – 159 с.
- 36.Гончаренко С.У. Фізика. 10 кл. Проб. навч. посібник для ліцеїв та класів природничо-наукового профілю. – К.: Освіта, 1996. – 445 с.
- 37.Гончаренко С.У. Фізика: Пробний навчальний посібник для шкіл III ступеня, гімназій і класів гуманітарного профілю.10 клас. – К.: Освіта,1995. – 302 с.
- 38.Горбань М.М. На уроці та після... (фізика, ігри, розваги). – Чернігів: Десна, 1992. – 112 с.
- 39.Грабовский Р.И. Курс физики: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1980. – 607 с.
- 40.Гриценко В.Г. Нові інформаційні технології при вивченні статистичних закономірностей у процесі підготовки вчителів фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 1999. — 20 с.
- 41.Грушин И.Т. и др. Применение ЭВМ для математической обработки результатов эксперимента в лабораторном практикуме по общей физике: Уч. пос. – М.: Издательство МАЙ, 1990. – 60 с.
- 42.Давиденко А.А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи). – Ніжин: ТОВ „Видавництво „Аспект-Поліграф”, 2004. – 264 с.
- 43.Демонстрационный эксперимент в средней школе. Ч.1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др., Под ред. А. А. Покровского. – М.: Просвещение, 1978. – 351 с.
- 44.Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Изд-во Питер, 2000. – 368 с.
- 45.Желюк О.М. Удосконалення навчального фізичного експерименту засобами сучасної електроніки: Дис. к.п.н.: 13.00.02 / Рівенський державний

- педагогічний інститут. – Рівне, 1996. – 222 с.
46. Жук Ю.О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики з застосуванням нових інформаційних технологій: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / УДПУ ім. М.П. Драгоманова. — К., 1995. — 23 с.
47. Зальцман Б.Н. Фантазія та її роль в діяльності людини. – К., 1958. – 32 с.
48. Иванов Б.С. Занимательные эксперименты: возможности стабилитрона // Радио. – 1998. - № 10. – С.44-45.
49. Иванов Б.С. Занимательные эксперименты: знакомство с диодом // Радио. – 1998. - № 8. – С.37-39.
50. Иванов Б.С. Занимательные эксперименты: некоторые возможности полевого транзистора // Радио. – 1998. - № 11. – С.36-37.
51. Іллюшко В.В. Навчальний фізичний експеримент у формуванні творчої активності учнів на уроках фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1997. — 22 с.
52. Кабардин О.Ф. Физика: Справочные материалы: Учебное пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
53. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики. – К.: Рад. школа, 1982. – 158 с.
54. Каплун С.В. Моделирование как основа формирования представлений учащихся об идеальных физических объектах (на материале кинематики): Автореф... канд. пед. наук (13.00.02) / Харьковский государственный университет. – Х., 1993. — 20 с.
55. Каптерев П.Ф. Детская и педагогическая психология. – М.: Московський психолого-соціальний інститут; Воронеж: Издательство НПО „МОДЭК”, 1999. – С. 105-122, 205-211.
56. Касперський А.В. Радіоелектроніка в системі формування фізичних і технічних знань у середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2003. — 39с.
57. Касперський А.В., Кухарчук Р.П. Тестові завдання для діагностики рівня вивчення інтегрованих розділів фізики й радіоелектроніки в школі та ВНЗ // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 1. – С.38-41.
58. Касянова Г.В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 1995. – 24 с.
59. Келасьев В.Н. Некоторые подходы к развитию гибкости мышления. Практическое мышление: функционирование и развитие. – М., 1990. – С. 439-440.
60. Кобель Г.П. Моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики (на матеріалі молекулярної фізики): Автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / Український педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1995. — 24 с.
61. Коварский Ю.А. Роль мысленных моделей и методика их использования в процессе обучения физике в ср. шк. Автореф. дис... к. п. н. – М., 1973. – 26 с.

62. Козеренко С.І. Підготовка учителів фізики до навчання основам радіоелектроніки в школі: Автореф. дис...канд. пед. наук: 13.00.02 / Український педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1995. — 22 с.
63. Коменский Я. -А. Великая дидактика. Избр. пед. соч. — Т.18. — С. 302-303.
64. Комский Д.М. Кружок технической кибернетики: Пособие для руководителей кружков. — М.: Просвещение, 1991. — 192 с.
65. Кондратенко В.І. Система позакласних занять з радіоелектроніки в середній загальноосвітній школі: Автореф... канд. пед. наук (13.00.02) / Дрогобицький державний педагогічний інститут. — Дрогобич, 1970. — 24 с.
66. Коновалов О.Ю. ЕОМ в лекційному експерименті під час демонстрації динаміки фізичних процесів у напівпровідникових приладах // Фізика і астрономія в школі. — 2002. — № 4. С. 40-43.
67. Коношевський Л.Л. Дослідження особливостей застосування комп'ютерної техніки в навчальному процесі педвузу (на матеріалі курсу фізики): Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1997. — 24 с.
68. Коробова І.В. Розвиток дивергентного мислення учнів основної школи у навчанні фізики: Дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Херсонський педагогічний ун-т. — Херсон., 2000. — 200 с.
69. Короленко Ц.П. Чудо воображения: Воображение в норме и патологии / Ц.П. Короленко, Г.Ф. Фролова; Акад. мед. наук СССР, Сиб. филиал, Новосибирский мед. ин-тут. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1975. — 210 с.
70. Корсак К.В. Якісні і графічні задачі з молекулярної фізики та електродинаміки: Посібник для вчителя. — К.: Радянська школа, 1990. — 93 с.
71. Коршак Є.В. Виготовлення і використання приладів на напівпровідниках. Пос. для вчителів. — К.: Рад. школа, 1965. — 105 с.
72. Коршак Є.В. Коливання і хвилі. — К.: Рад. школа, 1974. — 120 с.
73. Коршак Є.В. Напівпровідники в демонстраційному фізичному експерименті: Пос. для вчителів. — К.: Рад. школа, 1967. — 127 с.
74. Коршак Є.В., Коршак Н.М. Фізичні властивості напівпровідників та їх застосування. — К.: Вища школа, 1973. — 87 с.
75. Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного експерименту. — К.: Вища школа, 1981. — 279 с.
76. Коршак Є.В. та ін. Фізика, 10 кл.: Підруч. для серед. загальноосвіт. шк. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. — Київ; Ірпінь: ВТФ „Перун”, 2002. — 300 с.
77. Коршунова Л.С. Воображение и его роль в познании. — М.: Изд-во МГУ, 1979. — 145 с.
78. Коршунова Л.С., Пружинин Б.И. Воображение и рациональность. Опыт методологического анализа в познавательной функции воображения. — М., 1989. — 180 с.
79. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / Під ред. Л.Н. Проколієнко. — К.: Рад. школа, 1989. — 608 с.

80. Котельніков Г.О. Лабораторні роботи з фізики дослідницького характеру у класах з поглибленим вивченням фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 1998. – 16 с.
81. Кремінський Б.Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів в процесі навчання фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 1997. – 24 с.
82. Кух А.М. Оптимізація навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики на основі рівневих завдань еталонного характеру при використанні ЕОМ : Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 1998. — 16 с.
83. Кухарчук Р.П. Використання електронних таблиць EXCEL при дослідженні закону Ома для повного кола // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 3. – С. 51-53.
84. Кухарчук Р.П. Віртуальна наочність як метод розвитку уяви учнів при вивченні елементів електроніки // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 6. – С. 30-32.
85. Кухарчук Р.П. Напівпровідникові діоди в шкільному курсі фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 1. – С.38-41.
86. Кухарчук Р.П. Напівпровідникові лазери в шкільному курсі фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №3. – С.27-32.
87. Кухарчук Р.П. Пояснення принципу дії напівпровідникових біполярних транзисторів // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 6. – С. 38.
88. Кухарчук Р.П. Розвиток творчого потенціалу особистості учня в процесі вивчення фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 2. – С. 16-19.
89. Кухарчук Р.П. Розв'язування задач творчого характеру при вивченні розділу шкільного курсу фізики “Закони постійного струму” // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник. У 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2002. – № 13. – Т.1. – С. 71-75.
90. Кухарчук Р.П. Способи розвитку уяви учнів при вивченні елементів електроніки шкільного курсу фізики // Наукові записки. Випуск 46. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. – С. 85-86.
91. Кыверялг А.А. Методика исследования в профессиональной педагогике. Таллин: Валгус, 1980. – 136 с.
92. Ланина И.Я. Не уроком едины: Развитие интереса к физике. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.
93. Лейтес Н.С. Способность и одарённость в детские годы. – М.: Знание, 1984. – 80 с.
94. Лейтес Н.С. Возрастные предпосылки умственных способностей // В кн.: Хрестоматия по психологии: учеб. Пособие для студентов пед. ин-тов /Сост. В.В.Мироненко; Под ред. А.В.Петровского. - М.: Просвещение, 1987. – С.331-339.

95. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х т. Т. 1 / Под ред. В. В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1983. – 391 с.
96. Лозниця В.С. Психологія і педагогіка: основні положення. Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – К.: “Екс об”, 1999. – 304 с.
97. Лук А.Н. Психология творчества. – М.: Наука, 1978. – 128 с.
98. Маклаков А.Г. Общая психология. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
99. Малафеев Р. И. Система творческих лабораторных работ по физике в VII-VIII классах // Физика в школе. – 1993. – №2. – С. 47-51.
100. Мартинюк О.С. Засоби сучасної електроніки й комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2000. — 19с.
101. Матюшкин А.М. Концепция творческой одаренности // Вопросы психологии. – 1989. – № 6. – С.29-33.
102. Мельникова С.И. Развитие творческих возможностей обучаемых: Учебное пособие / С.И.Мельникова, В.Н.Цымбал, В.И.Чигринов: ХГУ им. А.М. Горького. – Х., 1990. – 84с.
103. Меншутин Н.Ф. Школьный кружок по изготовлению физических приборов. – М.: Учпедгиз, 1953. – 56 с.
104. Методика навчання фізики в середній школі (Загальні питання) Конспекти лекцій / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. / За ред. Савченка В.Ф. - Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, 2003. – 100 с.
105. Миргородський Б.Ю. Навчальна радіоелектронна апаратура. – К., Радянська школа, 1976. – 192 с.
106. Миргородський Б.Ю. Радіоелектроніка в шкільному фізичному експерименті . Посібник для вчит. – К., "Радянська школа", 1968. – 284 с.
107. Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Електродинаміка: Посібник для вчителів. – К.: Радянська школа, 1983. – 176 с.
108. Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Коливання і хвилі: Посібник для вчителів. – К.: Радянська школа, 1985. – 168 с.
109. Мірошніченко І. Г. Ремонт електронного обладнання з фізики. – К.: Рад. школа, 1988. – 108 с.
110. Моляко В.А. Психология решения школьниками творческих задач. – К.: Рад. школа, 1983. – 96 с.
111. Моляко В.А. Система творческого тренинга КАРУС // Обдарована дитина. – 2000. – № 1. – С.36-41.
112. Моляко В.А. Стратегия решения новых задач в процессе регуляции творческой деятельности // Психологический журнал. – 1995. – Т.16. – № 1. – С.84-90.
113. Момот Л.Л., Шелестова Л.В. До проблеми формування творчих здібностей у процесі навчання // Педагогіка і психологія. – 1997. – № 2. – С.53-59.

114. Мороз В.О. Розвиток в учнів здібностей до творчої дослідницької роботи // Із досвіду навчання фізики в школі. – К.: Радянська школа, 1980. – С. 13-18.
115. Муляр В.П. Засоби інформаційних технологій у вивченні питань квантової фізики в середній школі: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 1999. – 17 с.
116. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Фізика: Підручник для 10 кл. сер. шк. – К.: Рад. шк., 1990. – 254 с.
117. М'ясоїд П.А. Загальна психологія: Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2000. – 479 с.
118. Натадзе Р.Г. Воображение как фактор поведения // Хрестоматия по психологии. – М.: Просвещение, 1987. – С. 217-222.
119. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – Кн. 1: Общие основы психологии. – 688 с.
120. Ніколенко М.А. Досліди з радіотехніки на уроках фізики. Посібник для вчит. фізики. – К.: Радянська школа, 1957. – 96 с.
121. [Новиков С.М. Составление вопросов учащимися как метод активизации мышления // Физика в школе. – 1990. – № 3. – С. 27-28.](#)
122. Общая психология: Учеб. для студентов пед. ин-тов / А.В. Петровский, А.В. Брушлинский, В.П. Зинченко и др.; Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение, 1986. – 464 с.
123. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский, А.И. Бугаев, Ю.И. Дик и др. / Под ред. А.В. Перышкина, В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с.
124. Павленко А.И. Составление учащимися задач как средство изучения физики: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / НИ педагогики УССР. – К., 1987. – 18 с.
125. Павленко А.І. Теоретичні основи методики навчання учнів складанню і розв'язуванню фізичних задач у середній школі: Автореф. дис... д-ра пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 1997. – 39 с.
126. Поляков В. Теория: понемногу обо всем // Радио. – 1999. – № 10. – С. 50-51.
127. Поляков В. Теория: понемногу обо всем // Радио. – 1999. – № 11. – С. 43-45.
128. Поляков В. Теория: понемногу обо всем // Радио. – 1999. – № 12. – С. 43-45.
129. Попкович В.В. Модели в курсе физики средней школы. – Автореф. дис... канд. пед. наук. — К., 1971. – 23 с.
130. Практикум з фізики в середній школі: Дидакт. матеріал: Посібник для вчителя / Л.І. Анциферов, В.О. Буров, Ю.І. Дік та ін.; За ред. В.О. Бузова, Ю. І. Діка. – К.: Рад. шк., 1990. – 176 с.
131. Протасова О.І. Ігрова технологія навчання в сучасній школі // Фізика і астрономія в школі. – 2001. – № 3. – С.27-31.
132. Психология. Словарь /Под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.

133. Психологія: Підручник / Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук та ін.; за ред. Ю. Л. Трофімова. – К.: Либідь, 2000. – 558 с.
134. Радіотехніка з елементами обчислювальної техніки: Практикум / В. М. Сисоєв, В. П. Чернявський; Під ред. В. П. Чернявського. – К.: Вища школа, 1986. – 184 с.
135. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 156 с.
136. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике. – М.: Просвещение, 1965. – 156 с.
137. Разумовский В. Г., Гуревич А. Е. Задания для контроля знаний учащихся по физике. – М.: Просвещение, 1978. – 80 с.
138. Разумовский В.Г., Шамаш С.Я. Изучение электроники в курсе физики средней школы. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1968. – 156 с.
139. Редько Г. Б. Аналогії в курсі фізики середньої школи. – К., Радянська школа, 1980. – 56 с.
140. Рибалка В.В. Психологія розвитку творчої особистості: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1996. – 236 с.
141. Рибо Т. Опыт исследования творческого воображения: Перев. с франц. – СПб.: Изд-во Л.Пантелеева, 1901. – 232 с.
142. Родари Дж. Грамматика фантазии: Введение в искусство придумывания историй: Пер. с итал. / Предисл. А.Г.Алексина. - М.: Прогресс, 1990. - 192 с.
143. Розенберг Н.М. Фізичні основи електроніки. Посібник для вчителів і студентів педагогічних інститутів. – К.: Рад. школа, 1970. – 280 с.
144. Розенберг Н.М. Методика навчання фізики в середній школі. Молекулярна фізика. Основи електродинаміки: Посібник для вчителів. Вид. II-е перероб., К.: Рад. школа, 1973. – 239 с.
145. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии: В 2 т. Т. 1. – М.: Педагогика, 1989. – 488 с.
146. Саламатов Ю. Изобретателями не рождаются // Народное образование. – 1989. – № 3. – С.78-82.
147. Сільвейстр А.М. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках вивчення нового навчального матеріалу з електродинаміки з застосуванням комп'ютера: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 2000. — 19 с.
148. Станіславчук Л. В. Індивідуальна робота з фізики без використання дидактичних матеріалів // Фізика і астрономія в школі. – 1999. – № 1. – С. 9-11.
149. Теплицький І.О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 2001. — 20 с.
150. Теплов Б.М. Способности и одаренность // В кн.: Психология индивидуальных различий. Тексты / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер. – М.: Изд-

- во МГУ, 1982. – С.129-139.
151. Туник Е. Е. Психодиагностика творческого мышления. Креативные тесты // Школьный психолог, 2001. – № 45.
 152. Туник Е. Е. Тест Торренса. Диагностика креативности. СПб.: Иматон, 1998. – 128 с.
 153. Уемов И.А. Вещи, свойства, отношения и теория выводов по аналогии. Дис. д-ра филос. наук. – М.: Изд. МГУ, 1963. – С. 3-485.
 154. Федішова Н.В. Використання автоматичних пристроїв і функціональних вузлів ЕОТ у системі шкільного фізичного експерименту: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02) /Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 1999. – 18 с.
 155. Фізика // Фізика. 7-11 класи: Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Бугайов О.І., Закота Л.А., Костюкевич Д.Я., Мартинюк М.Т. – № 22 -23, 2001. – 96 с.
 156. Філософія. Підручник / За загальною редакцією Горлача М.І., Кременя В.Г., Рибалка В. К. – Харків: Консум, 2000. – 672 с.
 157. Філософія: Навчальний посібник / І.Ф. Надольний, В.П. Андрущенко, І.В. Бойченко, В.П. Розумний та ін.; За ред. І.Ф. Надольного. – К.: Вікар, 1997. – 584 с.
 158. Хорошавин С.А. Физико-техническое моделирование: Учеб. пособие для учащихся по факультатив. курсу. 8-10 кл. – М.: Просвещение, 1983. – 207 с.
 159. Хрестоматія по фізиці: Учеб. Пособие для учащихся 8–10 кл. сред. шк. / Сост. А.С. Енохович и др.; Под ред. Б.И. Спасского. – М.: Просвещение, 1987 . – 288 с.
 160. Цілінко М.Г. Саморобні електронні прилади в навчальному експерименті: Пос. для вчителя. – К.: Рад. школа, 1990. – 140с.
 161. Чередник М.А. Електронні та іонні явища в газах в курсі фізики середньої школи: Автореф. дис... канд. пед. наук (13.00.02). — К., 1955. — 24 с.
 162. Чернов А.П. Мысленный эксперимент: Опыт психологического исследования. – М.: Наука, 1979. – 205 с.
 163. Чигринский В.П. Источники питания для радиоаппаратуры и электронных устройств // Радиоаматор. – 1998. – № 3. – С.28-30.
 164. Шахмаев Н.М., Шилов В.Ф. Физический эксперимент в средней школе: Механика, молекулярная физика, основы электродинамики. – М.: Просвещение, 1989. – 256 с.
 165. Шахмаев Н.М. и др. Физика: Учебник для 10 класса средней школы. / Н.М. Шахмаев, С.Н. Шахмаев, Д.Ш. Шодиев. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.
 166. Шишкин Н.Н. Клуб юных физиков: Книга для учителя: Из опыта работы. – М.: Просвещение, 1991. – 144 с.
 167. Шодиев Д.Ш. Мысленный эксперимент в преподавании физики: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 95 с.
 168. Штофф В.А. Моделирование и философия. – М., 1966. – 301 с.
 169. [Щербаков Р.Н., Филонович С.Р. Учиться на ошибках и заблуждениях творческой личности // Физика в школе. – 1992. – № 3. – С. 25-29.](#)

170. Э.В. Ильенков: Личность и творчество: Идеальное. Воображение. Самосознание. Культура / Институт философии РАН / В.А. Лекторский (отв. ред.), И.П. Фарман (ред.-сост.). — М.: Языки русской культуры, 1999. — 272 с.
171. Яремчук В.Ф., Кравчук Н.С., Фальштинська О.Є. Використання комп'ютерної техніки на уроках фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник. У 2-х т. — Чернігів: ЧДПУ, 2002. — № 13. — Т.1. — С.150-152.
172. Яценко Т.М. Управління навчальною діяльністю учнів з використанням персональних комп'ютерів (на матеріалі вивчення фізичної оптики): Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1998. — 22с.
173. Gordon W.J.J. Sinectics: The Development of Creative Capacity — New York, 1961 180 S.
174. Guilford J.P. Intellectual Factors in Productive Thinking /In: Explorations in Creativity. — N.-Y., 1967. — P.95-107.
175. Torrance E.P. Torrance tests of Creative Thinking. Directions manual and scoring guide. Figural test booklet A and B. — Lexington, 1974.

Додаток А

Запитання до теми “Електричний струм у вакуумі”

1. Що являє собою ідеальний вакуум – абсолютний провідник чи абсолютний ізолятор? Уявіть і опишіть обидва випадки.
2. Для чого в електронній лампі створюється високий вакуум?
3. Як буде працювати електронна лампа, якщо у ній залишиться певна кількість повітря?
4. Що станеться з катодом електронної лампи, якщо повітря з лампи погано відкачане?
5. Чи можна заповнити електронну лампу інертним газом? Чи буде вона працювати?
6. Яке співвідношення між напрямом струму й напрямом руху у вакуумі пучків: а) електронів; б) іонів; в) протонів?
7. Розглянемо катод електронної лампи. Чи може робота виходу електронів бути різною в різних його точках?
8. Яка залежність сили струму емісії від температури катода?
9. Один електрон рухається до металевої поверхні перпендикулярно, другий – під кутом до неї. Яка ймовірність їх вильоту, якщо вони мають однакові початкові кінетичні енергії?
10. Що утворюється над катодом електронної лампи при її нагріванні? Чи впливає електронна хмарка на емісію електронів?
11. Який з поданих на рис. А.1. графіків найточніше відтворює залежність струму в проміжку катод-анод для малих напруг? Поясніть.

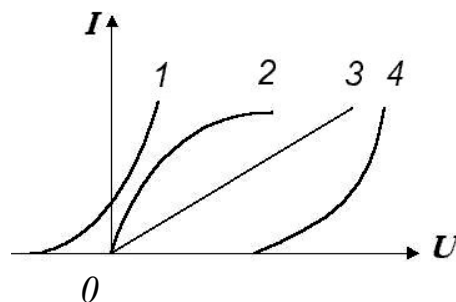


Рис. А.1.

12. Який характер руху електронів від катода до анода? Що станеться з електронами, які знаходяться в даний момент всередині лампи, якщо вимкнути напругу між катодом і анодом? Вони будуть рухатися? Поясніть.
13. Що відбувається з кінетичною енергією електронів, коли вони досягають поверхні анода? Чи „працює” в цьому випадку закон збереження енергії?
14. Який з графіків на рис. А.2 найточніше відтворює зміну з відстанню потенціалу на межі металу й хмарки електронів?

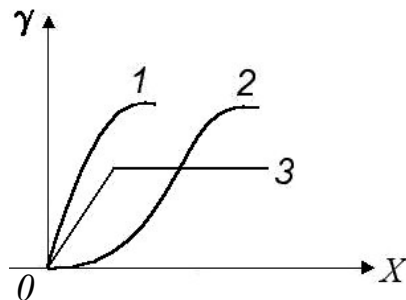


Рис. А.2.

15. Що станеться, якщо лопне скляний балон вакуумного діода? Як це вплине на його роботу на: а) Землі; б) Місяці; в) Марсі; г) Венері; д) Сонці.
16. У вакуумі на певній відстані від поверхні катода розміщений електрон. Що він „відчуває”?
17. Які форми може мати анод в електронній лампі? Наведіть всі можливі випадки і поясніть їх.
18. Що станеться з густиною електронної хмарки біля поверхні катода, якщо його температура зросте?
19. Чи зміниться робота виходу електронів з катода, якщо його нагріти? Чим це пояснити?
20. Один радіоприймач має лампи з прямим підігрівом катодів, другий — з опосередкованим. Який з них дає звук відразу після вмикання? Який з них ефективніше використовує енергію?
21. Що станеться з температурою катода, якщо напруга на ньому збільшиться в n раз?

22. Як буде працювати вакуумний діод, якщо на нього подавати напругу, що значно вища за розраховану?
23. Підвищимо напругу між катодом і анодом. Що зміниться при цьому?
24. Чи можна скористатись законом Ома для обчислення різних значень струму, який проходить через діод?
25. Робота виходу електронів з вольфрамового катода дорівнює 5,54 еВ, робота виходу Барію – 2,5 еВ, але Вольфрам набагато дешевший від Барію. З якого матеріалу доцільніше виготовити катод? Запропонуйте свій варіант.
26. Які проблеми можуть виникнути при роботі тріодів або діодів з високочастотними сигналами? Як їх уникнути?
27. Як впливає потенціал сітки на швидкість електронів: а) в момент відриву від катода; б) в момент пролітання сітки; в) в момент досягнення ними поверхні анода?
28. Відомо, що поверхня екрану електронно-променевої трубки є джерелом шкідливого випромінювання. Що необхідно зробити для захисту глядачів?
29. Від яких фізичних величин залежить опір: а) діода; б) тріода?
30. Чому для катодів з оксидними поверхнями не вдається досягти режиму насичення емісійного струму?
31. У тріоді сітку встановлено від катода на відстані: а) 0,1%; б) 1%; в) 50% відстані між катодом і анодом. Яке співвідношення мають коефіцієнти підсилення тріода?
32. Що більше підсилює тріод – силу струму чи напругу?
33. На сітку тріода подана напруга від джерела змінної е.р.с. На що це впливає?
34. Для чого всередину тріода вводять додаткові сітки а) другу (тетрод); б) дві сітки (пентод)?
35. Від яких параметрів може залежати струм в радіолампі, якщо температура катода і напруга на аноді сталі?
36. Чи можна змінювати розміри світної плями на осцилографі? Як?
37. Повертаючи одну з ручок керування телевізора в максимальне положення, ми зменшуємо строк служби трубки. Яка це ручка?

38. Як зміняться розміри сучасних телевізорів, якщо, не змінюючи площі екрана, для керування пучком електронів використати електричне поле пластин плоского конденсатора замість магнітного поля?
39. Чи впливатиме форма катода і анода на ефективність автоелектронної емісії, якщо напруга між ними стала?
40. Відомо, що при опроміненні електронами поверхні металу можна досягти вибивання з неї нових електронів (вторинна емісія). Що станеться, якщо збільшити в k раз кінетичну енергію електронів, які падають на поверхню металу? Як цього досягти?
41. Чим відрізняється характер руху електронів в електронно-променевої трубці осцилографа і телевізора, якщо в першому випадку управління відбувається електричним, а в другому магнітним полем?
42. Як пересуватиметься слід електронного променя по екрану трубки, якщо трубку встановити: а) в міжполюсному просторі постійного магніту, б) електромагніт, в обмотці якого тече змінний струм від освітлювальної мережі; в) між обкладками конденсатора, на який подано сталу напругу; г) між обкладками конденсатора, на який подано напругу, що повільно зростає або спадає; д) між обкладками конденсатора, на який подано напругу промислової частоти?

Додаток Б

Запитання до теми “Електричний струм у напівпровідниках”

1. Яким способом у напівпровідниках створюють переважно: а) діркову провідність; б) електронну провідність?
2. Як створити пару “електрон-дірка”?
3. Що станеться, якщо не приділяти увагу ступеню чистоти напівпровідникових матеріалів при їх виготовленні?
4. Яка електропровідність напівпровідникового матеріалу вища – власна чи домішкова?
5. Поясніть, як впливає мізерна кількість домішок на електропровідність: а) напівпровідників; б) металів?
6. Чому опір напівпровідникових матеріалів залежить від температури та освітленості?
7. В яких умовах, на Вашу думку, доречно вимірювати електропровідність напівпровідників: а) при незначному освітленні; б) в повній темноті; в) при температурі θ °С; г) при температурі 0 К; д) не має значення; е) інші варіанти.
8. Придумайте пристрій на основі термісторів, щоб він міг вимірювати: а) швидкість повітряного потоку; б) психрометр; в) манометр? Які ще прилади можна виготовити?
9. Який елемент Ви запропонували для вимірювання температури: а) напівпровідниковий; б) металічний?
10. Чи залежатиме опір ділянки кола від температури, якщо резистор і термістор (опір яких однаковий) з’єднали: а) послідовно; б) паралельно.
11. Придумайте схему з’єднання звичайного резистора і напівпровідникового термістора, опір якої: а) зменшується при нагріванні; б) збільшується при нагріванні; в) опір всієї ділянки в певному інтервал не залежатиме від температури? Які варіанти Ви можете запропонувати ще?
12. Запропонуйте схему застосування на фініші спортивної бігової доріжки: а) фотоелемента; б) термоелемента; в) металічного резистора. Які ще елементи

можна при цьому використати?

13. Якою стане робота напівпровідникового приладу, якщо його: а) охолодити до температури рідкого гелію; б) нагріти до високих температур?

14. Як зміниться графік, зображений на рис. Б.1, якщо температура значно збільшиться? Зарисуйте.

15. Чи можна виготовити напівпровідниковий діод або транзистор такими малими, що їх не можна побачити неозброєним оком? Як це вплине на роботу приладу?

16. Поясніть, чому вільні носії зарядів не можуть утриматися в області $p-n$ -переходу?

17. Чи залежить від напрямку проходження струму опір: а) металу; б) напівпровідника; в) межі двох напівпровідників.

18. У якому випадку буде більшою сила струму через $p-n$ -перехід при однаковій напрузі: а) у прямому; б) у зворотному? Яка причина цьому?

19. Чи можна збільшити струм через $p-n$ -перехід, не пошкодивши його? Як?

20. Чи виконується закон Ома, коли струм проходить через $p-n$ -перехід: а) у прямому напрямі; б) у зворотному напрямі.

21. Як зміниться сила струму через діод, якщо збільшити напругу на ньому в k раз. Як при себе веде цьому опір елемента?

22. На рис. Б.1. зображено вольт-амперну характеристику кремнієвого діода. В яких зонах роботи його опір: а) малий; б) великий?

23. Як буде працювати діод, коли струм, що проходить через нього, перевищить граничний? Що відбудеться з $p-n$ -переходом?

24. Для випрямлення змінного струму часто застосовують діодний місток (рис. Б.2). В якому напрямку буде протікати електричний струм, якщо: а) струм напрямлений від A до D ; б) струм напрямлений від D до A . Який напрям матиме струм у провіднику R у кожному

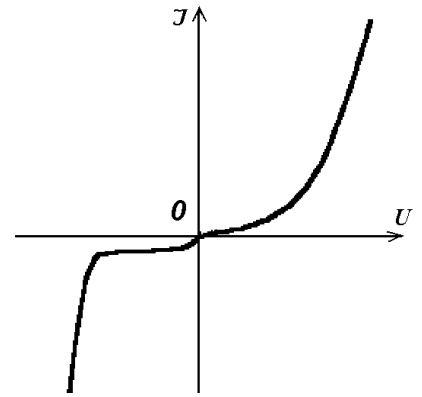


Рис. Б. 1.

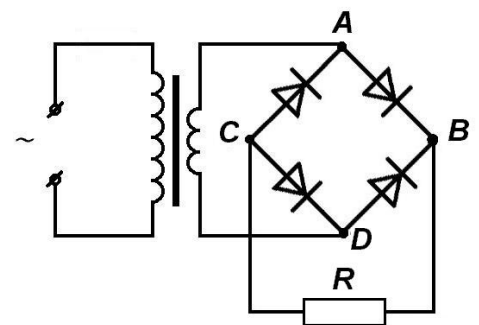


Рис. Б.2.

випадку? Зробіть висновок.

25. На рис. Б.3 зображено три схеми вмикання того самого транзистора. Як їх називають? Який знак має провідність його бази?

26. Чи треба змінювати схеми (див. рис. Б.3), якщо транзистор матиме інший знак провідності бази?

27. Чи можна замінити транзистор двома діодами однакового типу, сполученими відповідно переходами?

28. Як вплине на роботу транзистора збільшення товщини його бази?

29. Польові транзистори, як відомо, чутливі до зовнішніх електромагнітних полів. Як уникнути цього іноді негативного впливу?

30. Чи збігається концентрація основних носіїв струму в емітері і колекторі?

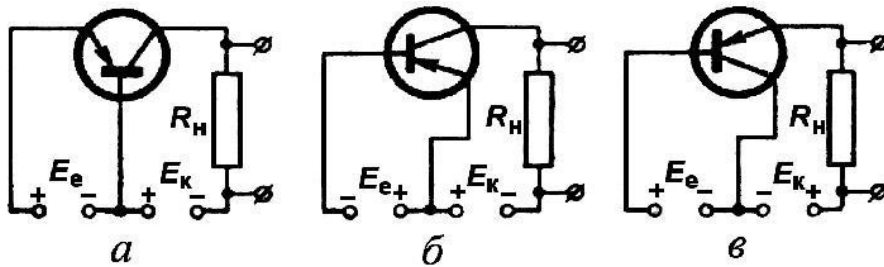


Рис. Б.3.

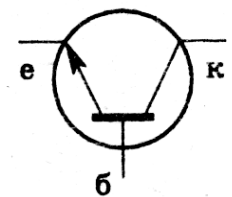


Рис. Б.4.

31. В якій зоні транзистора найменша концентрація основних носіїв струму?

32. Якого типу транзистор зображено на рис. Б.4. Чим відрізнятиметься транзистор, у якого на схемному позначенні стрілка буде направлена не назовні, а всередину?

33. Як вплине на роботу транзистора ввімкнення переходу емітер-база не в прямому, а у зворотному напрямі?

34. У двох транзисторів однакові сили струмів бази (I_b), якщо їх з'єднано за схемою із спільним емітером (рис. Б.3а), а струм колекторів (I_k) відрізняються в k разів. Порівняйте їх коефіцієнти підсилення за силою струму.

35. Який закон зв'язує між собою струми емітера, бази й колектора (I_e , I_b , I_k) в працюючому транзисторі?

36. Чому найчастіше транзистор вмикають так, як показано на рис. Б.3а?
37. Для чого на базу транзистора подають напругу зміщення (0,2-0,5 В)?
38. Для якого способу вмикання транзистора його коефіцієнт підсилення за силою струму можна обчислити за формулою: а) I_K/I_B ; б) I_K/I_E ; в) I_B/I_E .

39. Транзистор увімкнено за схемою із спільним емітером. Що більше впливає на його коефіцієнт підсилення за струмом – напруга на ньому чи струм бази?

40. При якому вмиканні – із спільним колектором чи із спільною базою – транзистор більше підсилює силу струму?

41. При якому способі вмикання транзистор має максимальний вхідний опір?

42. При якому способі вмикання транзистор найбільше підсилює потужність вхідного сигналу?

43. На рис. В.5 зображено вхідну характеристику транзистора (залежність сили струму бази I_B від напруги базового зміщення U_B). Чи всі робочі точки А, В, С... однаково доцільні для підсилення різних за амплітудою керуючих сигналів?

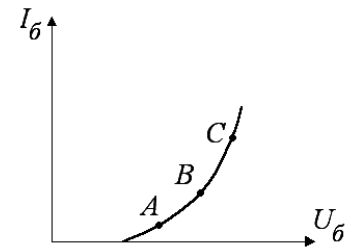


Рис. Б.5

44. Необхідно підсилити сигнал з амплітудою 0,001 В до 0,1 В. Скільки для цього потрібно транзисторів з коефіцієнтом підсилення 50?

45. Для яких каскадів підсилювача з багатьма транзисторами слід звернути особливу увагу на коефіцієнт корисної дії?

46. Які з каскадів підсилювача спеціалізуються для підсилення напруги?

Додаток В

**ЗАДАЧІ ТВОРЧОГО ХАРАКТЕРУ НА ТЕМУ
“ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ”**

Задача 1а. Рівносторонній трикутник виготовлено з дроту (рис. В.1а), довжина кожної із сторін трикутника дорівнює ℓ . Необхідно визначити опір ділянки ABC між т. A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений трикутник, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

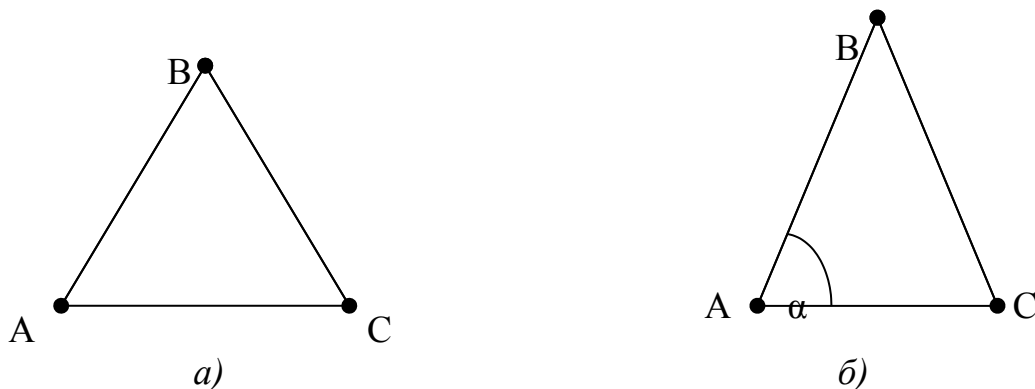


Рис. В.1.

Розв’язання. Відомо, що довжини всіх сторін однакові, тобто $\ell_{AB} = \ell_{BC} = \ell_{AC}$. Розглянувши цю ділянку, визначаємо, що вона складається з ділянки AC , на якій провідники AB і BC з’єднані послідовно, і ділянки AC , яка з’єднана паралельно до ділянки ABC .

Тому опір всієї ділянки кола визначимо як:

$$\frac{1}{R_{ABC}} = \frac{1}{R_{AB} + R_{BC}} + \frac{1}{R_{AC}}.$$

Опір провідника за його геометричними параметрами визначається як:

$R = \rho \frac{\ell}{S}$, де ρ – питомий опір матеріалу, з якого виготовлений провідник; ℓ – його довжина; S – площа поперечного перерізу.

Звідси
$$\frac{1}{R_{ABC}} = \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AB}}{S} + \rho \frac{\ell_{BC}}{S}} + \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AC}}{S}}.$$

Виконавши математичні перетворення, визначаємо опір ділянки ABC :

$$R_{ABC} = \frac{2\rho\ell}{3S}.$$

Наступні задачі мають більш загальний вигляд розв'язку і тому складніші. Їх пропонуємо дати учням для самостійного розв'язання на уроці або як домашнє завдання.

Задача 1б. Рівнобедерний трикутник виготовлено з дроту (рис. В.1б), довжина сторони AB трикутника дорівнює ℓ . Кут між бічною стороною і основою дорівнює α . Необхідно визначити опір ділянки ABC між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений трикутник, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

$$\text{Відповідь: } R_{ABC} = \frac{2\rho\ell \cos \alpha}{S(1 + \cos \alpha)}.$$

Для перевірки приймаємо, що $\alpha = 60^\circ$ (тобто трикутник рівносторонній). Тоді відповідь цієї задачі співпадає з відповіддю задачі 1а:

$$R_{ABC} = \frac{2\rho\ell \cos \alpha}{S(1 + \cos \alpha)} = \frac{2\rho\ell \frac{1}{2}}{S\left(1 + \frac{1}{2}\right)} = \frac{\rho\ell}{\frac{3}{2}S} = \frac{2\rho\ell}{3S}.$$

Задача 1в. За даними задачі 1б визначте опір ділянки кола між т. A і B .

$$\text{Відповідь: } R_{ABC} = \frac{\rho\ell(1 + \cos \alpha)}{2S(1 + \cos \alpha)}.$$

Для перевірки приймаємо, що $\alpha = 60^\circ$ (тобто трикутник рівносторонній). Тоді відповідь цієї задачі співпадає з відповіддю задачі 1а:

$$R_{ABC} = \frac{\rho\ell(1 + 2 \cos \alpha)}{2S(1 + \cos \alpha)} = \frac{\rho\ell\left(1 + \frac{2}{2}\right)}{2S\left(1 + \frac{1}{2}\right)} = \frac{2\rho\ell}{3S}.$$

Розглянемо задачі, у яких зустрічаються більш складні геометричні фігури, наприклад квадрат і прямокутник.

КВАДРАТИ

Задача 2а. Квадрат виготовлено з дроту (рис. В.2а), довжина кожної із

сторін квадрата дорівнює ℓ . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений квадрат, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Розв'язання. Розв'язок цієї задачі дуже простий. На цій ділянці ми бачимо паралельне з'єднання двох ділянок (ABC і ADC), в яких провідники з'єднуються

поспідовно, тобто:
$$\frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{R_{AB} + R_{BC}} + \frac{1}{R_{AD} + R_{CD}}.$$

Тоді:
$$\frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AB}}{S} + \rho \frac{\ell_{BC}}{S}} + \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AD}}{S} + \rho \frac{\ell_{CD}}{S}}.$$

Виконавши математичні перетворення, визначаємо опір ділянки $ABCD$:

$$R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S}.$$

Задача 2б. За даними задачі 2а визначте опір ділянки кола між т. A і D .

Розв'язання. Розв'язок цієї задачі подібний до задачі 1а. Особливістю є те, що тут збільшується кількість ланок. Розглянувши ділянку, визначаємо, що вона складається з ділянки AB , BC і CD , на якій провідники з'єднані поспідовно, і ділянки AD , яка з'єднана паралельно до ділянки $ABCD$.

Тому опір всієї ділянки кола визначимо як:
$$\frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CD}} + \frac{1}{R_{AD}}.$$

Тоді:
$$\frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AB}}{S} + \rho \frac{\ell_{BC}}{S} + \rho \frac{\ell_{CD}}{S}} + \frac{1}{\rho \frac{\ell_{AD}}{S}}.$$

Виконавши математичні перетворення, визначаємо опір ділянки $ABCD$:

$$R_{ABCD} = \frac{3\rho \ell}{4S}.$$

Для перевірки практичних вмінь учнів розв'язувати задачі творчого характеру із розвитком уяви пропонуємо розв'язати такі задачі:

Задача 2в. Квадрат виготовлено з дроту (рис. В.2б), довжина кожної із сторін квадрата дорівнює ℓ . Необхідно визначити опір ділянки кола між т. A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений квадрат, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Примітка: довжина діагоналі квадрата дорівнює $\ell\sqrt{2}$, де ℓ - довжина

сторони квадрата. *Відповідь:* $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right)$.

Задача 2г. За даними задачі 2в визначте опір ділянки кола між т. A і D .

Відповідь: $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{3 + \sqrt{2}}{4 + 2\sqrt{2}} \right)$.

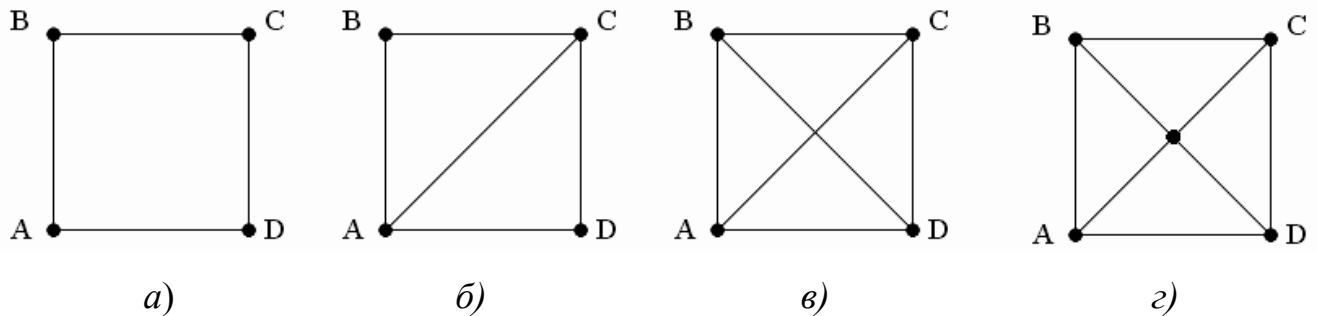


Рис. В.2.

Задача 2д. За даними задачі 2в визначте опір ділянки кола між т. B і D .

Примітка: точки A і C будуть мати однаковий потенціал і тому струм через цю ділянку йти не буде, тобто опір провідника AC можна не враховувати.

Розв'язок цієї задачі подібний до розв'язку задачі 2а. *Відповідь:* $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S}$.

Задача 2е. Квадрат виготовлено з дроту (рис. В.2в), довжина кожної із сторін квадрата дорівнює ℓ . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений квадрат, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Примітка: точки B і D будуть мати однаковий потенціал і тому струм через цю ділянку йти не буде, тобто опір провідника BD можна не враховувати. Розв'язок цієї задачі подібний до розв'язку задач 2а та 2в.

Відповідь: $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right)$.

Задача 2є. Квадрат виготовлено з дроту (рис. В.2г), довжина кожної із сторін квадрата дорівнює ℓ . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений квадрат,

дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right).$$

Задача 2з. За даними задачі 2ж визначте опір ділянки кола між т. A і D .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{3 + \sqrt{2}}{5 + 3\sqrt{2}} \right).$$

РОМБИ

Задача 3а. Ромб виготовлено з дроту (рис. В.3а), довжина кожної із сторін ромба дорівнює ℓ , а кут при основі α . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений ромб, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Примітка: задача має простий розв'язок, подібний до розв'язку задачі 2а.

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S}.$$

Задача 3б. За даними задачі 3а визначте опір ділянки кола між точками A і D .

Примітка: задача має простий розв'язок, подібний до розв'язку задачі 2б.

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{3\rho \ell}{4S}.$$

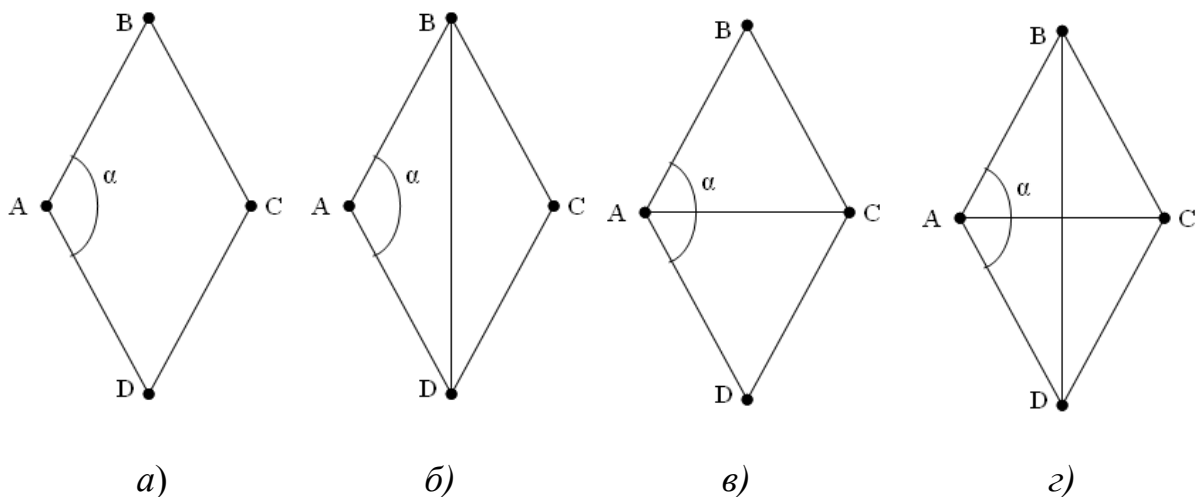


Рис. В.3.

Задача 3в. Ромб виготовлено з дроту (рис. В.3б), довжина кожної із сторін ромба дорівнює ℓ , а кут при основі α . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений

ромб, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S}.$$

Задача 3г. За даними задачі 3б визначте опір ділянки кола між точками A і D .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{3\sqrt{1 + \cos \alpha} + \sqrt{2}}{4\sqrt{1 + \cos \alpha} + 2\sqrt{2}} \right).$$

Примітка: Якщо прийняти кут $\alpha = 90^\circ$ (тобто чотирикутник $ABCD$ – прямокутник), то $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{3 + \sqrt{2}}{4 + 2\sqrt{2}} \right)$ (як у задачі 2г).

Задача 3д. За даними задачі 3в визначте опір ділянки кола між точками B і D .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2(1 + \cos \alpha)}}{1 + \sqrt{2(1 + \cos \alpha)}} \right).$$

Примітка: Якщо прийняти кут $\alpha = 90^\circ$ (тобто чотирикутник $ABCD$ – прямокутник), то $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right)$ (як у задачі 2в).

Задача 3е. Ромб виготовлено з дроту (рис. В.3в), довжина кожної із сторін ромба дорівнює ℓ , а кут при основі α . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений ромб, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right).$$

Задача 3є. За даними задачі 3д визначте опір ділянки кола між точками A і D .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{2S} \left(\frac{3 \cos \frac{\alpha}{2} + 1}{2 \cos \frac{\alpha}{2} + 1} \right).$$

Примітка: Якщо прийняти кут $\alpha = 90^\circ$ (тобто чотирикутник $ABCD$ – квадрат), то $R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{3 + \sqrt{2}}{4 + 2\sqrt{2}} \right)$ (як у задачах 2г і 3г).

Задача 3ж. За даними задачі 3д визначте опір ділянки кола між точками B і D .

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S}.$$

Задача 3є. Ромб виготовлено з дроту (рис. В.3є), довжина кожної із сторін ромба дорівнює ℓ , а кут при основі α . Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений ромб, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Примітка: стержень BD не беремо до уваги, оскільки різниця потенціалів між точками B і D дорівнює нулю. Умова задачі зводиться до умови задачі 3д.

$$\text{Відповідь: } R_{ABCD} = \frac{\rho \ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right).$$

ПРЯМОКУТНИКИ

Задача 4а. Прямокутник виготовлено з дроту (рис. В.4а), довжини сторін прямокутника $AB=CD=\ell_1$, $BC=AD=\ell_2$. Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений прямокутник, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

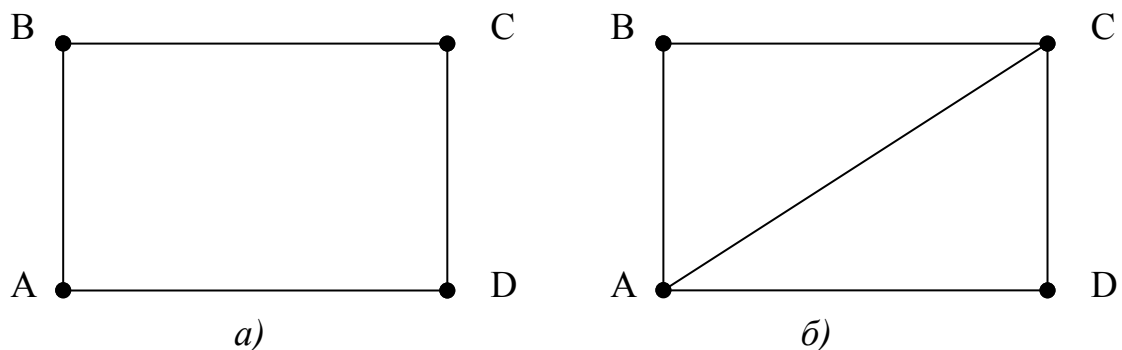


Рис. В.4.

Розв'язання. Розв'язок цієї задачі дуже простий. На цій ділянці ми бачимо паралельне з'єднання двох ділянок (ABC і ADC), в яких провідники з'єднуються

послідовно, тобто: $\frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{R_{AB} + R_{BC}} + \frac{1}{R_{CD} + R_{AD}}$.

$$\text{Тоді: } \frac{1}{R_{ABCD}} = \frac{1}{\rho \frac{\ell_1}{S} + \rho \frac{\ell_2}{S}} + \frac{1}{\rho \frac{\ell_1}{S} + \rho \frac{\ell_2}{S}}.$$

Виконавши математичні перетворення, визначаємо опір ділянки $ABCD$:

$$R_{ABCD} = \frac{\rho(\ell_1 + \ell_2)}{2S}.$$

Задача 4б. За даними задачі 4а визначте опір ділянки кола між т. A і D .

Відповідь: $R_{ABCD} = \frac{\rho(2\ell_1 + \ell_2)\ell_2}{S(\ell_1 + \ell_2)}.$

Якщо прийняти $\ell_1 = \ell_2$ (тобто уявно перетворимо прямокутник у квадрат), то результат буде подібний як і у задачі 2в: $R_{ABCD} = \frac{3\rho\ell}{2S}.$

Задача 4в. Прямокутник виготовлено з дроту (рис. В.4б), довжини сторін прямокутника $AB=CD=\ell_1$, $BC=AD=\ell_2$. Необхідно визначити опір ділянки кола між точками A і C , якщо відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлений прямокутник, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Примітка: довжина діагоналі прямокутника дорівнює $\ell\sqrt{2}$, де ℓ - довжина

сторони прямокутника. *Відповідь:* $R_{ABCD} = \frac{\rho(\ell_1 + \ell_2)\sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2}}{S(\ell_1 + \ell_2 + 2\sqrt{\ell_1^2 + \ell_2^2})}.$

Якщо прийняти $\ell_1 = \ell_2$ (тобто уявно перетворимо прямокутник у квадрат), то результат буде подібний як і у задачі 2в: $R_{ABCD} = \frac{\rho\ell}{S} \left(\frac{\sqrt{2}}{1 + \sqrt{2}} \right).$

ПАРАЛЕЛОГРАМИ

Більш складнішими задачами є задачі, в основі яких лежить чоритикутник (квадрат, прямокутник, ромб, паралелограм). Схеми можна розглядати п'яти типів: без діагоналей; з однією діагоналлю (двох типів); з двома діагоналями, що перехрещуються; з двома діагоналями, що перетинаються (таблиця 2.1).

Крім цього, опір можна знаходити між різними точками: 1) між AD ; 2) між AC ; 3) між BD . Слід також звернути увагу, що деякі задачі дублюють одна одну. Так, наприклад, опір між т. AC фігури 1б аналогічний опору між т. BD фігури 1в.

КОЛО

Задача 5а. Коло радіусом r виготовлено з дроту (рис. В.5а). Визначте опір ділянки кола між точками A і C (кут між т. A і C $\alpha = 180^\circ$). Відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлене коло, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

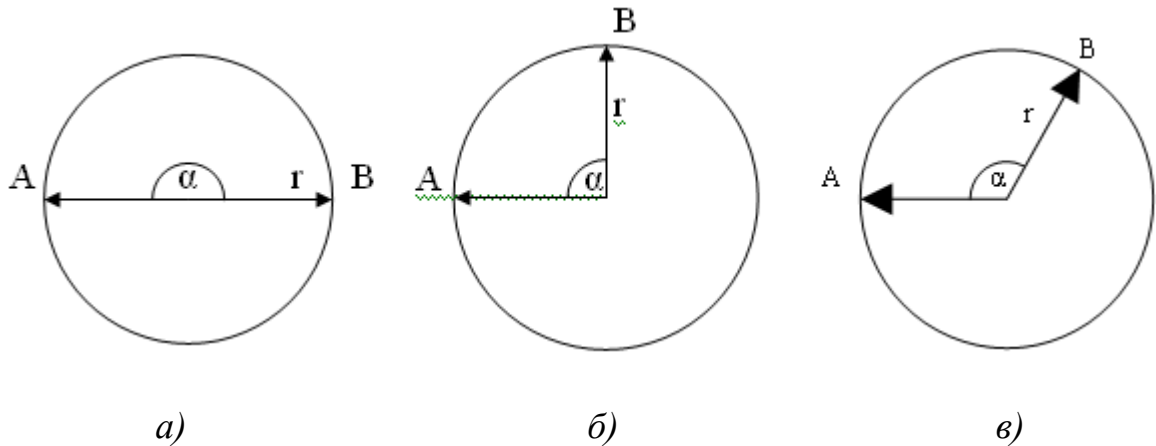


Рис. В.5.

Розв'язання. Ділянка AB складається із двох паралельних провідників, які мають однакову довжину, тому: $R_{AB} = \frac{\rho \ell}{2S}$. Поскільки довжина півкола визначається як: $\ell = \pi r$. Тому $R_{AB} = \frac{\rho \pi r}{2S}$.

$$\text{Відповідь: } R_{AB} = \frac{\rho \pi r}{2S}.$$

Задача 5б. Коло радіусом r виготовлено з дроту (рис. В.5б). Визначте опір ділянки кола між точками A і C (кут між т. A і C $\alpha = 90^\circ$). Відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлене коло, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Розв'язання. Ділянка AB складається із двох паралельних провідників, які мають довжину, яка співвідноситься 1:4. Тому для даної ділянки можна скласти

рівняння: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\rho \frac{3\ell}{4S}} + \frac{1}{\rho \frac{\ell}{4S}}$. Поскільки довжина кола визначається як: $\ell = 2\pi r$, то

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\rho \frac{3\pi r}{2S}} + \frac{1}{\rho \frac{\pi r}{2S}}, \text{ де } R_{AB} = \frac{3\rho\pi r}{8S}. \text{ Відповідь: } R_{AB} = \frac{3\rho\pi r}{8S}.$$

Задача 5в. Коло радіусом r виготовлено з дроту (рис. В.5в). Визначте опір ділянки кола між точками A і C (кут між т. A і C дорівнює α (загальний випадок)). Відомо, що питомий опір матеріалу, з якого виготовлене коло, дорівнює ρ , а площа поперечного перерізу дроту S .

Розв'язання. Ділянка AB складається із двох паралельних провідників. Проблему цієї задачі становить знаходження довжин цих провідників. Із геометрії відомо, що довжина дуги кола визначається, як: $\ell = \frac{\pi r \alpha^\circ}{180^\circ}$. Тому $\ell_1 = \frac{\pi r \alpha^\circ}{180^\circ}$, а

$\ell_2 = \frac{\pi r (180^\circ - \alpha^\circ)}{180^\circ}$. Таким чином, для даної ділянки можна скласти рівняння:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\rho \frac{\pi r \alpha^\circ}{S \cdot 180^\circ}} + \frac{1}{\rho \frac{\pi r (180^\circ - \alpha^\circ)}{S \cdot 180^\circ}}. \text{ Виконавши математичні дії, отримуємо, що}$$

$$R_{AB} = \frac{\rho\pi r \alpha^\circ (360^\circ - \alpha^\circ)}{64800^\circ \cdot S}.$$

$$\text{Відповідь: } R_{AB} = \frac{\rho\pi r \alpha^\circ (360^\circ - \alpha^\circ)}{64800^\circ \cdot S}.$$

Примітка. Підставивши будь-яке значення кута α , ми отримаємо результат задачі 5а або 5б, наприклад:

$$\text{при } \alpha = 180^\circ, R_{AB} = \frac{\rho\pi r \cdot 180^\circ \cdot (360^\circ - 180^\circ)}{64800^\circ \cdot S} = \frac{\rho\pi r 180^2}{64800^\circ \cdot S} = \frac{\rho\pi r}{2S},$$

$$\text{при } \alpha = 90^\circ, R_{AB} = \frac{\rho\pi r \cdot 90^\circ (360^\circ - 90^\circ)}{64800^\circ \cdot S} = \frac{\rho\pi r \cdot 90^\circ \cdot 270^\circ}{64800^\circ \cdot S} = \frac{3\rho\pi r}{8S}.$$

Додаток Д

Задачі до тем “Електричний струм у вакуумі”

1. Яку швидкість має електрон, що пройшов різницю потенціалів 100 В?
2. Електрон, маючи швидкість 2000 км/с, проходить у прискорюючому електричному полі різницю потенціалів 50 В. Визначити його кінетичну енергію.
3. Початкова швидкість електрона, який влітає в однорідне електричне поле, 7200 км/с. Яку різницю потенціалів повинен пройти електрон, щоб його енергія подвоїлася?
4. У радіолампі електрони прискорюються до енергії 50 еВ. Чому дорівнює їхня швидкість біля анода?
5. На сітці підсилювальної лампи напруга збільшилася на 1 В. Під впливом цього сигналу анодний струм зріс на 0,5 мА. Знайти підсилення напруги, якщо навантажувальний опір в анодному колі дорівнював 100; 10 і 1 кОм.
6. В анодному колі радіолампи з напругою 250 В і силою струму 3 мА виконана робота 1350 Дж. З якою швидкістю електрони досягали анода? Протягом якого часу в анодному колі підтримувався струм?
7. Через двохелектродну лампу (діод) з плоскими електродами проходить струм з силою I . Напруга на лампі дорівнює U . З якою силою діють на анод лампи електрони, що ударяються в нього, коли швидкість їх поблизу поверхні катода дорівнює нулю? Відношення заряду до його маси дорівнює λ .
8. Електронний промінь проходить між обкладинками конденсатора електронно-променевої трубки, відхиляється на 2 мм. Довжина пластин конденсатора 5 см, відстань між ними 1 см, прикладена до конденсатора напруга 120 В. Визначити середню швидкість електронів.
9. Електронний промінь, проходячи між обкладинками конденсатора шлях 5 см, відхиляється на 1 мм. Визначити середню швидкість електронів, якщо напруженість електричного поля між обкладками конденсатора 15 кВ/м.

10. Визначити швидкість електронів біля анода електронно-променевої трубки, якщо до електродів прикладена напруга 30 кВ. Вважати, що початкова швидкість електрона дорівнює нулю.
11. Прискорююча напруга в електронно-променевої трубки дорівнює 1,5 кВ, відстань від відхиляючих пластин до екрана – 30 см. На яку відстань зміститься світна пляма на екрані осцилографа при подачі на відхиляючі пластини напруги 20В? відстань між пластинами 0,5 см, довжина пластин – 2,5 см.
12. Чутливість електронно-променевої трубки по горизонтальному відхиленню променя становить 0,22 мм/В, а по вертикальному 0,26 мм/В. Які напруги необхідно подати на горизонтально і вертикально відхиляючі пластини, щоб промінь відхилився на 45 мм у тому чи іншому напрямку?
13. Якої кінетичної енергії набуває електрон в трубці кінескопа, якщо прискорюючи напруга дорівнює 15 кВ?
14. З якою швидкістю рухаються в кінескопі телевізора при прискорюючій напрузі 30 кВ?
15. Дві паралельні сітки підключені до джерела живлення. Під кутом $\alpha = 45^\circ$ до нормалі першої сітки падає електронний промінь з початковою швидкістю $v_1 = 10^6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Під дією прикладеної напруги промінь відхиляється і після проходження другої сітки виявляється відхиленим на кут $\beta = 30^\circ$ до її нормалі. Визначте величину напруги, прикладену до сіток.

Додаток Е

Тестові завдання з теми “Закони постійного струму”

I. Причиною виникнення електричного струму є наявність:

1. Постійного потенціалу вздовж осі провідника.
2. Вільних заряджених частинок у провіднику.
3. Електричного поля всередині провідника.
4. *Відповіді А і Б.*
5. Відповіді А і В.

II. При різних температурах концентрація носіїв заряду в металевих провідниках...

1. Визначається наявністю домішок і залежить від температури і освітлення.
2. *Залишається майже постійною.*
3. Залежить від концентрації солей, кислот, лугів.
4. Визначається властивостями іонізатора.
5. Збільшується при збільшенні температури і наявності оксидного покриття.

III. Покажіть графік залежності опору напівпровідника від температури (рис. Е.1).

IV. Яка з наведених нижче формул вказує на залежність опору від параметрів провідника?

1. $R = \rho S/l$.
2. $R = \rho l/S$.
3. $R = \alpha l/S$.
4. $R = U/I$.
5. $R = I/U$.

V. Як зміниться опір провідника, якщо його зігнути пополам і скрутити?

1. Збільшиться в 2 рази.
2. Зменшиться в 2 рази.
3. Не зміниться.
4. Збільшиться в 4 рази.
5. *Зменшиться в 4 рази.*

VI. Чому дорівнює опір ділянки кола АВ (рис. Е.2), якщо опір кожної ділянки провідника, позначеної точками, дорівнює 10 Ом?

1. $\sim 3,3$ Ом.
2. $\sim 6,67$ Ом.
3. 10 Ом.
4. 20 Ом.
5. 30 Ом.

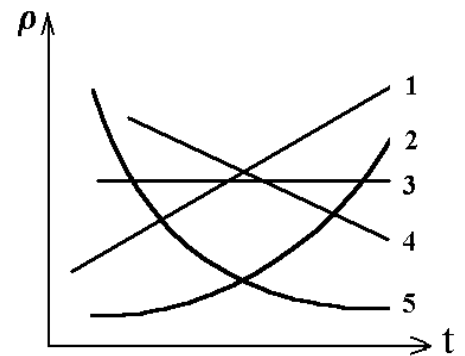


Рис. Е.1

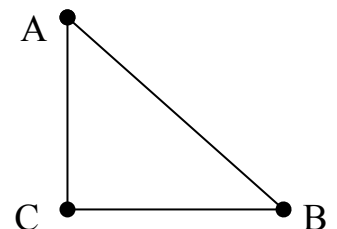


Рис. Е.2

VII. Чому дорівнює опір ділянки кола АВ, якщо опір кожної ділянки провідника, позначеної точками, дорівнює $7,5 \text{ Ом}$ (рис. Е.3)?

1. 45 Ом . 2. 15 Ом . 3. $7,5 \text{ Ом}$. 4. 5 Ом . 5. $2,5 \text{ Ом}$.

VIII. Визначте загальний опір ділянки кола (рис. Е.4).

1. $\frac{3}{2}R$. 2. $3R$. 3. $\frac{1}{2}R$. 4. $\frac{1}{3}R$. 5. $\frac{2}{3}R$.

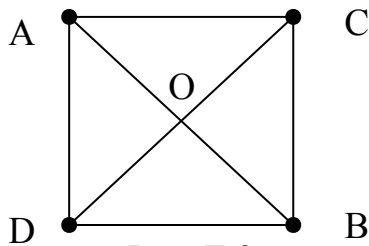


Рис. Е.3.

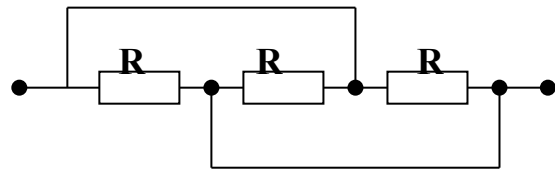


Рис. Е.4.

IX. Якій із схем відповідає більший загальний опір? У скільки разів (рис. Е.5)?

1. Першій у 2 рази.
2. Другій у 2 рази.
3. Першій у 4 рази.
4. Другій у 4 рази.
5. Опір однаковий.

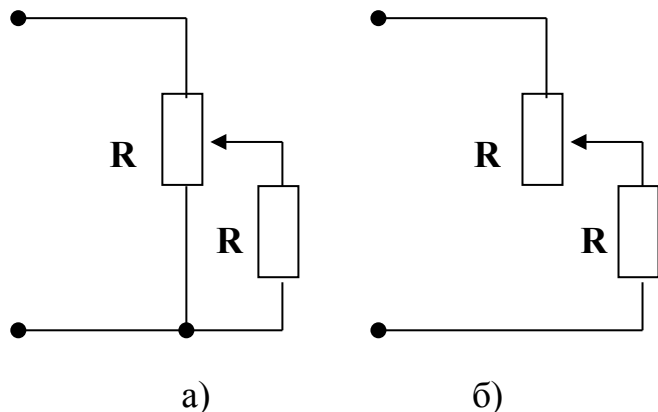


Рис. Е.5

X. Джерело живлення з е.р.с. = 12 В і внутрішнім опором 2 Ом замкнули на реостат опором 10 Ом . Яку напругу покаже вольтметр на джерелі живлення?

1. 12 В . 2. 10 В . 3. 8 В . 4. 6 В . 5. 2 В .

XI. В замкненому колі змінюємо зовнішній опір. Як буде змінюватися сила струму, що протікає через все коло?

1. При збільшенні зовнішнього опору сила струму рівномірно зростає.
2. При збільшенні зовнішнього опору сила струму нелінійно спадає.

3. При збільшенні зовнішнього опору сила струму рівномірно спадає до нуля.
4. При збільшенні зовнішнього опору сила струму зростає нелінійно.
5. Не змінюється.

XII. В замкненому колі змінюємо зовнішній опір. Як буде змінюватися потужність, що виділятиметься в електричному колі?

1. При збільшенні зовнішнього опору потужність рівномірно спадає до нуля.
2. При збільшенні зовнішнього опору потужність рівномірно зростає.
3. При збільшенні зовнішнього опору потужність зростає нелінійно.
4. *При збільшенні зовнішнього опору потужність нелінійно спадає.*
5. Не змінюється.

XIII. В замкненому колі змінюємо зовнішній опір. Як буде змінюватися ККД джерела струму?

1. При збільшенні зовнішнього опору ККД спадає до нуля.
2. При збільшенні зовнішнього опору ККД зростає до 50 %.
3. При збільшенні зовнішнього опору ККД зростає до 75 %.
4. *При збільшенні зовнішнього опору ККД зростає до 100 %.*
5. Не змінюється.

XIV. Як зміняться покази вольтметра з внутрішнім опором 10 кОм, якщо послідовно з ним увімкнути додатковий опір 100 кОм?

1. Зменшаться в 10 разів.
2. Збільшаться в 10 разів.
3. Зменшаться в 9 разів.
4. Збільшаться в 11 разів.
5. *Зменшаться в 11 разів.*

XV. Як зміняться покази амперметра з внутрішнім опором 10 Ом, якщо паралельно йому увімкнути шунт опором 10 Ом?

1. Зменшаться в 10 разів.
2. Збільшаться в 10 разів.
3. *Зменшаться в 2 рази.*
4. Збільшаться в 2 рази.
5. Зменшаться в 5 разів.

XVI. Як зміниться кількість теплоти, яка виділиться за одиницю часу, у провіднику із сталим електричним опором при збільшенні сили струму в 2 рази?

1. Збільшиться в 4 рази. 2. Зменшиться в 4 рази. 3. Збільшиться в 2 рази.
4. Зменшиться в 2 рази. 5. Не зміниться.

XVII. Яка з наведених нижче формул виражає потужність електричного струму?

1. $I \cdot R \cdot \Delta t$. 2. $I^2 \cdot R \cdot \Delta t$. 3. $U^2 \cdot R \cdot \Delta t$. 4. U/R . 5. $U \cdot I$.

XVIII. На електричній плитці з відкритою спіраллю нагрівається чайник. Під час кипіння частину спіралі залило водою. Як зміниться розжарення незалитої частини спіралі?

1. Збільшиться. 2. Зменшиться. 3. Не зміниться.

XIX. Через випаровування матеріалу з поверхні нитки розжарювання електричної лампи нитка з часом стає тонкою. Як це явище впливає на споживану потужність?

1. Нічого не змінюється. 2. Потужність збільшиться. 3. Потужність зменшиться.

XX. Як зміниться електричний стан провідника, якщо один з його кінців нагріти до температури T , а другий залишити при тій же самій температурі T_0 ($T_0 > T$)?

1. Нічого не зміниться. 2. На кінцях провідника виникне різниця потенціалів внаслідок різної концентрації заряджених частинок. 3. Опір провідника зменшиться. 4. Опір провідника збільшиться.

Додаток Ж

Тестові завдання з тем

“Струм у вакуумі. Електронно-вакуумні прилади”

- I. При різних температурах концентрація носіїв заряду у вакуумі...
1. *Визначається наявністю домішок і залежить від температури і освітлення.*
 2. Залишається майже постійною.
 3. Залежить від концентрації солей, кислот, лугів.
 4. *Визначається властивостями іонізатора.*
 5. Збільшується при збільшенні температури і наявності оксидного покриття.
- II. За рахунок якої енергії відбувається виривання електронів з катода електронно-вакуумної лампи?
1. За рахунок енергії електричного поля джерела струму.
 2. За рахунок підведення додаткової теплової енергії.
 3. За рахунок кінетичної енергії іонів.
- III. Як зміниться сила струму емісії, якщо температура катода підвищилася в k раз?
1. Зменшиться нелінійно.
 2. Збільшиться нелінійно.
 3. Зменшиться в k раз.
 4. Збільшиться в k раз.
 5. Не зміниться.
- IV. В яку енергію перетворюється кінетична енергія електронів, коли вони досягають поверхні анода?
1. В потенціальну енергію електричного поля.
 2. В теплову енергію.
 3. В енергію, що йде на вибивання вторинних електронів.
 4. В енергію, зазначену в пунктах 1 і 2.
 5. В енергію, зазначену в пунктах 2 і 3.
- V. Як зміниться час пролітання електронів від катода до анода, якщо напругу підвищити в k раз?
1. Збільшиться в k раз.
 2. Збільшиться в \sqrt{k} раз.
 3. Збільшиться в k^2 раз.
 3. Зменшиться в k раз.
 5. Зменшиться в k^2 раз.
- VI. Електрони, які вилетіли з катода, при відсутності позитивного потенціалу на аноді ...
1. Заповнюють весь простір лампи.
 2. Попадають знову на катод.
 3. Утво-

рюють навколо катода електронну хмарку. 4. Самостійно рухаються до анода. 5. Утворюють електронну хмарку і частково повертаються на катод.

VII. Утворення електронної хмарки біля катода пояснюється тим, що...

1. Швидкість електронів мала. 2. При вилітанні електронів катод заряджається позитивно. 3. Електрони у хмарці взаємодіють один з одним. 4. Електронна хмарка взаємодіє з катодом.

VIII. За якою схемою необхідно скласти коло, щоб через вакуум йшов електричний струм?

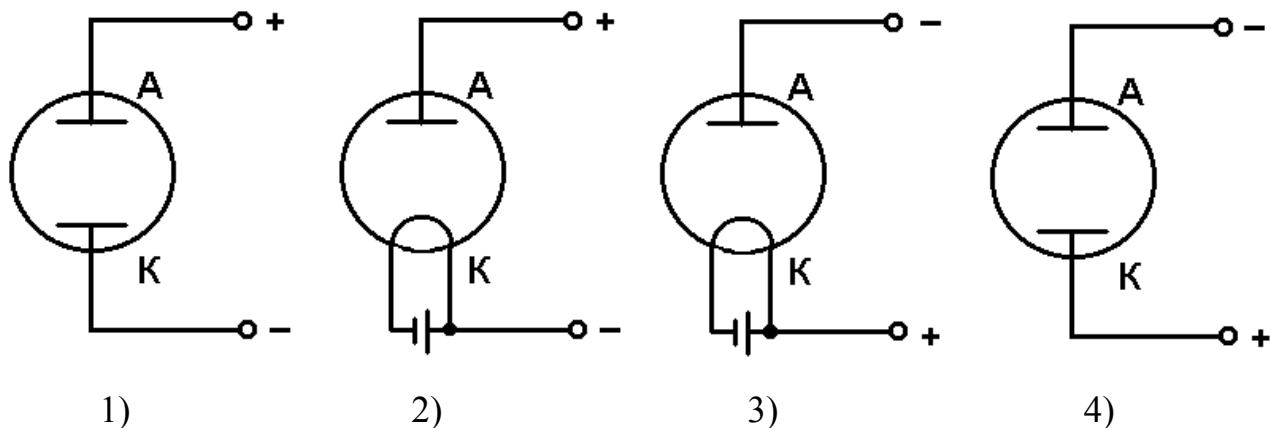


Рис. Ж.1.

IX. Яким способом можна припинити електричний струм у лампі?

1. Зменшити температуру катода або зменшити позитивний потенціал анода. 2. Охолодити катод або подати негативний потенціал на анод. 3. Розігріти катод або подати позитивний потенціал на анод. 4. Не змінюючи температури катода, збільшити позитивний потенціал анода. 5. Розігріти катод та подати негативний потенціал на анод.

X. За допомогою якого поля відбувається фокусування електронного променя в електронно-променевої трубці?

1. Електричного. 2. Магнітного. 3. Електростатичного. 4. Електричного і магнітного. 5. Електростатичного і магнітного.

Додаток З

Тестові завдання з теми “Електричний струм у напівпровідниках”

- I. Яким типом провідності володіють напівпровідникові матеріали без домішок?
1. В основному електронною.
 2. В основному дірковою.
 3. В рівній мірі електронною і дірковою.
 4. Не проводять електричний струм.
- II. Яким типом провідності володіють напівпровідникові матеріали з донорними домішками?
1. В основному електронною.
 2. В основному дірковою.
 3. В рівній мірі електронною і дірковою.
 4. Не проводять електричний струм.
- III. Яким типом провідності володіють напівпровідникові матеріали з акцепторними домішками?
1. В основному електронною.
 2. В основному дірковою.
 3. В рівній мірі електронною і дірковою.
 4. Не проводять електричний струм.
- IV. При різних температурах концентрація носіїв заряду в напівпровідниках...
1. Визначається наявністю домішок і прямо пропорційно залежить від температури і освітлення.
 2. Визначається наявністю домішок і обернено пропорційно залежить від температури і освітлення.
 3. Залишається майже постійною.
- V. Напругу U джерела струму плавно збільшують. Як змінюватимуться пропорційно U сили струму I_1 , I_2 в металевому провіднику і напівпровіднику, що з'єднані між собою паралельно і ввімкнуті в коло джерела?
1. Збільшуватимуться лінійно у обох провідниках.
 2. У обох провідниках – зменшуватиметься лінійно.
 3. У обох провідниках – зменшуватиметься нелінійно.
 4. У металевому провіднику – збільшуватиметься лінійно, у напівпровіднику – збільшуватиметься нелінійно.
 5. У металевому провіднику – збільшуватиметься нелінійно, у напівпровіднику – збільшуватиметься лінійно.
- VI. Як зміниться провідність металевого провідника і напівпровідника, якщо їх

охолодити до температури рідкого гелію?

1. Збільшиться у обох провідниках.
2. Зменшиться у обох провідниках.
3. Майже не зміниться.
4. У металевому провіднику – зменшиться, у напівпровіднику – збільшиться.
5. У металевому провіднику – збільшиться, у напівпровіднику – зменшиться.

VII. Напругу, прикладену до напівпровідникового діода, підвищили в k раз. Як зміниться сила струму, що тече через напівпровідник?

1. Не зміниться.
2. Зросте в k раз.
3. Зросте в $2k$ раз.
4. Зросте нелінійно.
5. Зменшиться в k раз.

VIII. При якому з'єднанні звичайного резистора і напівпровідникового термістора, опір якого зменшується при нагріванні, опір всієї ділянки в певному інтервалі не залежатиме від температури?

1. При паралельному.
2. При послідовному.
3. При будь-якому.

IX. Покажіть графік залежності опору напівпровідника від температури (рис. 3.1.).

X. Яка область біполярного транзистора називається колектором?

1. Середня область транзистора.
2. Область транзистора, яка здійснює екстракцію (захоплення) з бази неосновних носіїв заряду.
3. Область з боку відкритого р-п-переходу.

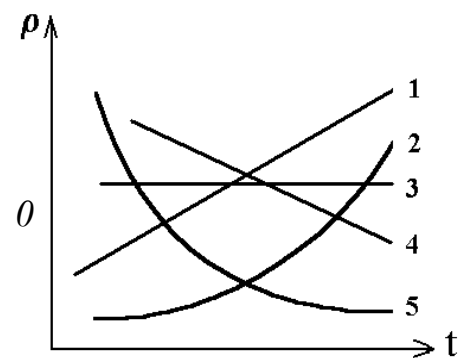


Рис. 3.1.

XI. Яка область біполярного транзистора називається емітером?

1. Область, з якої здійснюється інжекція носіїв заряду в базу.
2. Область транзистора з боку закритого р-п-переходу.
3. Область з малою концентрацією домішок.

XII. Яка область біполярного транзистора називається базою?

1. Середня область транзистора.
2. Область з малою концентрацією домішок.
3. Область з великою концентрацією домішок.

XIII. Вкажіть умовне позначення транзистора р-п-р-типу.

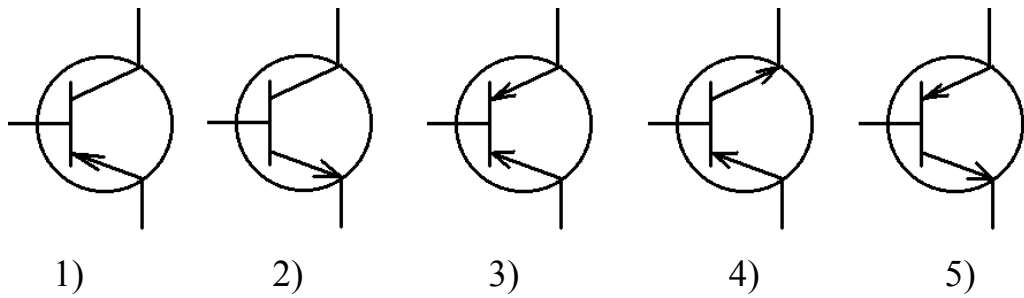


Рис. 3.2.

XIV. Вкажіть умовне позначення транзистора n-p-n-типу.

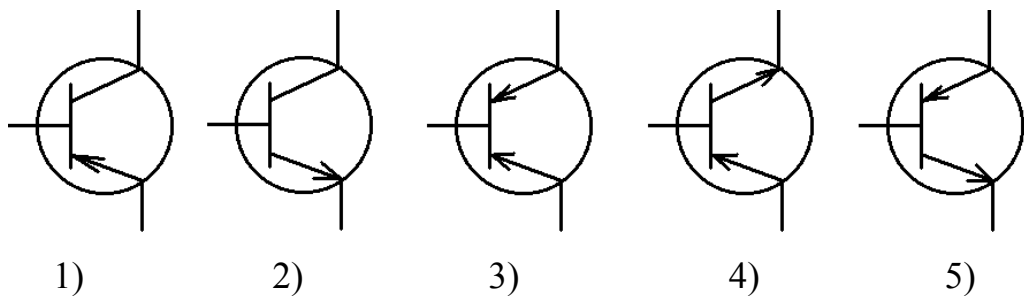


Рис. 3.3.

XV. Чи можна замінити транзистор двома діодами однакового типу, сполученими відповідно переходами?

1. Можна.
2. Не можна.
3. Можна, але малопотужними.
4. Можна, але потужними.

XVI. Вкажіть причину руху інжектованих носіїв заряду з бази до колектора.

1. Рекомбінація.
2. Електричне поле.
3. Різниця концентрацій.

XVII. Які носії заряду інжектуються в базу транзистора p-n-p-типу.

1. Дірки.
2. Електрони.
3. Електрони та дірки.

XVIII. Який зв'язок між струмами в транзисторі?

1. $I_B = I_E + I_K$.
2. $I_B = I_K - I_E$.
3. $I_B = I_E - I_K$.

XIX. Як пов'язані між собою коефіцієнти передачі струму транзистора?

1. $\beta = \frac{\alpha - 1}{\alpha}$.
2. $\beta = \frac{\alpha}{\alpha - 1}$.
3. $\beta = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}$.

XX. Вкажіть вірну полярність джерел при вмиканні транзистора в схему з спільною базою.

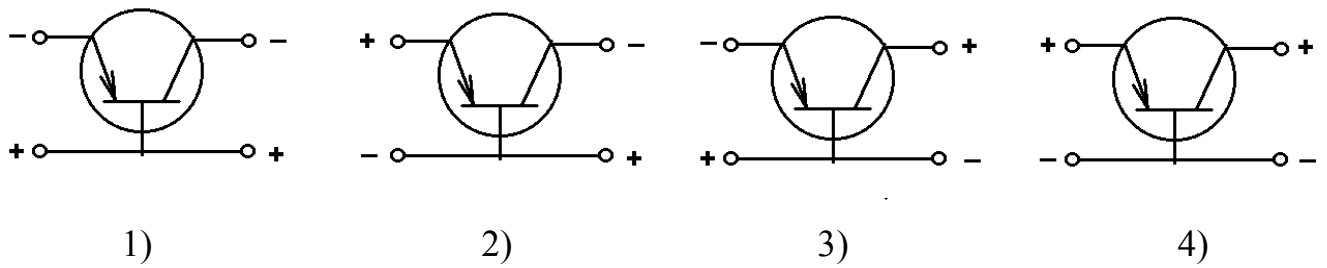


Рис. 3.4

XXI. Вкажіть вірну полярність джерел при вмиканні транзистора в схему з спільним емітером.

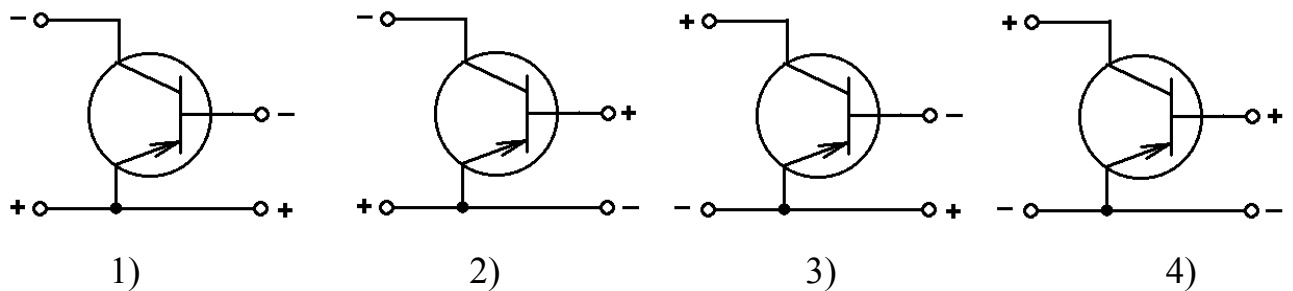


Рис. 3.5.

XXII. Вкажіть умовне позначення польового транзистора з керуючим р-n-переходом і каналом р-типу.

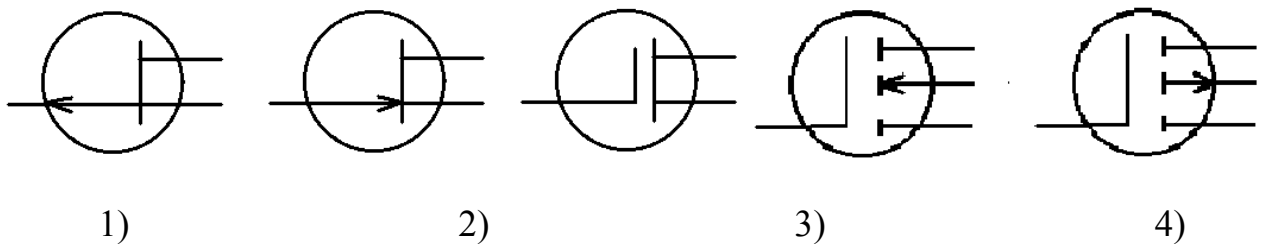


Рис. 3.6.

XXIII. Вивід, під'єднаний до областей р-типу польового транзистора, є керуючим і має назву...

1. Сітка. 2. База. 3. Затвор.

XXIV. Який параметр польового транзистора визначається як $\frac{I_3}{U_C}$ при $U_3 = const$.

1. Вхідний опір. 2. Обернена провідність. 3. Вихідний опір. 4. Крутизна характеристики. 5. Вихідна провідність.

XXV. Вкажіть умовне позначення польового транзистора з керуючим р-n-переходом і каналом n-типу.

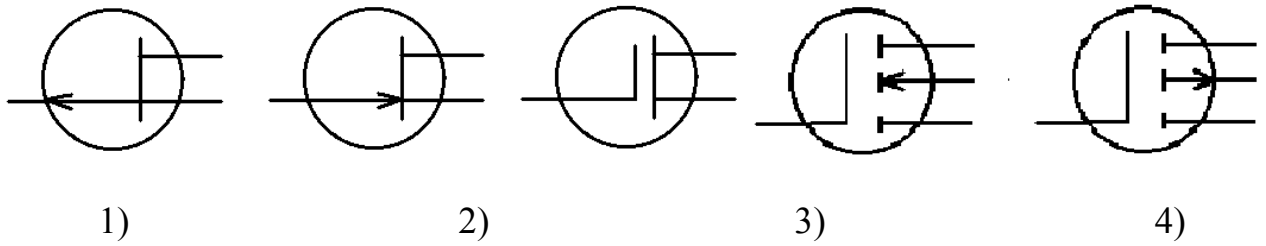


Рис. 3.7.

XXVI. Яка характеристика польового транзистора зображена на малюнку?

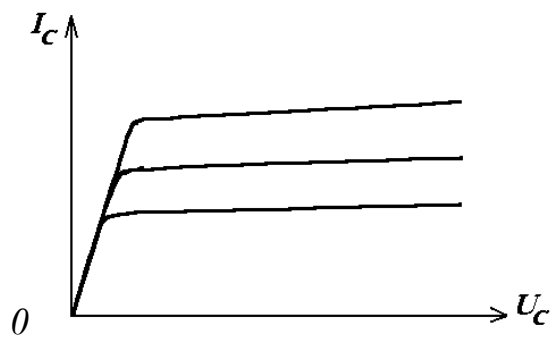


Рис. 3.8.

1. Стоко-затворна характеристика. 2. Стокова характеристика. 3. Вхідна характеристика.

Додаток И

Тестові завдання з теми

„Змінний струм. Випрямляч змінного струму”

- I. Яка ємність кола, коли в ньому відсутній конденсатор?
1. Ємність близька нулю.
 2. Ємність не дорівнює нулю.
 3. Ємність прямує до нескінченності.
- II. Від чого залежить кількість усталених періодів синусоїд напруги на екрані осцилографа?
1. Від напруги.
 2. Від сили струму.
 3. Від виду випрямляча.
- III. З якою частотою пульсує напруга на опорі навантаження в однопів-періодній схемі випрямляча?
1. 25 Гц.
 2. 50 Гц.
 3. 100 Гц.
- IV. Яка з наведених нижче схем місткового випрямляча є правильною?

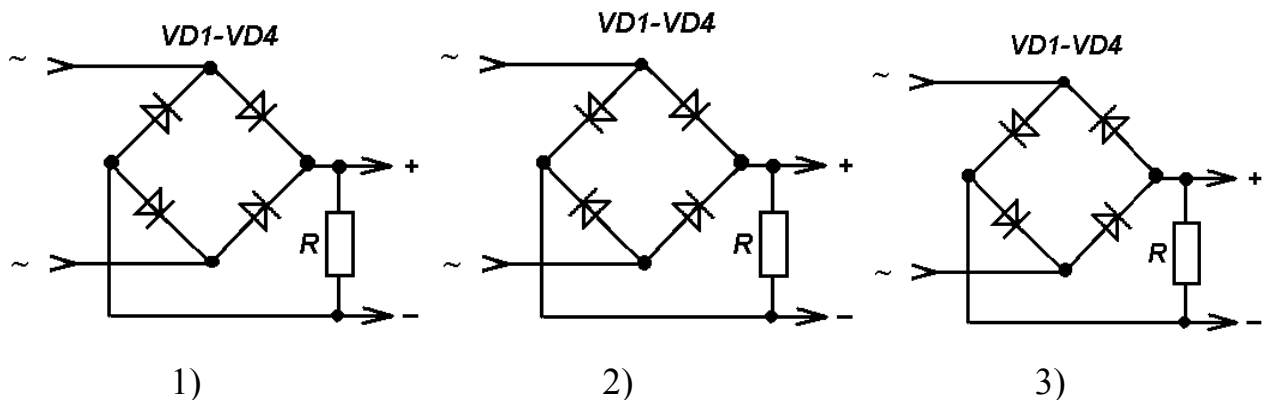


Рис. И.1.

- V. Як змінюється напруга на опорі навантаження випрямляча з містковою схемою?

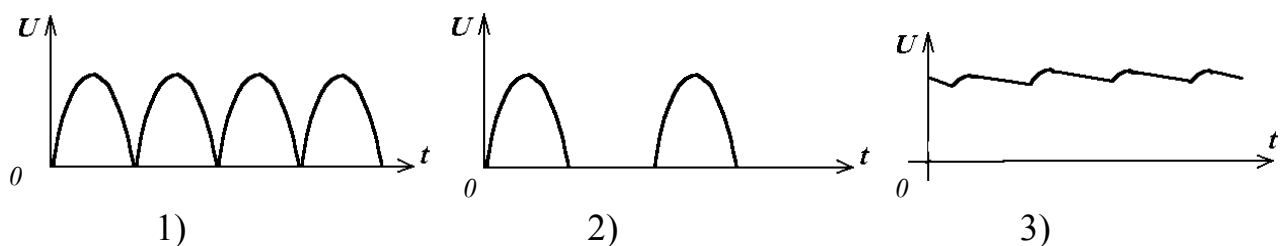


Рис. И.2.

- VI. З якою частотою пульсує напруга на опорі навантаження в містковій схемі випрямляча?
1. 25 Гц.
 2. 50 Гц.
 3. 100 Гц.
- VII. Підключення конденсатора до блока живлення сприяє...
1. Згладжуванню пульсацій.
 2. Зменшенню напруги.
 3. Не впливає ні на що.
 4. Випрямленню струму.
 5. Збільшенню амплітуди коливань в 2 рази.
- VIII. При підключенні до випрямляча конденсатора C_{ϕ} постійна складова вихідної напруги...
1. Зменшиться в 2 рази.
 2. Збільшиться в 2 рази.
 3. Не зміниться.
 4. Зменшиться в $\sqrt{2}$ рази.
 5. Збільшиться в $\sqrt{2}$ рази.
- IX. Як змінюється вихідна напруга випрямляча при зростанні струму навантаження?
1. Зростає.
 2. Спадає.
 3. Не змінюється.
- X. Що відбудеться з вихідною напругою блока живлення при підвищенні вхідної?
1. Зростає.
 2. Спадає.
 3. Не змінюється.

Додаток К

Робота лабораторного практикуму

ТЕМА. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНУ ОМА ДЛЯ ПОВНОГО КОЛА

Мета. 1. Визначити ЕРС та внутрішній опір джерела струму.

2. Дослідити залежність сили струму від зовнішнього опору.

3. Дослідити залежність потужності у зовнішньому колі від зовнішнього опору.

4. Дослідити залежність ККД від зовнішнього опору.

Обладнання: амперметр з похибкою $\Delta_a=0,25$ В, джерело струму, резистор дротяний опором $R = (4 \pm 0,12)$ Ом, вимикач, з'єднувальні провідники; комп'ютер типу IBM з електронними таблицями EXCEL.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Відомо, що закони Ома для ділянки кола описує залежність сили струму від напруги і опору ($I = \frac{U}{R}$), для повного кола – залежність сили струму від електродвижущої сили і повного опору ($I = \frac{\varepsilon}{R + r}$).

При використанні будь-якого джерела струму необхідно спочатку знати його ЕРС, та внутрішній опір. ЕРС джерела струму визначається за допомогою вольтметра при вимкненому вимикачі. Оскільки опір вольтметра значно більший внутрішнього опору джерела струму, тобто $R \geq r$, то напруга між його полюсами мало чим відрізняється від ЕРС. Таким чином ви отримаєте ЕРС джерела ε .

Внутрішній опір джерела струму визначається опосередковано за допомогою законів Ома для повного кола і ділянки кола. Оскільки $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$, то звідси

$r = \frac{\varepsilon}{I} - R$. Оскільки $I = \frac{U}{R}$, то $R = \frac{U}{I}$. Звідси $r = \frac{\varepsilon - U}{I}$.

Визначимо в роботі ЕРС і внутрішнього опору джерела на основі використання законів Ома, описаних вище, а потім виконаємо зворотну операцію – за відомими значення ЕРС і внутрішнього опору визначимо залежність сили струму, потужності у зовнішньому колі, ККД від зовнішнього опору. Ці залежності визначимо за допомогою електронних таблиць EXCEL.

ХІД РОБОТИ:

I частина. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму.

1. Складіть електричне коло, яке зображене на рис. К. 1.
2. Визначте ЕРС джерела струму способом, описаним вище.
3. Замкніть вимикач і виміряйте силу струму I .
4. Розрахувати внутрішній опір джерела за

формулою $r = \frac{\varepsilon - U}{I}$.

5. Дослід виконайте для трьох опорів – 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом. Результати вимірювань та обчислень внесіть до таблиці К.1.

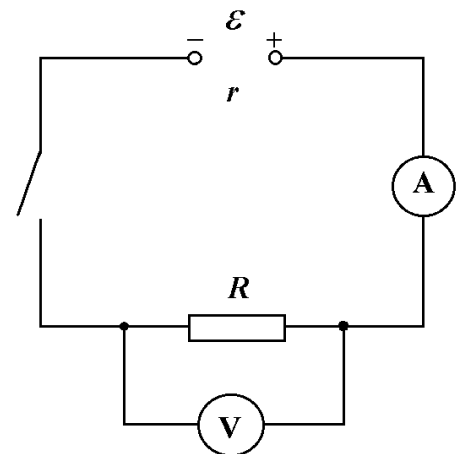


Рис. К. 1

Таблиця К.1.

№ п/п	ЕРС джерела ε , В	$\Delta\varepsilon$, В	Зовнішній опір R , Ом	Сила струму I , А	ΔI , А	Внутрішній опір r , Ом

6. Запишіть абсолютну похибку вимірювання ЕРС $\Delta\varepsilon$, яка дорівнює Δ_v якщо стрілка приладу співпадає з штрихом шкали. При неспівпаданні стрілки з штрихом шкали за результат вимірів приймають значення, яке відповідає

найближчому штриху, але похибка збільшується на половину ціни поділок:

$$\Delta_B + \frac{0,2}{2}, \text{ або } \Delta_n + 0,1.$$

7. Запишіть абсолютну похибку вимірювання сили струму ΔI , яка дорівнює Δ_A , якщо стрілка прибору співпадає з штрихом шкали, і дорівнює $\Delta_A + 0,05$ А, якщо не співпадає.

8. Враховуючи, що $r = \frac{\varepsilon}{I} - R$, знайти Δ_1 використовуючи те, що при сумі або різниці наближених величин їх абсолютні похибки додають: $\Delta r = \Delta_1 + \Delta_2$. В цій

формулі Δ_1 - абсолютна похибка величини ε / I , Δ_2 - абсолютна похибка, з якою

відомо значення опору R . Для знаходження Δ необхідно величину ε / I помножити

на відносну похибку $\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} + \frac{\Delta I}{I}$. Таким чином $\Delta_r = \frac{\varepsilon}{I} \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} + \frac{\Delta I}{I} \right)$. Абсолютна похибка

опору R дорівнює $\Delta_2 = 0,12$ Ом.

II частина.

Визначення залежності сили струму, потужності у зовнішньому колі і ККД електричного кола в залежності від зовнішнього опору.

9. Підготуйте електронні таблиці для визначення залежності сили струму, потужності і ККД від зовнішнього опору.

10. Внесіть значення ЕРС та внутрішнього опору, отримані в результаті проведених дослідів, в комірки електронних таблиць (рис. К. 2).

B5				
	A	B	C	D
1				
2	E =	12 В		
3	r =	2 Ом		
4				
5				
6				

Рис. К. 2.

11. Складіть таблицю залежності сили струму, потужності у зовнішньому

колі та ККД від зовнішнього опору за формулами $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$, $P = \frac{\varepsilon^2}{R+r}$, $\eta = \frac{R}{R+r}$ (див. зразок на рис. К. 3).

Нижче наведені ці ж формули, але записані на мові електронних таблиць (виділено жирним шрифтом):

а) формула електронних таблиць для обчислення залежності сили струму від зовнішнього опору **=B\$2/(E4+B\$3)**;

б) формула електронних таблиць для обчислення залежності потужності у зовнішньому колі від зовнішнього опору **=СТЕПЕНЬ(B\$2;2)/(F4+B\$3)**;

в) формула електронних таблиць для обчислення залежності ККД електричного кола від зовнішнього опору **=B\$3/(E4+B\$3)**.

Для прикладу на рис. К. 3 зображено таблицю, в якій подано зовнішній опір від 1 Ом і значення сили струму, потужності ККД в залежності від нього, задані формулами, поданими вище.

	F4			=	=B\$2/(E4+B\$3)			
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	E =	12	B		Зовнішній опір,	Сила струму,	Потужність,	ККД, %
3	r =	2	Ом		r Ом	I А	P Вт	
4					1	4,00	24,00	66,67%

Рис. К. 3.

12. Шляхом копіювання комірок заповнити значення цих величин від зовнішнього опору. Значення зовнішнього опору візьміть наближено в інтервалі

$$\frac{1}{2}r < R < 10r.$$

Для прикладу на рис. К. 4 подано фрагмент таблиці із значеннями сили струму, потужності і ККД для зовнішнього опору від 1 до 10 Ом.

13. За допомогою майстра діаграм створити графіки залежностей вказаних вище величин від зовнішнього опору (рис. К. 5-7).

F4				= \$B\$2/(E4+\$B\$3)				
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	$E =$	12	B		Зовнішній опір,	Сила струму,	Потужність,	ККД, %
3	$r =$	2	Om		r Ом	I А	P Вт	
4					1	4,00	24,00	66,67%
5					2	3,00	28,80	50,00%
6					3	2,40	32,73	40,00%
7					4	2,00	36,00	33,33%
8					5	1,71	38,77	28,57%
9					6	1,50	41,14	25,00%
10					7	1,33	43,20	22,22%
11					8	1,20	45,00	20,00%
12					9	1,09	46,59	18,18%
13					10	1,00	48,00	16,67%

Рис. К. 4.

14. Зробіть висновки щодо виконаної лабораторної роботи про визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму, залежності сили струму, потужності у зовнішньому колі і ККД електричного кола від величини зовнішнього опору.

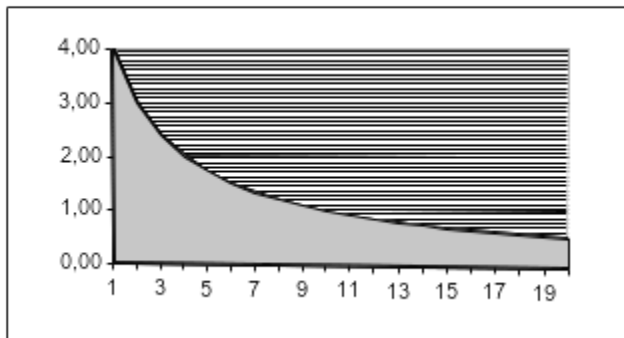


Рис. К. 5

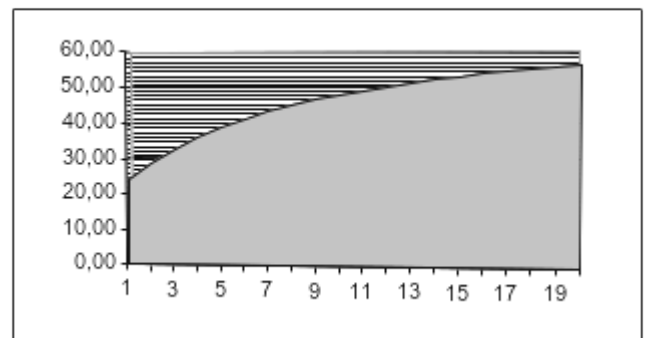


Рис. К. 6

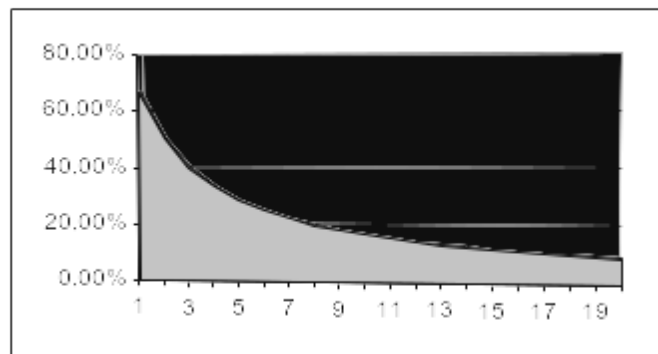


Рис. К. 7

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які сили називаються сторонніми?
2. Що таке ЕРС? Що називається внутрішнім опором?
3. Яка різниця між ЕРС і напругою? Чому покази вольтметра при розімкнутому і замкнутому ключі різні?
4. Які механічні аналогії можна навести для порівняння ЕРС та напруги?
5. За яких умов напруга на затискачах джерела електричного струму становитиме 50% від його ЕРС?
6. Чому дорівнюватиме напруга на затискачах джерела електричного струму при короткому замиканні?

Додаток Л

Робота лабораторного практикуму

ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ БЛОКА ЖИВЛЕННЯ

Мета: ознайомитися з будовою та принципом дії блоку живлення та його основними вузлами; ознайомитися з будовою та принципом дії електронного осцилографа, основами роботи з ним; розвивати творчу уяву, образне мислення, пізнавальний інтерес.

Обладнання: 1) осцилограф лабораторний ОМШ або Н3013; 2) трансформатор лабораторний; 3) панель з напівпровідниковими діодами – 2 шт.; 4) батарея конденсаторів БК-58; 5) резистор опором 330 Ом на підставці; 6) резистор опором 1 кОм на підставці; 7) стабілітрон КС133А (Г) на підставці; 8) комплект з'єднувальних провідників.

Зміст і метод виконання роботи

Блок живлення (рис. Л. 1) складається із таких елементів: трансформатора, діодного випрямляча, фільтра низьких частот, стабілізатора напруги.

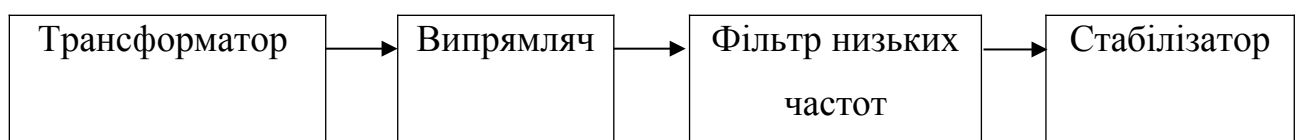


Рис. Л.1. Структурна схема блока живлення.

Для зниження змінної напруги, що поступає на блок живлення, до необхідного значення служить **трансформатор**. Напруга на його виході має теж змінний характер (рис. Л.2), але меншу за значенням амплітуду.

Для перетворення змінного струму в постійний служить **випрямляч**. Принцип його дії

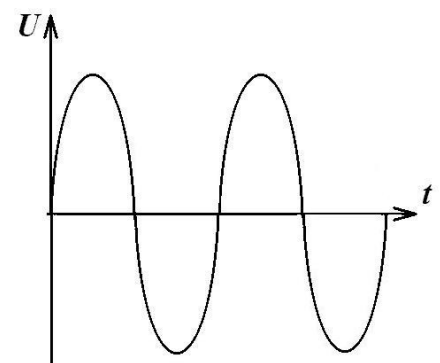


Рис. Л. 2.

ґрунтується на властивості діода пропускати електричний струм в одному напрямку (рис. Л.3). Якщо у схемі випрямляча застосувати один діод (рис. Л.4а), то випрямлення струму буде однопівперіодне (рис. Л.4б). При з'єднанні певним чином чотирьох діодів – діодним містком (рис. Л.5а) – відбувається двопівперіодне випрямлення змінного струму (рис. Л.5б).

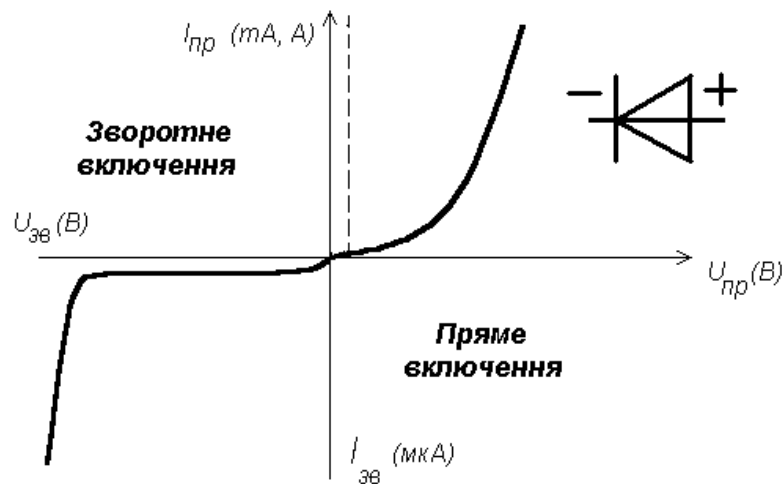


Рис. Л.3. Вольт-амперна характеристика напівпровідникових діодів.

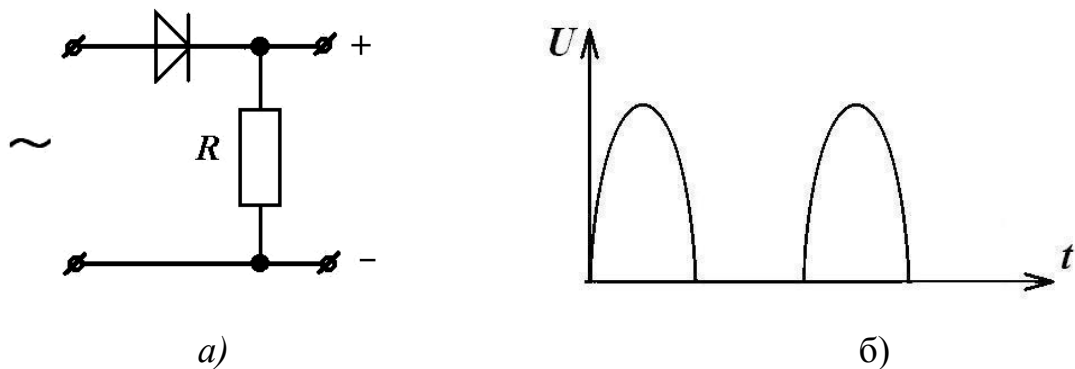


Рис. Л.4. а) схема однопівперіодного випрямляча; б) вигляд осцилограми електричного струму після однопівперіодного випрямлення

Проходячи через випрямляч, рух струму стає однонаправленим. Тому через споживач струм поширюється завжди в одному напрямку.

Після випрямлення струм має постійний напрямок, але й пульсуючий вигляд (рис. Л.5б). Тому для згладжування пульсацій використовується **фільтр**

низької частоти – конденсатор великої ємності (рис. Л.6а). При наявності на ньому напруги – він заряджається, а при її відсутності – віддає енергію в коло. Таким чином відбувається згладжування пульсацій і струм набуває в певних межах більш-менш сталого значення (рис. Л.6б).

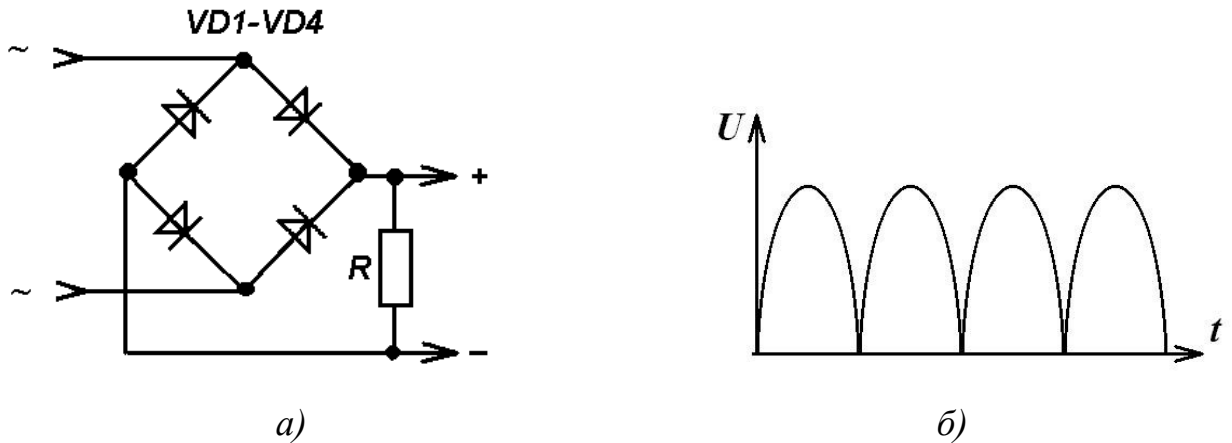


Рис. Л.5. Діодний місток: а) схема підключення діодів; б) вигляд осцилограми електричного струму після випрямлення за допомогою діодного містка.

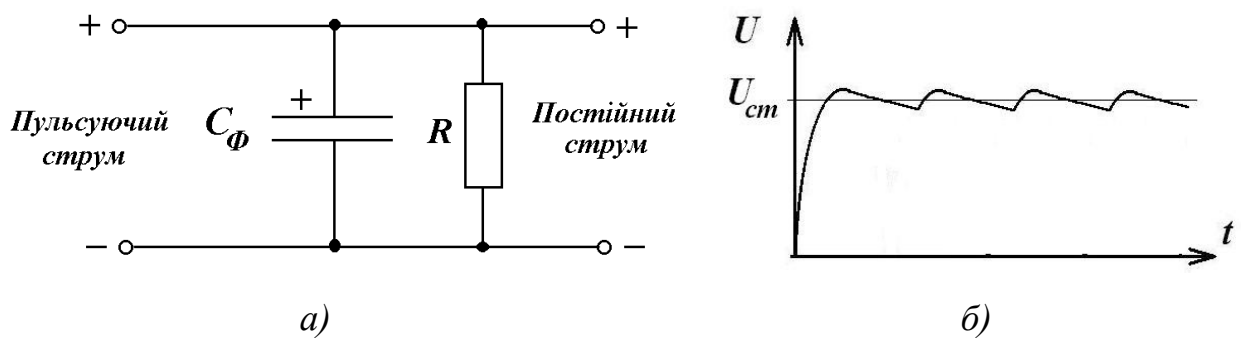


Рис. Л.5. Схема фільтра для згладжування пульсацій електричного струму: а) схема підключення; б) вигляд осцилограми електричного струму після проходження через фільтр.

Наступною ланкою є стабілізатор. Його можна використати для захисту приладів від випадкового попадання в електромережу підвищеної напруги. Якщо уважно ознайомитися з вольт-амперною характеристикою напівпровідникового діода, то на ній можна побачити різке зростання провідності при певному значенні зворотної напруги (рис. Л.3). Якщо зібрати схему за рис. Л.7 (R – опір споживача, R_b – баластний резистор, VD – діод (стабілітрон КС133А), ε – джерело живлення з напругою $\approx 4,4$ В), то при підвищенні допустимої напруги на споживачі, “відкривається” діод і шунтує його. Внаслідок цього напруга на споживачі не перевищує допустимого значення (значення, на яке розрахований конкретний стабілітрон, наприклад для КС133А вона становить 3,3 В [1]).

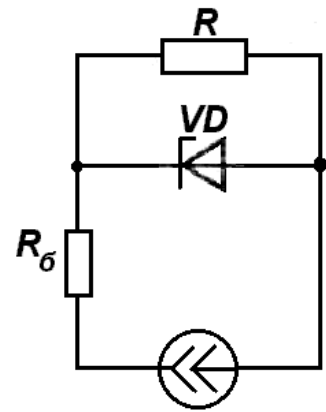


Рис. Л.7. Стабілізатор напруги.

Необхідно звернути увагу, що стабілітрон вмикається в коло у зворотному включенні, а діод – у прямому.

Основна властивість стабілітрона – змінювати власний опір під дією сили струму. Якщо струм збільшується, то опір зменшується і навпаки. Тому напруга на стабілітроні і, відповідно, на споживачі залишаються практично незмінними. Зміна вхідної напруги викликає зміну напруги лише на баластному резисторі R_b . Якщо ж сила струму на споживачі змінюється, то, відповідно, повинна змінюватися і напруга на ньому. Цього не відбувається, бо якщо сила струму через споживач зростає, то через стабілітрон навпаки – падає. Загальна сила струму, що йде через систему “споживач-стабілітрон” залишається сталою, отже і напруга теж.

Узагальнюючи вищесказане, загальну схему блока живлення можна зобразити таким чином, як це показано на рис. Л.8.

Для спостереження графіків напруг на виході елементів блоку живлення необхідно спеціальний прилад – електронний осцилограф.

Електронний осцилограф – це складний універсальний вимірювальний прилад, за допомогою якого можна спостерігати графіки змінного струму та

напруги і досліджувати різні коливальні процеси. Осцилограф дає можливість вимірювати напругу, силу струму, частоту, різницю фаз змінних струмів.

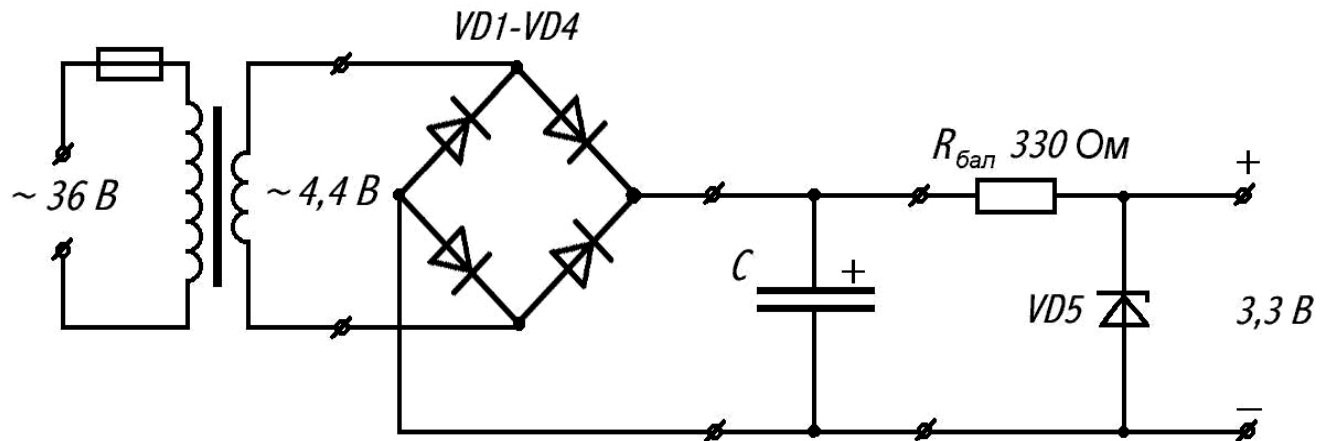


Рис. 1.8. Схема блока живлення.

Основні частини осцилографа: електронно-променева трубка, підсилювачі вертикального і горизонтального відхилення променя, блок живлення.

Електронно-променева трубка (рис. 1.9) дає можливість отримати вузький сфокусований пучок електронів. Подібно діоду, електронно-променева трубка є приладом, у якому створений глибокий вакуум. Катод *1* за рахунок явища термоелектронної емісії випускає електрони, що притягаються трубчастим анодом *2*. Електричне поле, що існує між катодом і анодом, надає електронам велику швидкість і вони рухаються до екрана.

На шляху до екрана пучок проходить між двома парами пластин *3*, одна з яких розміщена вертикально і відхиляє пучок у горизонтальному напрямі, а друга – горизонтально і відхиляє його у вертикальному напрямі. Якщо підключити до горизонтальних пластин джерело струму: “+” до верхньої пластини, а “-” до нижнього, то електрони, пролітаючи між пластинами, будуть відштовхуватися від нижньої і притягатися до верхньої. У результаті електронний промінь зігнеться вгору, тобто зміститься по вертикалі. Аналогічний процес відбувається і з вертикальними пластинами, в результаті чого промінь відхиляється в сторону тієї пластини, на яку підключено “+”.

На горизонтально відхиляючі пластини подається пилкоподібна напруга від

генератора розгортки. Під дією цієї напруги промінь рухається горизонтально рівномірно в один бік, а потім майже вмиг повертається назад. Цей процес повторюється багато разів. На вертикально відхиляючі пластини через підсилювач вертикального відхилення променя подається досліджувана напруга.

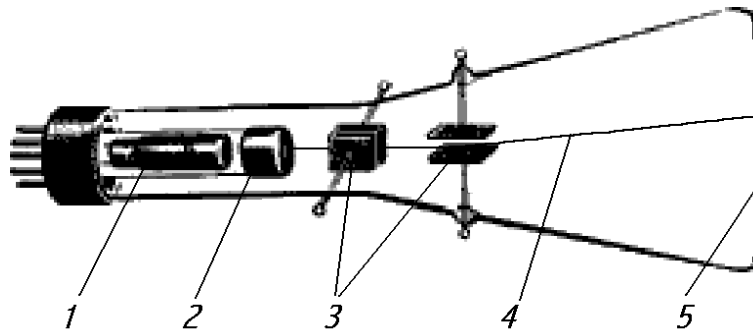


Рис. Л. 9. Електронно-променева трубка осцилографа.

Пролітаючи крізь відхиляючу систему у виді електронного пучка 4 “бомбардують” екран 5. Зсередини він покритий особливою речовиною – *люмінофором*, здатним світитися в тім місці, де в нього попадає електронний “промінь”.

Таким чином, потрапляючи на екран, електронний промінь під дією обох пар пластин викреслює на екрані трубки графік досліджуваного процесу. Цей графік називається осцилограмою.

У цій роботі треба ознайомитися з будовою промислових блоків живлення із стабілізацією напруги: повторити принцип дії діодного випрямляча (діодного містка), ознайомитися з принципом дії фільтра низьких частот та стабілітрона; ознайомитись з органами керування осцилографа, навчитись утворювати на екрані осцилограми змінних струмів промислової частоти і пульсуючих та постійних струмів, визначати їх амплітудні та ефективні значення.

Послідовність виконання робіт

Завдання 1

Ознайомлення з осцилографом та органами його керування

Осцилограф малогабаритний шкільний ОМШ-3М (рис. Л.10) призначений

для проведення лабораторних робіт фізичного практикуму і демонстрацій в якості навчально-наочного посібника з курсу фізики в загальноосвітніх школах, а також для факультативних занять у гуртках дитячої технічної творчості.

Осцилограф служить для спостереження, контролю форми і вимірювання





Рис. Л.10.


амплітуди електричних коливань, для настроювання підсилювачів і генераторів низької частоти, низькочастотних логічних та інших схем. Він забезпечує спостереження періодичних сигналів у діапазоні частот від 0,5 Гц до 10 кГц і амплітудою від 20 мВ до 50 В.

1. Заземліть корпус осцилографа.
2. Перед увімкненням приладу

ручки керування повинні знаходитися у середньому положенні, перемикач вхідного подільника напруги каналу вертикального відхилення – в положенні 10 В/дел.

Застереження. Щоразу осцилограф вмикайте тільки з дозволу вчителя.

3. Увімкнути вилку приладу в мережу. Через 5 хвилин після включення повернути регулятор вправо до появи променя на екрані. Свічення екрана ЕПТ означає, що осцилограф увімкнений в мережу. Регуляторами  і  необхідно відрегулювати прилад так, щоб зображення було чітким і добре видимим, але не надто яскравим.
4. Регуляторами “ \updownarrow ” і “ \leftrightarrow ” необхідно змістити промінь в необхідне місце. Вибір режиму роботи визначається характером і величиною досліджуваного сигналу. При правильному виборі режиму роботи на екрані трубки повинно з’явитися зображення досліджуваного процесу.
5. Якщо зображення мале, то переключенням вхідного подільника необхідно збільшити його до нормального (4-5 поділок).



6. Регулятором “” необхідно відрегулювати частоту генератора розгортки так, щоб вона була кратна або дорівнювала досліджуваній частоті, в іншому випадку зображення буде нечітким і нестійким (зображення буде “бігти” по екрану).

Примітки:

- 1. Небажано залишати промінь на екрані нерухомим, так як це призводить до прогоряння екрана. Якщо осцилографом не користуються, то необхідно яскравість світної плями зменшити (ручку регулятора яскравості повернути проти годинникової стрілки) або вимкнути живлення.**
- 2. Осцилограф забезпечує основні параметри через 5 хвилин після його включення в мережу.**

Завдання 2

Спостереження осцилограми напруги змінного струму

1. Ознайомтесь з будовою шкільного трансформатора і схемою з'єднання його секцій.
2. До затискачів з позначенням «4,4 В» вторинної котушки трансформатора приєднайте резистор на 1 кОм. Для дослідження напруги на ньому приєднайте резистор до входу “У” осцилографа (рис. Л.11). При цьому трансформатор встановіть далі від осцилографа.
3. Після дозволу вчителя ввімкніть осцилограф у коло. Первинну обмотку трансформатора з'єднайте з джерелом ($U = 36$ В). Спостерігайте за вертикальними коливаннями променя. Ручкою “У” змінійте вертикальне відхилення. Натисніть кнопки «Разв.» і «1 Гц–10 кГц», а ручкою “” доберіть таку частоту розгортки, щоб на екрані утворився один або кілька періодів синусоїди. Натисніть кнопку «Синхр.» і ручкою “” забезпечте лабільність осцилограми. Зробіть малюнок утвореної осцилограми, а потім вимкніть осцилограф і трансформатор.

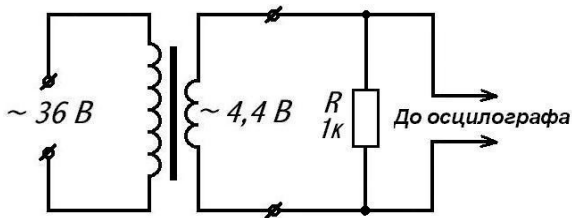


Рис. Л.11

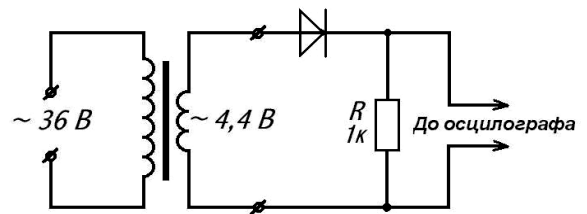


Рис. Л.12.

Завдання 2

Спостереження осцилограм напруг при одно-і двопівперіодному випрямленні змінного струму

1. Складіть електричне коло за схемою, яку зображено на рис. Л.12. Для цього вторинну котушку трансформатора приєднайте до входу панелі з однопівперіодним випрямлячем. Вихід випрямляча приєднайте до входу “У” осцилографа. Спостерігайте осцилограму випрямленої напруги.

Примітка. Якщо на осцилографі будуть спостерігатися від’ємні півхвилі, то на вході “У” поміняйте місцями провідники.

Зробіть малюнок осцилограми.

2. Паралельно виходу однопівперіодного випрямляча приєднайте батарею конденсатора. Збільшуючи ємність, спостерігайте згладжування пульсацій. Зробіть малюнок осцилограми.

3. Замість панелі з однопівперіодним випрямлячем приєднайте до осцилографа панель з випрямлячем, який складено за містковою схемою (рис. Л.13). Зробіть малюнок осцилограми.

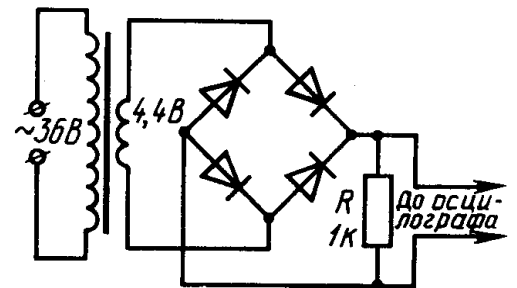


Рис. Л.13.

4. Знову приєднайте батарею конденсаторів і спостерігайте згладжування пульсацій.

Завдання 3

Спостереження осцилограми напруги при стабілізації пульсуючої напруги

1. Складіть електричне коло, зображене на рис. Л.8. В якості баластного резистора використовують резистор опором 330 Ом. В якості стабілізатора використовують стабілітрон КС133А, розрахований на напругу стабілізації 3,3 В ($\pm 0,33$ В).
2. Виконайте малюнок осцилограми. Порівняйте її з попередньою.
3. Спостерігайте збереження сталого значення напруги на виході блока живлення при збільшенні напруги на його вході (від 36 В до 42 В). Виконайте малюнок осцилограми. Порівняйте її з попередньою.

Примітка. Переключення напруги живлення виконує тільки вчитель.

4. Розберіть схему. Зробіть висновки.

Контрольні запитання

1. Які осцилограми (струму або напруги) ви спостерігали на екрані осцилографа під час виконання завдань?
2. Від чого залежить кількість усталених періодів синусоїд напруги на екрані?
3. Чому під час роботи трансформатор треба розміщувати не дуже близько від осцилографа?
4. Якими способами можна досягти згладжування пульсацій?
5. Чому вмикання конденсатора веде до згладжування пульсацій?
6. Що відбудеться з вихідною напругою блока живлення при підвищенні вхідної?

Додаток М

Індивідуальна робота**БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ БЛОКА ЖИВЛЕННЯ**

Мета: закріпити знання про будову та принцип дії блоку живлення та його основних вузлів (випрямляч, фільтр низьких частот, стабілізатор); розвивати творчу уяву, образне мислення, пізнавальний інтерес.

Обладнання: персональний комп'ютер типу Pentium; програмне забезпечення (програма-симулятор Electronic WorkBench та електронні таблиці EXCEL).

Зміст виконання роботи

Розглянемо принцип дії вузлів блоку живлення: випрямляч, фільтр низьких частот, стабілізатор. Джерелом змінної напруги виберемо генератор електричних коливань.

Перша схема складається за рис. М. 1. Генератор створює гармонічні коливання напруги електричного струму, які можна спостерігати на віртуальному осцилографі. Для наочного представлення процесів випрямлення змінного електричного струму доречно зменшити частоту коливань до 0,1-1 Гц. Такий крок дає можливість спостерігати динамічні процеси в русі, а не статично.

Спостерігаємо вигляд осцилограми змінного струму і заносимо її рисунок до зошиту.

На основі схеми, складеної за рис. М.2. спостерігаємо однопівперіодне випрямлення струму, а на основі схеми, зображеної на рис. М. 3. вивчаємо принцип двопівперіодного випрямлення струму за допомогою діодного містка.

Спостерігаємо вигляд осцилограм випрямлення змінного струму і заносимо їх рисунки до зошиту.

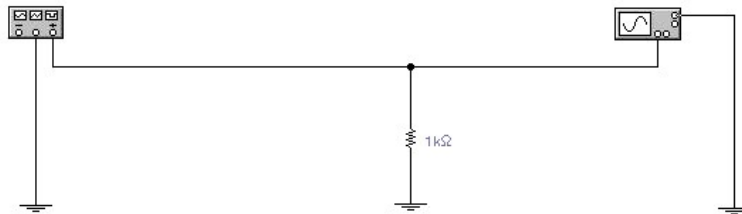
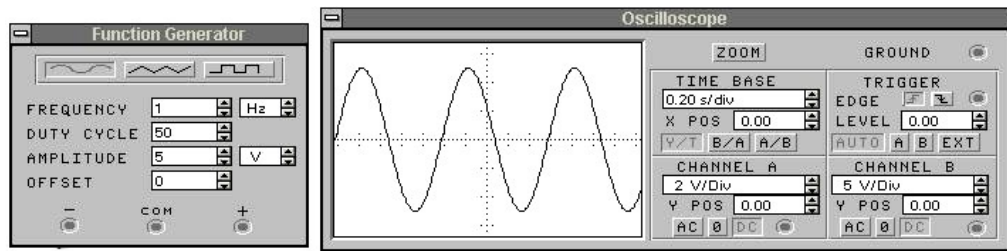


Рис. М.1.

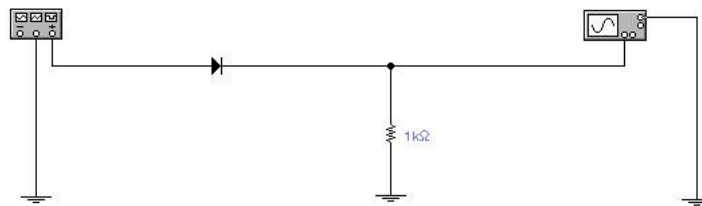
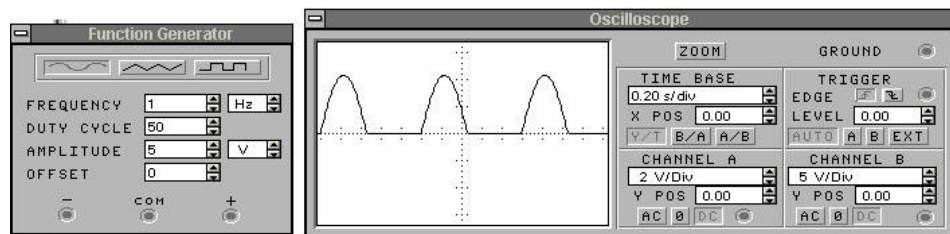


Рис. М. 2.

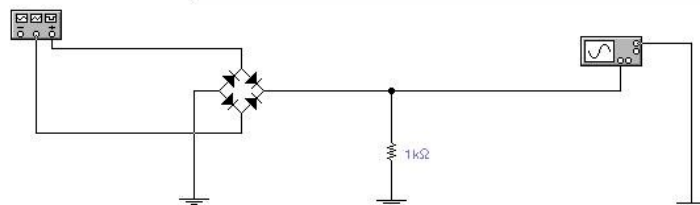
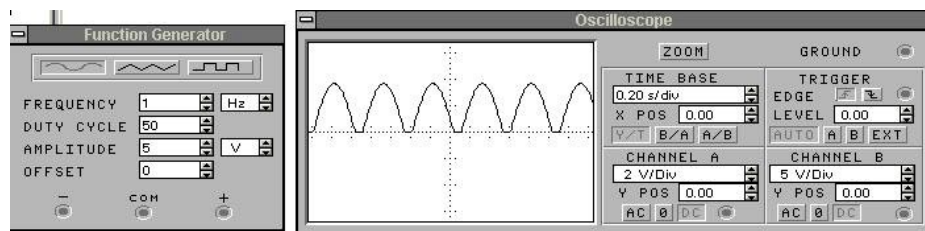


Рис. М. 3.

Складаємо схему за рис. М. 4. і спостерігаємо згладжування пульсацій електричного струму. Варіюючи ємність конденсатора (від 1 мкФ до 10000 мкФ),

змінюємо якість згладжування пульсацій.

Спостерігаємо вигляд осцилограми і заносимо її рисунок до зошиту.

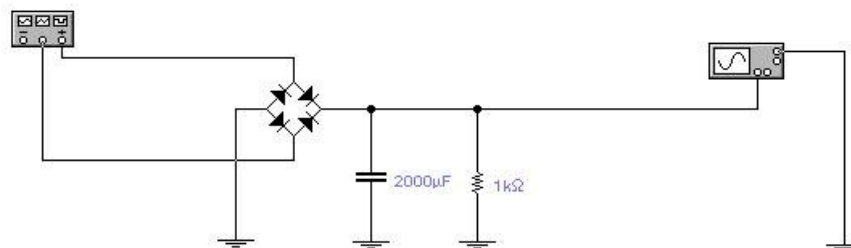
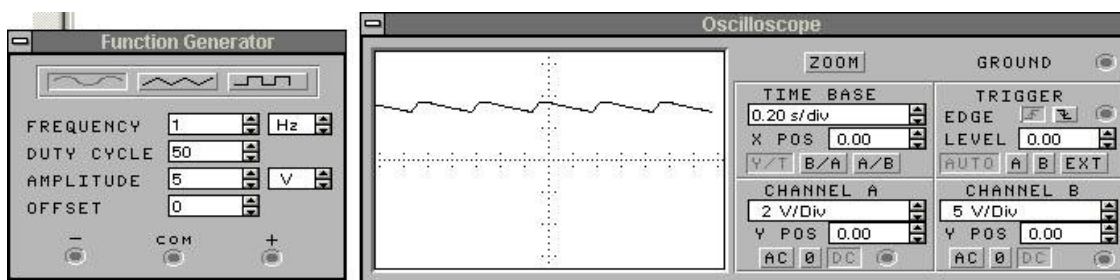


Рис. М. 4.

При складанні схеми, зображеної на рис. М. 5., спостерігаємо принцип стабілізації електричного струму на основі стабілізатора. Змінюючи вхідну напругу (вихідну напругу генератора – від 3 до 12 В) спостерігаємо сталість вихідної.

Спостерігаємо вигляд осцилограми і заносимо її рисунок до зошиту.

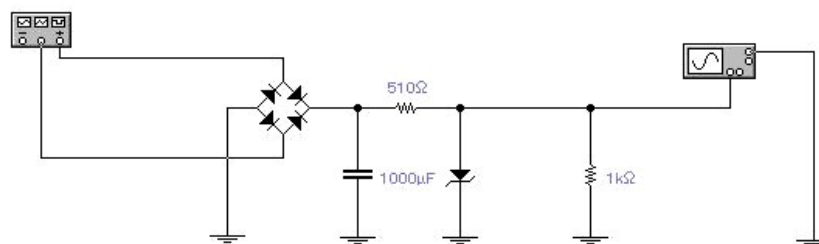
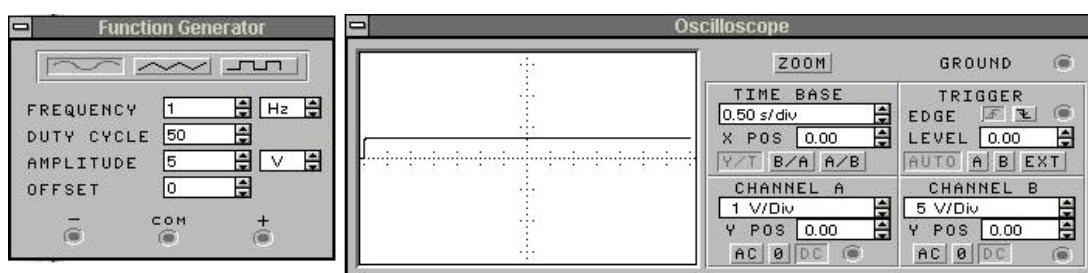


Рис. М. 5.

Контрольні запитання

1. Яка різниця між одно- і двопівперіодним випрямленням змінного струму? Чи можна випрямити змінний струм двома діодами?
2. Якими способами можна досягти згладжування пульсацій?
3. Як залежить пульсація електричного струму від ємності конденсатора фільтра низьких частот?
4. Що станеться з напругою на виході стабілізатора, якщо на його вході вона підвищиться? Чи зміниться напруга на баластному резисторі? Як? Чому?

Додаток Н

Робота лабораторного практикуму

ТЕМА. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ТРАНЗИСТОРА

Мета. Вивчення особливостей роботи транзистора за схемою з спільним емітером (зняття вхідної і вихідної характеристик), визначення вхідного опору, коефіцієнта підсилення по струму; розвивати творчу уяву, дивергентне мислення, пізнавальний інтерес.

Обладнання: кремнієвий транзистор КТ814А на стенді; мікроамперметр на 10 мкА (М-24); міліамперметр постійного струму М45М; мультиметр цифровий; вольтметр лабораторний; батарея живлення (3 В); джерело струму для практикумів ІЭПП-1; потенціометри дротяні опором 50-100 Ом – 2 шт; вимикач; комплект провідників; персональний комп'ютер типу Pentium; програмне забезпечення (електронні таблиці EXCEL).

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Роботу виконують з потужним низькочастотним кремнієвим транзистором типу $p-n-p$: КТ814А-Г, КТ816А-Г та ін.

Транзистор складається з трьох шарів напівпровідників з двома можливими структурами $n-p-n$ або $p-n-p$ (рис. Н.1), кожна з яких утворює два електронно-діркових переходи. Дві області з однотипною провідністю відокремлені одна від одної областю з провідністю, протилежною за знаком.

Дві крайні мають діркову провідність (p), їх називають емітером і колектором, а середня — електронну (n), її називають базою. На межі цих областей утворились два електронно-діркові переходи. Перехід “емітер-база” називають емітерним, а “база-колектор” — колекторним. Кожний перехід окремо поводить себе як звичайний напівпровідниковий діод, тобто має однобічну провідність для електричного струму. Схемні позначення транзисторів показано на рис. Н.2. Принцип дії обох транзисторів однаковий, змінюється лише вид носіїв заряду, які відіграють основну роль. Для прикладу розглянемо принцип дії транзистора $p-n-p$ -типу.

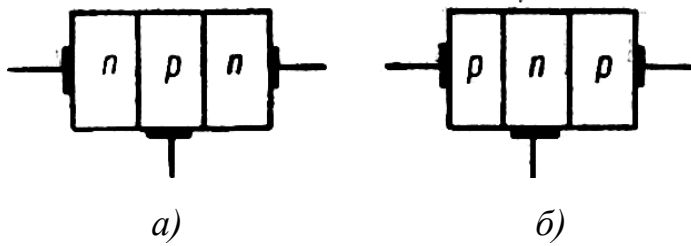


Рис. Н.1. Структури напівпровідникових тріодів

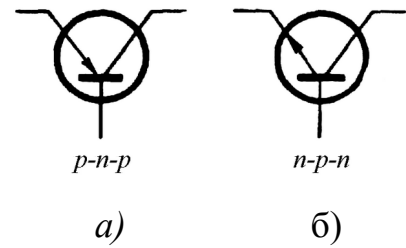


Рис. Н.2. Схемні позначення транзисторів

Транзистор змонтовано на ізолюючій панелі, на якій виводи від бази, емітера і колектора позначено відповідно буквами Б, Е, К. Зовнішній вигляд транзистора КТ814А подано на рис. Н. 3.

Розглянемо докладніше роботу транзистора як підсилювача постійного струму. Транзистор увімкнено за схемою з спільним емітером (рис. Н. 4), яка для транзисторів є основною. У цій схемі зворотна напруга на колекторний перехід подається через емітерний перехід, увімкнений у пропускну напрямі. Прямий опір емітерного переходу малий, тому вся підведена напруга спадає практично на високоомному колекторному переході. Джерело вхідного сигналу під'єднують до бази та емітера, а підсилений сигнал знімають з колектора та емітера.

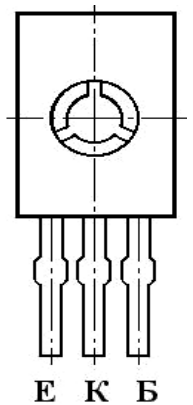


Рис. Н.3.

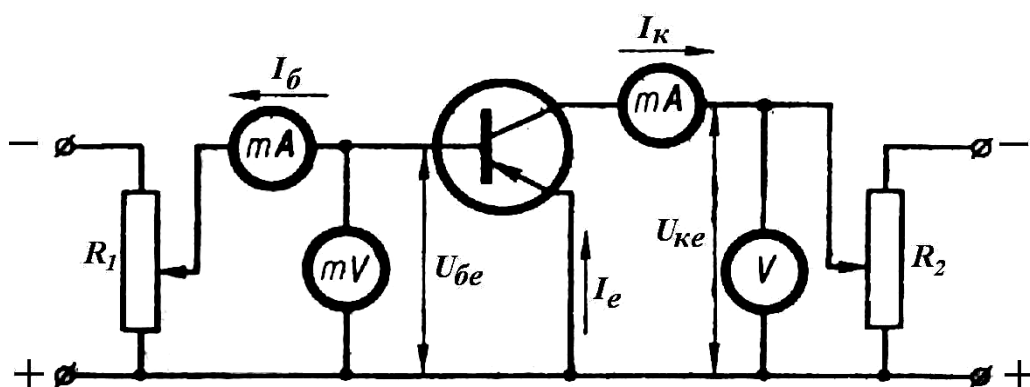


Рис. Н. 4. Схема установки для проведення дослідів.

Під дією прямої напруги, прикладеної до емітерного переходу, дірки з області емітера переходять в область бази, а електрони з області бази переходять

в область емітера. Струм, який виникає при цьому, називають струмом емітера (I_e). Більшу частину цього струму переносять дірки, оскільки емітерна область має вищу провідність, ніж електронна область бази.

Електронний струм емітера проходить у колі бази і тому його називають струмом бази (I_b). Одночасно з переходом дірок з області емітера в область бази в зовнішнє коло емітера виходить певна кількість електронів, що веде до утворення в області емітера нових дірок, і тому їх кількість не зменшується. Дірки, які перейшли з емітера в базу, рухаються потім до колекторного переходу. Цей рух відбувається переважно внаслідок надлишку концентрації їх біля емітерного переходу, а також під дією слабкого електричного поля, яке існує між емітером і колектором транзистора. На шляху до колекторного переходу частина дірок рекомбінує з електронами в області бази. Зменшення електронів в області бази поповнюється надходженням їх із зовнішнього кола. Завдяки малій товщині області бази і невеликій концентрації в ній вільних електронів багато дірок досягає колекторного переходу і під дією електричного поля цього переходу втягується в область колектора. Тут дірки рекомбінують з електронами, які переходять із зовнішнього кола колектора, і створюють струм колектора (I_k). При цьому опір колекторного переходу різко зменшується внаслідок руху дірок через перехід. Це веде до збільшення сили струму в колі колектора.

З розглянутого принципу дії транзистора випливає, що сила струму колектора внаслідок рекомбінації частини дірок з електронами бази трохи менша від сили струму емітера. Різниця сили цих струмів дорівнює силі струму бази, тобто

$$I_b = I_e - I_k$$

Одним з важливих параметрів транзистора, який характеризує його підсилювальні властивості, є *статичний коефіцієнт підсилення за струмом*. Для схеми вмикання з спільним емітером він дорівнює відношенню зміни сили струму колектора I_k до зміни сили струму бази I_b при сталій напрузі між колектором і емітером $U_{к.е}$:

$$\beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b} \text{ при } U_{к.е} = \text{const.}$$

У цій роботі треба визначити опір емітерного переходу, коефіцієнт підсилення за струмом, дослідити залежність сили струму колектора від напруги між колектором і емітером при сталій силі струму бази і побудувати графіки цих залежностей.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготовка електронних таблиць до виконання лабораторної роботи.

Перед виконанням роботи необхідно підготувати електронні таблиці. Для цього в окремому файлі створюються дві таблиці результатів.

В таблицю Н.1 вносять залежність сили струму бази ($I_{\bar{o}}$) від напруги на переході база-емітер ($U_{\bar{o}e}$) при сталому значенні напруги на переході колектор-емітер ($U_{ke} = const$). Напругу $U_{\bar{o}e}$ вибираємо від 0 до 650 мВ через 50 мВ.

Таблиця Н.1.

Транзистор КТ814А

Зняття вхідних характеристик транзистора $I_{\bar{o}} = f(U_{\bar{o}e})$ при $U_{ke} = const$.

$U_{ke} = 0 \text{ В}$		$U'_{ke} = 1 \text{ В}$		$U''_{ke} = 2 \text{ В}$		$U'''_{ke} = 3 \text{ В}$	
$U_{\bar{o}e}, \text{ мВ}$	$I_{\bar{o}}, \text{ мкА}$	$U_{\bar{o}e}, \text{ мВ}$	$I_{\bar{o}}, \text{ мкА}$	$U_{\bar{o}e}, \text{ мВ}$	$I_{\bar{o}}, \text{ мкА}$	$U_{\bar{o}e}, \text{ мВ}$	$I_{\bar{o}}, \text{ мкА}$
0		0		0		0	
50		50		50		50	
100		100		100		100	
...		
600		600		600		600	

У таблицю Н.2 вносять залежність сили струму колектора (I_{κ}) від напруги на переході колектор-емітер (U_{ke}) при сталому значенні напруги на переході база-емітер ($U_{\bar{o}e} = const$). Напругу U_{ke} вибираємо від 0 до 2 В через 0,1 В і для 3 В.

Транзистор КТ814А**Зняття вихідних статичних характеристик транзистора**

$$I_k = f_1 (U_{ке}) \text{ при } I_{бe} = \text{const.}$$

$I_b = 100 \text{ мкА}$		$I_b = 200 \text{ мкА}$		$I_b = 300 \text{ мкА}$		$I_b = 400 \text{ мкА}$		$I_b = 500 \text{ мкА}$	
$U_{ке}, \text{ В}$	$I_k, \text{ мА}$	$U_{ке}, \text{ В}$	$I_k, \text{ мА}$	$U_{ке}, \text{ В}$	$I_k, \text{ мА}$	$U_{ке}, \text{ В}$	$I_k, \text{ мА}$	$U_{ке}, \text{ В}$	$I_k, \text{ мА}$
0		0		0		0		0	
0,1		0,1		0,1		0,1		0,1	
0,2		0,2		0,2		0,2		0,2	
...
2		2		2		2		2	

2. Складання і випробування схеми.

Досліджуваний транзистор, джерела живлення, вимірювальні прилади і потенціометри з'єднують за схемою, зображеною на рис. Н.4. Після перевірки приступають до випробування схеми. Для цього потенціометром R_2 встановлюють напругу на переході колектор-емітер $U_{ке}$ порядку 50-60% від найбільшого значення цієї напруги для досліджуваного транзистора.

Підтримуючи цю напругу постійною, змінюють напругу $U_{бe}$ (за допомогою потенціометра R_1) і слідкують за показами приладу, що вимірює струм бази I_b . Його величина повинна змінюватись в межах, достатніх для зняття вхідної характеристики транзистора. Потім перевіряють можливість зняття вихідної характеристики. Для цього встановлюють движок потенціометра R_1 в середнє положення, зазначають значення струму бази $I_{ке}$ і підтримують його постійним. Змінюючи напругу $U_{бe}$ слідкують за величиною струму колектора I_k , який повинен плавно змінюватись в межах, що дозволяють зняти вихідну статичну характеристику транзистора.

3. Зняття вхідних характеристик транзистора $I_b = f(U_{бe})$ при $U_{ке} = \text{const.}$

Під час зняття характеристик транзистора заповнюють таблицю спостережень (табл. Н.1). Вхідні статичні характеристики транзистора знімають для $U_{ке} = 0 \text{ В}$ і трьох значень напруги $U_{ке}$. Величини напруг U' , U'' та U''' залежать від типу досліджуваного транзистора. Наприклад, для транзистора типу КТ814 ці напруги можуть бути рівними відповідно 1, 2 і 3 В. Напругу між базою та

емітером $U_{\text{бе}}$ змінюють потенціометром R_1 від 0 до ~ 600 мВ через кожні 50 мВ.

Слід звернути увагу на те, що вхідні статичні характеристики, зняті при $U_{\text{ке}} \neq 0$, практично не відрізняються одна від одної.

4. Зняття вихідних статичних характеристик транзистора

$$I_{\text{к}} = f_1(U_{\text{ке}}) \text{ при } I_{\text{бе}} = \text{const.}$$

Дані спостережень записують в таблицю спостережень (табл. Н.2). Вихідні статичні характеристики знімають для п'яти значень струму бази I, I', I'', I''' та I'''' , які встановлюють потенціометром R_1 і підтримують в процесі спостережень незмінними. Величини струмів бази залежать від типу транзистора, який досліджуємо. Напругу $U_{\text{ке}}$ змінюють потенціометром R_2 від 0 до 2 В (що в даних умовах буде достатнім) через інтервали 0,1 В.

5. Побудова статичних характеристик транзистора.

За результатами таблиць Н.1 та Н.2, в прямокутній системі координат будуються сім'ї вхідних і вихідних характеристик транзистора. Вигляд цих характеристик показано на рис.Н.5, Н.6.

6. Визначення коефіцієнта підсилення по струму і вхідного опору транзистора.

Користуючись сімейством вихідних характеристик транзистора (див. рис. Н.6), неважко визначити значення коефіцієнта підсилення по струму. Припустимо, що транзистор працює при напрузі між колектором і емітером $U_{\text{ке}} = 1$ В, а струм бази, наприклад, дорівнює $I_{\text{б}} = 400$ мкА. Цьому режиму в сімействі вихідних характеристик транзистора відповідає точка А. Взевши приріст $\Delta I_{\text{к}}$ і $\Delta I_{\text{б}}$ між точками В і С при постійній напрузі $U_{\text{ке}}$ знайдемо:

$$\beta = \frac{\Delta I_{\text{к}}}{\Delta I_{\text{б}}} = \frac{41 \text{ мА} - 21 \text{ мА}}{500 \text{ мкА} - 300 \text{ мкА}} = \frac{20 \text{ мА}}{200 \text{ мкА}} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{200 \cdot 10^{-6} \text{ А}} = 100.$$

$$\text{при } U_{\text{ке}} = 1 \text{ В} = \text{const.}$$

Вхідний опір транзистора $R_{\text{вх}}$ можна знайти з вхідних характеристик (рис.Н.5). Точка А відповідає тому ж режиму, що й на вихідних характеристиках.

За приростами $\Delta I_{\text{б}}$ і $\Delta U_{\text{бе}}$ між точками В і С при постійній напрузі $U_{\text{ке}} = 1$ В, знаходимо вхідний опір $R_{\text{вх}}$:

$$R_{\text{вх}} = \frac{\Delta U_{\text{бэ}}}{\Delta I_{\text{б}}} = \frac{610 \text{ мВ} - 590 \text{ мВ}}{500 \text{ мкА} - 300 \text{ мкА}} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ В}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ А}} = 100 \text{ Ом}.$$

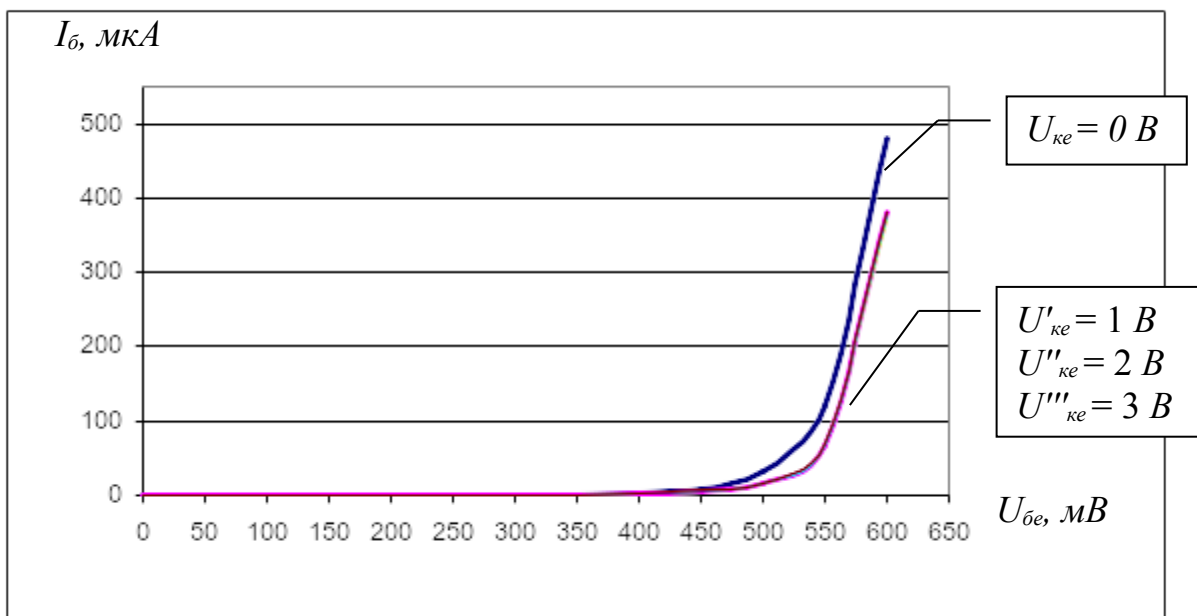


Рис. Н.5.

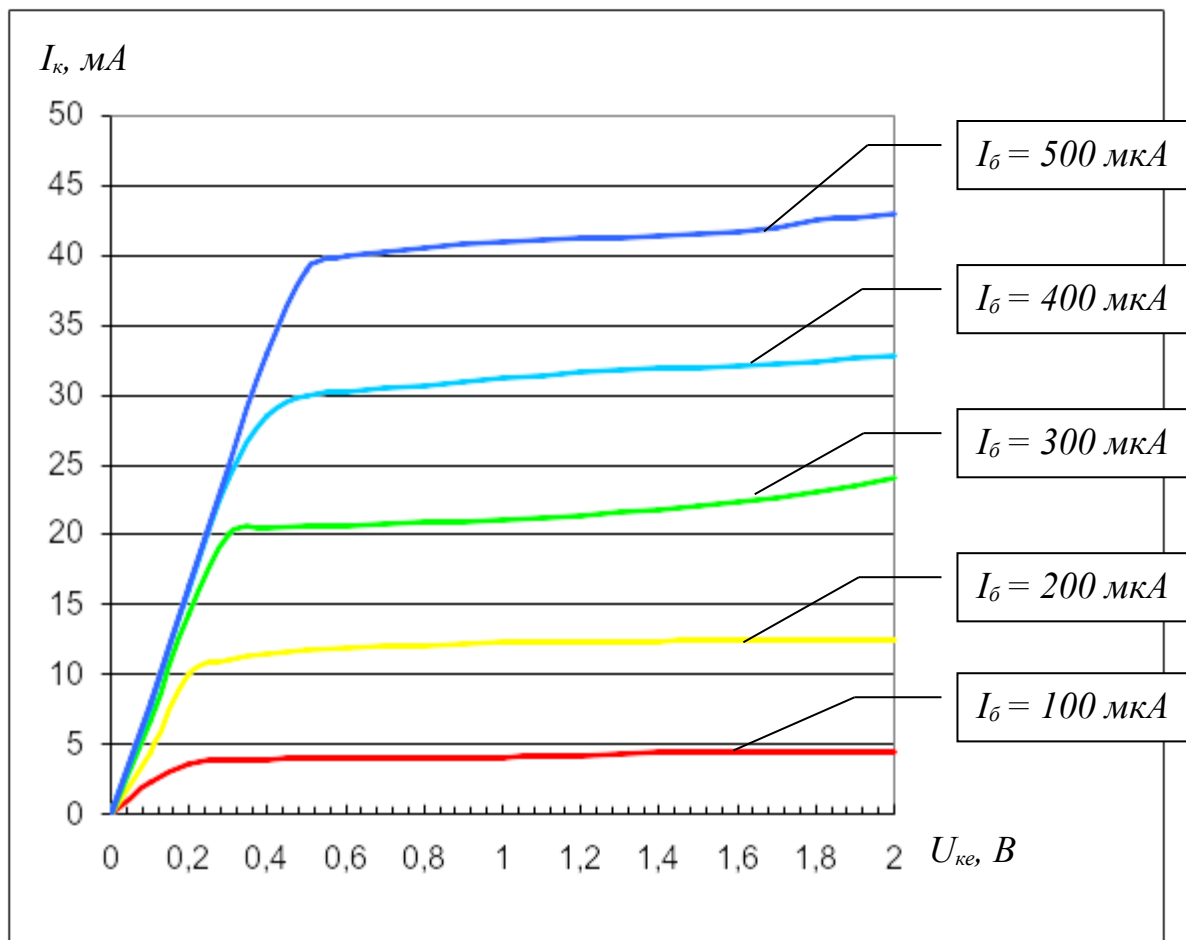


Рис. Н.6.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

- 1) При якій полярності прикладеної напруги емітерний і колекторний переходи включаються у прямому і оберненому напрямках?
- 2) Чи залежить статичний коефіцієнт підсилення за струмом транзистора від напруги між колектором і емітером?
- 3) На яких ділянках колекторної характеристики вихідний опір транзистора буде майже сталим?
- 4) Чи підпорядкована сила струму колектора закону Ома?
- 5) Яку залежність виражає вихідна характеристика транзистора за схемою із спільним емітером?
- 6) Поясніть процес підсилення по струму в схемі підключення транзистора з спільним емітером.
- 7) Чим пояснити збільшення вхідного опору транзистора при включенні його по схемі з спільним емітером?
- 8) Як впливає величина напруги на ділянці колектор-емітер на положення вхідної статичної характеристики транзистора?
- 9) Як впливає величина струму бази на положення вхідної статичної характеристики транзистора?
- 10) Як визначити коефіцієнт підсилення по струму і вхідний опір транзистора за характеристиками?
- 11) Чи можна замінити транзистор двома діодами, ввімкненими послідовно? На що це вплине?

Додаток П

Індивідуальна робота
ТРАНЗИСТОР ЯК ЕЛЕМЕНТ
ПІДСИЛЮВАЧА ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

Мета: закріпити знання принцип дії напівпровідникового транзистора та будову підсилювача електричних сигналів; розвивати творчу уяву, образне мислення, пізнавальний інтерес.

Обладнання: персональний комп'ютер типу *Pentium*; програмне забезпечення (програма-симулятор *Electronic WorkBench*).

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Напівпровідниковий біполярний транзистор складається з трьох напівпровідникових шарів *p-n-p* або *n-p-n*. (емітер, база, колектор) (рис. П.1).

У залежності від того, який електрод транзистора є загальним для вхідного і вихідного кола, розрізняють схеми підключення із спільною базою (СБ), спільним емітером (СЕ) і спільним колектором (СК).

У схемі із **спільною базою** перехід база-колектор підключається у зворотному напрямку (рис. П.2а), тобто при його підключенні до джерела струму ε_2 він стає ізолятором, електричний струм через цей перехід не проходить.

Перехід емітер-база-колектор підключається у прямому напрямку. Емітер *n-p-n* транзистора вприскує значну кількість електронів, невелика частина яких, попадаючи на базу, зразу ж повертаються на джерело струму ε_1 . Більшість електронів, долаючи потенціальний бар'єр *p-n*-переходу, продовжують свій рух і переміщуються до джерела струму ε_2 .

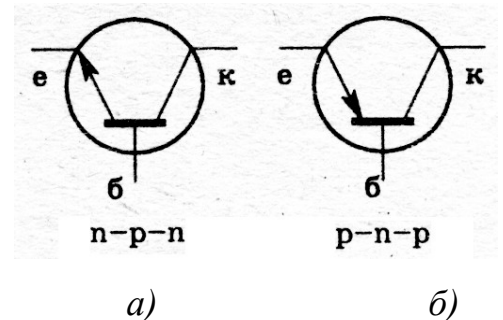


Рис.П.1. Схемне позначення біполярних транзисторів.

Колекторний струм прямо пропорційно залежить від струму бази ($I_K = I_E - I_B$). Оскільки струм бази порівняно малий, то можна вважати, що $I_K \approx I_E$. Таким чином, сила струму в колекторі практично дорівнює силі струму в емітері і змінюється за таким же законом. Керуючи струмом емітера за допомогою джерела змінної напруги, увімкненого в його коло, можна отримати синхронну зміну напруги на резисторі навантаження R_H . Оскільки опір цього резистора мало впливає на колекторний струм, то його можна зробити досить великим. Внаслідок цього зміна напруги на ньому може в десятки тисяч разів перевищувати зміну напруги сигналу в колі емітера, тобто відбувається підсилення напруги.

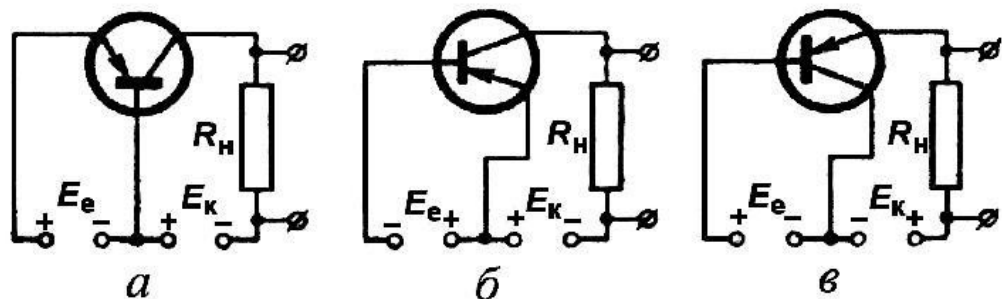


Рис. П.2. Схеми підключення транзисторів:

а) із спільною базою; б) із спільним емітером; в) із спільним колектором.

Для транзистора іншого типу ($p-n-p$) полярність увімкнення джерел електричного струму змінюємо на протилежне.

Найбільш поширеною схемою підключення є схема із **спільним емітером** (рис. П. 2. б), оскільки вона дає найбільше підсилення сигналу. Перше джерело електричного струму (управляюче) підключене між емітером і базою. Для того, щоб транзистор вивести в робочий режим, на базу поступає струм зміщення від другого джерела струму.

Третя схема підключення транзистора (рис. П. 2 в) – із **спільним колектором**. У цьому варіанті джерело живлення і резистор навантаження ніби помінялись місцями, і вихідний сигнал знімається не з колектора, а з емітера транзистора. Вихідна напруга при такому підключенні практично повторює вхідну. Тому схема із спільним колектором ще називають **емітерним повторювачем**.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Запускаємо програму-симулятор *Electronic WorkBench*.
2. Складаємо схему дослідження, зображену на рис. П. 3.
Джерелом змінної напруги вибираємо генератор електричних коливань.
3. У чому подібність вхідного і вихідного сигналів?
4. У чому їх відмінність? Що станеться з амплітудою вихідного сигналу, якщо: а) зменшити амплітуду вхідного; б) зменшити напругу джерела струму? в) збільшити опір навантаження вихідного кола?
5. Назвіть основні властивості даної схеми підключення транзистора.

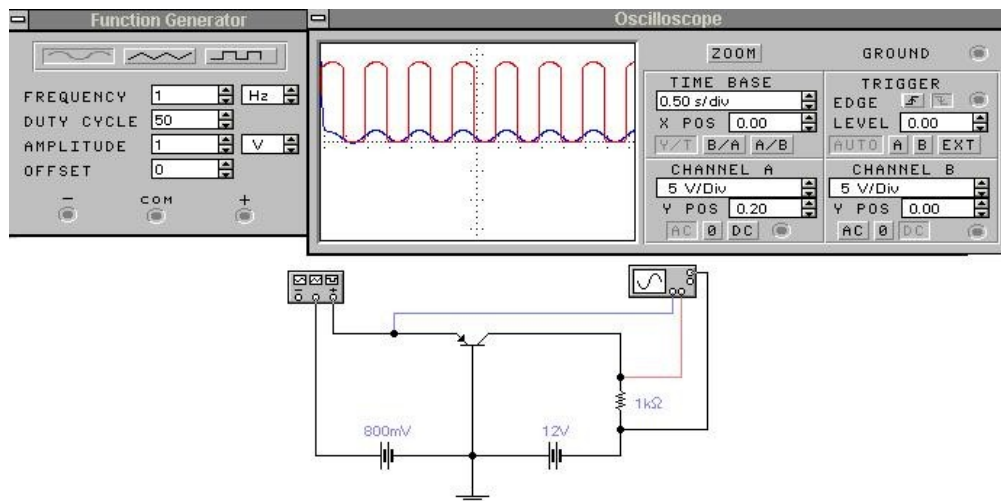


Рис. П.3.

6. Складаємо схему дослідження, зображену на рис. П. 4.
7. У чому відмінність вхідного і вихідного сигналів?
8. Що станеться з амплітудою вихідного сигналу, якщо: а) зменшити амплітуду вхідного; б) зменшити напругу джерела струму? в) збільшити опір навантаження вихідного кола?
9. Порівняйте вихідні сигнали даної схеми і попередньої. У чому їх відмінність?
10. Порівняйте вхідний опір транзисторів даної схеми і попередньої.
11. Назвіть основні властивості даної схеми підключення транзистора.

12. Складаємо схему дослідження, зображену на рис. П. 5.
13. Порівняйте вхідний і вихідний сигнали даної схеми. У чому їх подібність?

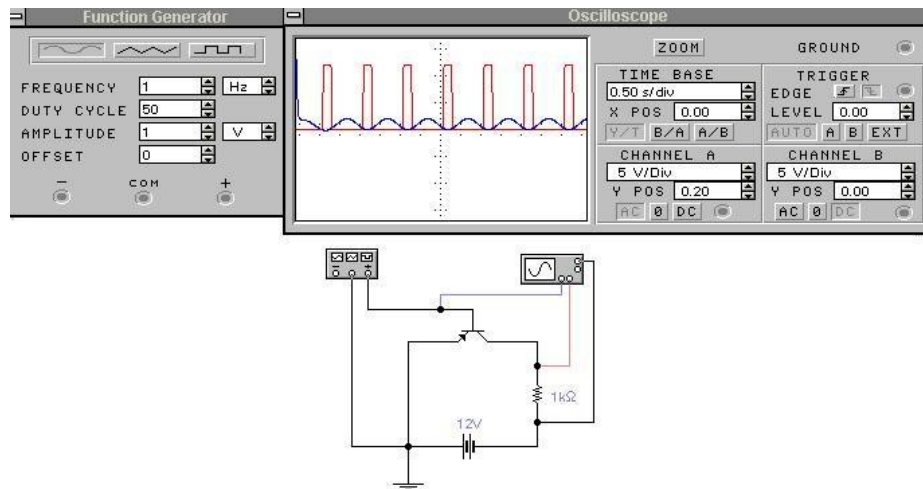


Рис. П.4.

14. Чому така схема увімкнення транзистора в коло називається емітерним повторювачем? Для яких цілей вона використовується?
15. Порівняйте вхідний опір транзисторів даної схеми і попередніх.
16. Назвіть основні властивості даної схеми підключення транзистора.

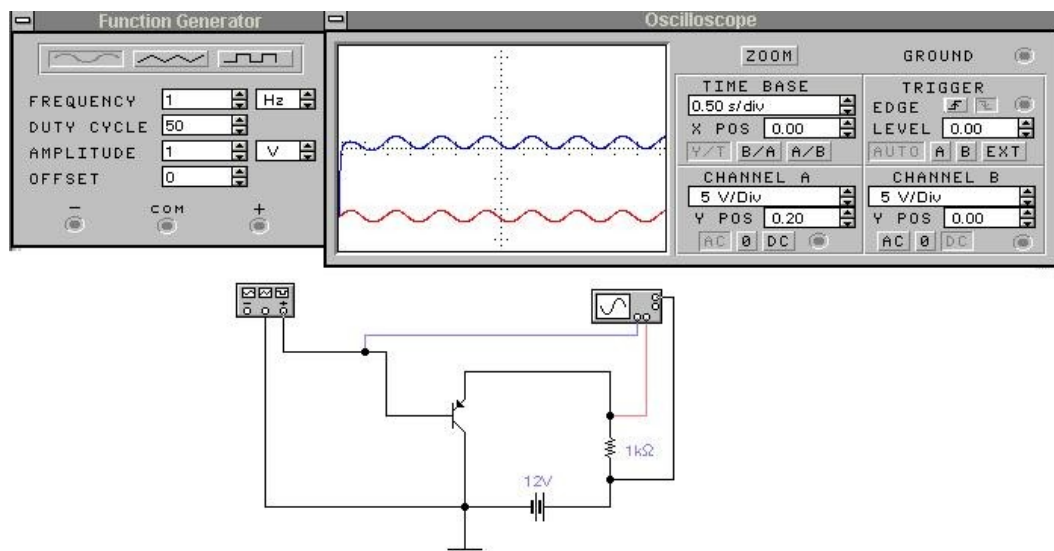


Рис. П.5.

Додаткові завдання:

Користуючись нижчеописаними літературними джерелами складіть і дослідіть (знайдіть коефіцієнт підсилення) підсилювач електричних сигналів:

1. Двокаскадний підсилювач звукової частоти (рис. П. 6).
2. Двохтактний підсилювач потужності звукової частоти (самостійно).

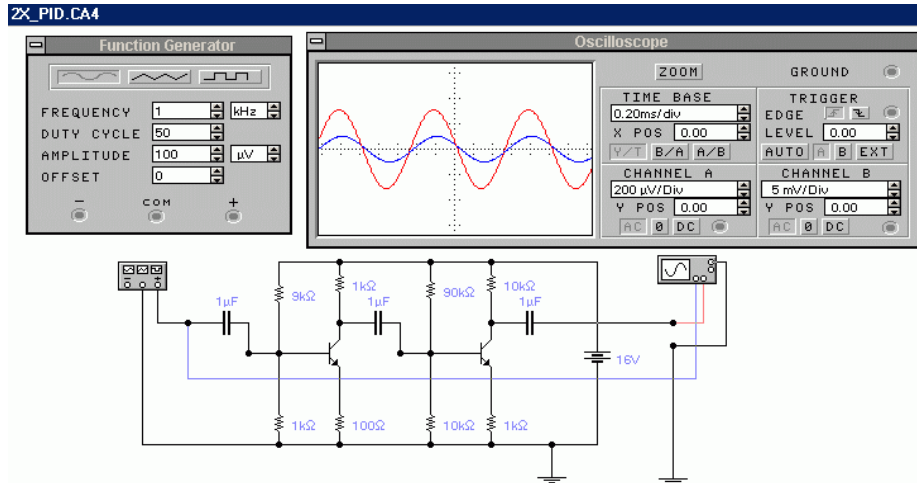


Рис. П.6.

СПИСОК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айсберг Е. Транзистор?.. та це ж дуже просто! – К.: Техніка, 1974. – 168 с.
2. Анисимов М. В. Радіоелектроніка: Лабораторний практикум: Навч. посібник / За ред. Р. М. Макарова. – К.: Вища школа, 1995. – 128 с.
3. Бобровников Л. З. Радиотехника и электроника. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 320 с.
4. Борисов В. Г. Кружок радиотехнического конструирования: Пособие для руководителей кружков. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
5. В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 111/ Сост. И. Н. Алексеева. – М.: Патриот, 1991. – 80 с.
6. Гершензон Е. М. Радиотехника: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Е. М. Гершензон, Г. Д. Полянина, Н. В. Соина. – М.: Просвещение, 1986. – 319 с.
7. Иванов Б.С. Занимательные эксперименты: некоторые возможности полевого транзистора // Радио. – 1998. - № 11. – С.36-37.
8. Радіотехніка з елементами обчислювальної техніки: Практикум /В. М. Сисоєв,

В. П. Чернявський; Під ред. В. П. Чернявського. – К.: Вища школа, 1986. – 184с.

9. Розенберг Н. М. Фізичні основи електроніки. Посібник для вчителів і студентів педагогічних інститутів. – К.: Рад. школа, 1970. – 280 с.

Додаток Р

Індивідуальна робота

ТРАНЗИСТОР ЯК ЕЛЕМЕНТ ГЕНЕРАТОРА НЕЗАТУХАЮЧИХ КОЛИВАНЬ

Мета: *закріпити знання про принцип дії напівпровідникового транзистора та вивчити будову та принцип дії генератора незатухаючих гармонічних коливань.*

Обладнання: персональний комп'ютер типу *Pentium*; програмне забезпечення (програма-симулятор *Electronic WorkBench*).

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Одним із основних пристроїв електронної техніки є генератор незатухаючих коливань (автогенератор). Він складається з таких елементів: коливальний контур (катушка індуктивності і конденсатор), джерело струму і керуючий елемент, в якості якого часто використовується напівпровідниковий транзистор.

Принцип дії автогенератора такий: після зарядки конденсатора в коливальному контурі виникають гармонічні коливання, частота коливань яких визначається параметрами контура. Принцип дії генератора такий: у коливальному контурі LC створюються електромагнітні коливання завдяки періодичному підведенню електричного струму до виводів контуру. Періодичним підключенням коливального контуру до джерела живлення служить напівпровідниковий тріод (транзистор), який управляється самим контуром за допомогою котушки зворотного зв'язку (тобто сам контур “вказує” коли необхідно відкриватися транзистору, а коли – ні). Фактично коливальний контур подає через катушку зворотного зв'язку частину енергії своїх коливань, які транзистор, підсилюючи, подає знов на нього (на контур). При підключенні

такого генератора до джерела живлення в ньому виникають електромагнітні коливання певної (стаціонарної) частоти, яка визначається за формулою:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

де ν – частота власних коливань контуру, Гц; L – індуктивність котушки, Гн; C – ємність конденсатора, Ф.

Частоту власних коливань коливального контуру можна змінювати двома способами. Перший заключається у зміні величини індуктивності L , другий – у зміні ємності C коливального контуру.

Хід виконання роботи

1. Скласти схему генератора (рис. Р.1).
2. Змініть ємність конденсатора? На що це вплинуло? Зарисуйте осцилограми.
3. Змініть індуктивність котушки? На що це вплинуло? Зарисуйте осцилограми.
4. Подумайте, як можна змінити амплітуду і фазу коливань у колі зворотного зв'язку автогенератора? Зарисуйте осцилограми.
5. Порівняйте зарисовані осцилограми і зробіть висновок про залежність періода коливань автогенератора від параметрів його елементів.

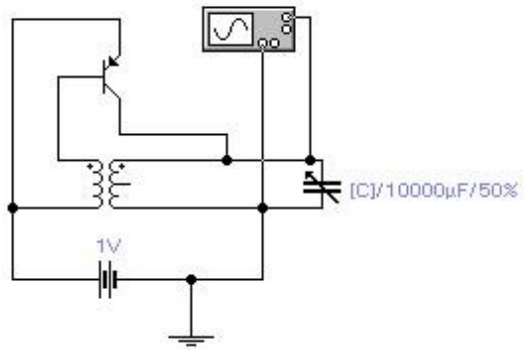
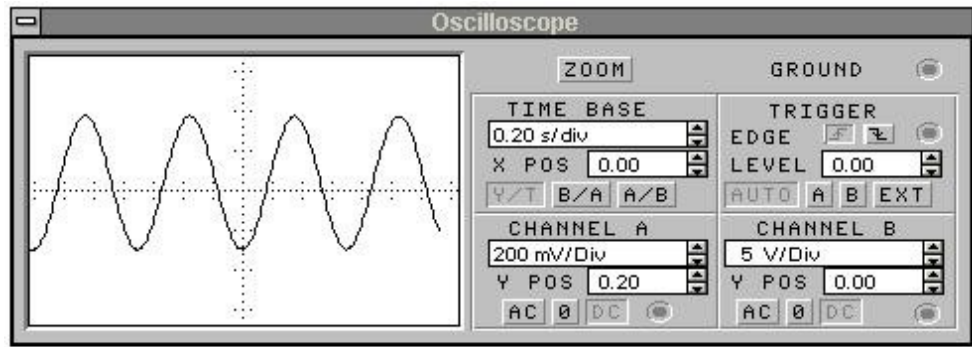


Рис.Р.1.

Додаток С

Тест № 1 на виявлення рівня розвитку уяви та творчих здібностей
ПСИХОДІАГНОСТИКА УЯВИ ТА ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ

Прізвище, ім'я, по батькові _____
Стать _____ Рік народження _____ Школа _____ Клас _____

Субтест 1. Використання предметів (варіанти вживання)**Задача**

Книга використовується для читання. Ти можеш придумати інші способи її використання. (Час виконання - 3 хв.)

Субтест 2. Наслідки ситуації**Задача**

Уяви, що було б, якщо люди не могли б розрізняти кольорів. (час виконання - 3 хв.)

Субтест 3. Вирази**Задача**

Придумай якнайбільше речень, що складаються з чотирьох слів. Кожне слово в реченні повинно починатися з зазначеної букви. От ці букви: **К, Л, М, С.** (5 хв.)

Субтест 4. Словесна асоціація

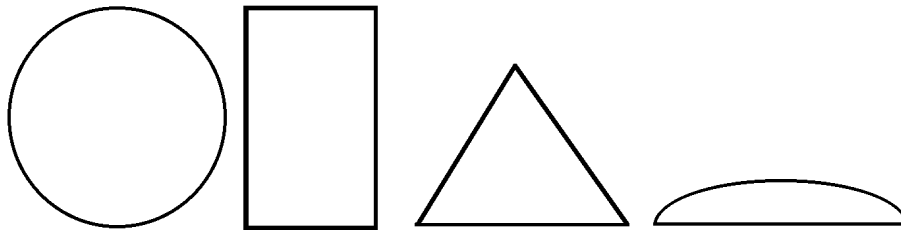
Задача

Знайди якнайбільше визначень для слова «олівець». (час виконання - 3 хв.)

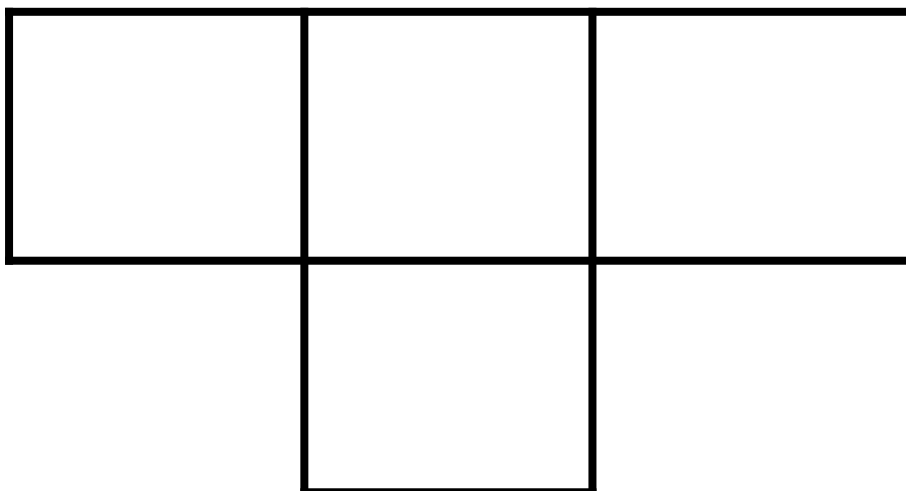
Субтест 5. Складання зображень

Задача

Намалюй визначені об'єкти, користуючись наступним набором фігур: *коло, прямокутник, трикутник, півколо*.



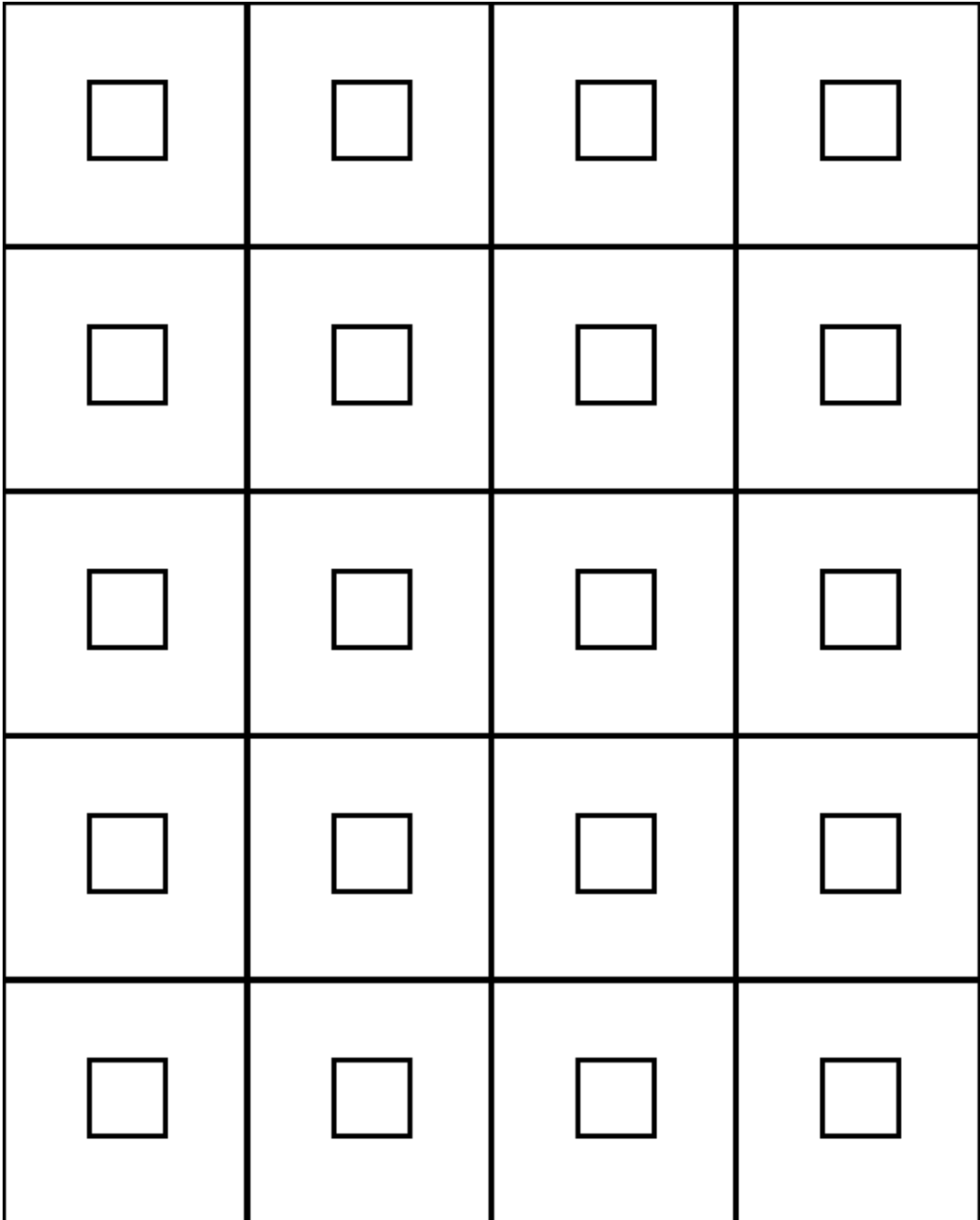
Кожну фігуру можна використовувати кілька разів, змінювати її розміри і положення в просторі, але не можна додавати інші чи фігури лінії. У першому квадраті намалюй людину, у другому - вимірювальний прилад, у третьому - молекулу, а в четвертому - те, що ти хочеш. Підпиши четвертий малюнок. (час виконання - 8 хв.)



Субтест 6. Ескізи

Задача

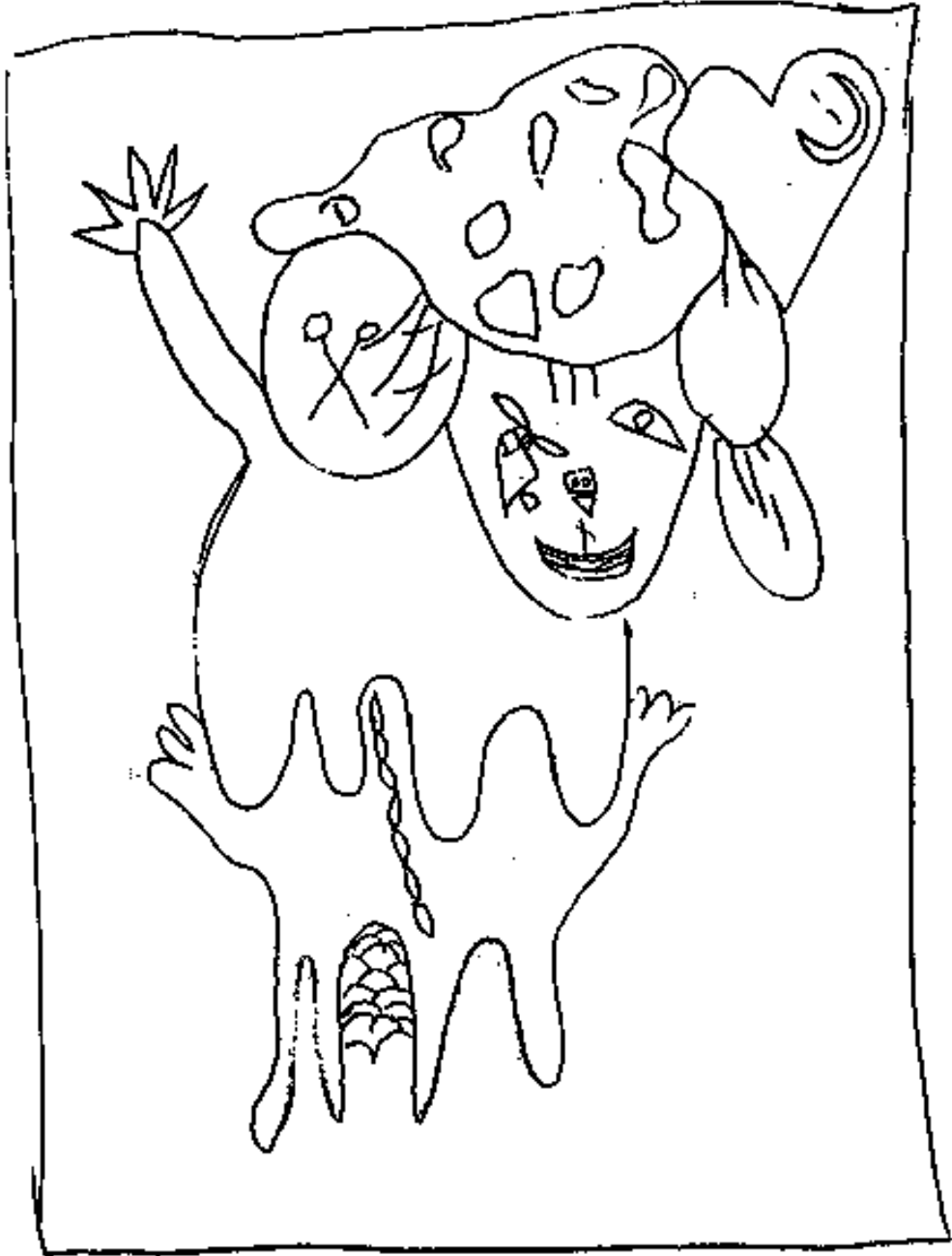
Домалюй будь-які деталі чи лінії до основного зображення (квадрата) так, щоб вийшли різні цікаві малюнки. Малювати можна як усередині, так і зовні квадрата. Підпиши назву до кожного малюнка. (час виконання - 10 хв.)



Субтест 7. Прихована форма

Задача

Знайди якнайбільше зображень на цьому малюнку. Що тут намальовано?
(час виконання — 3 хв.)



Додаток Т

Тест № 2 на виявлення рівня розвитку уяви та творчих здібностей
ПСИХОДІАГНОСТИКА УЯВИ ТА ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ

Дата заповнення тесту _____ Прізвище, ім'я, по батькові _____

Стать _____ Рік народження _____ Школа _____ Клас _____

Субтест 1. Використання предметів (варіанти вживання)**Задача**

Перелічити якнайбільше незвичайних способів використання предмета.

Інструкція для випробуваного

Газета використовується для читання. Ти можеш придумати інші способи її використання. Що з нею можна зробити ще? Як її можна ще використовувати? Час виконання субтеста — 3 хв.

Субтест 2. Наслідки ситуації**Задача**

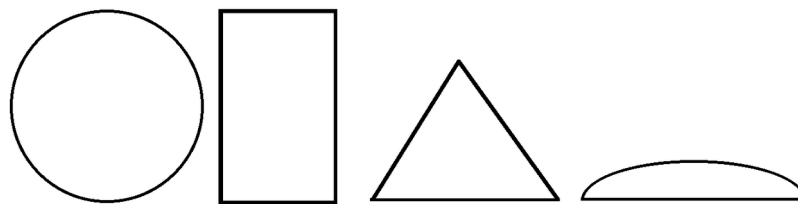
Перелічити різні наслідки гіпотетичної ситуації.

Інструкція для випробуваного

Уяви, що було б, якщо тварини і птахи могли б розмовляти людською мовою. Час виконання субтеста — 3 хвилини.

Субтест 3. Вирази**Задача**

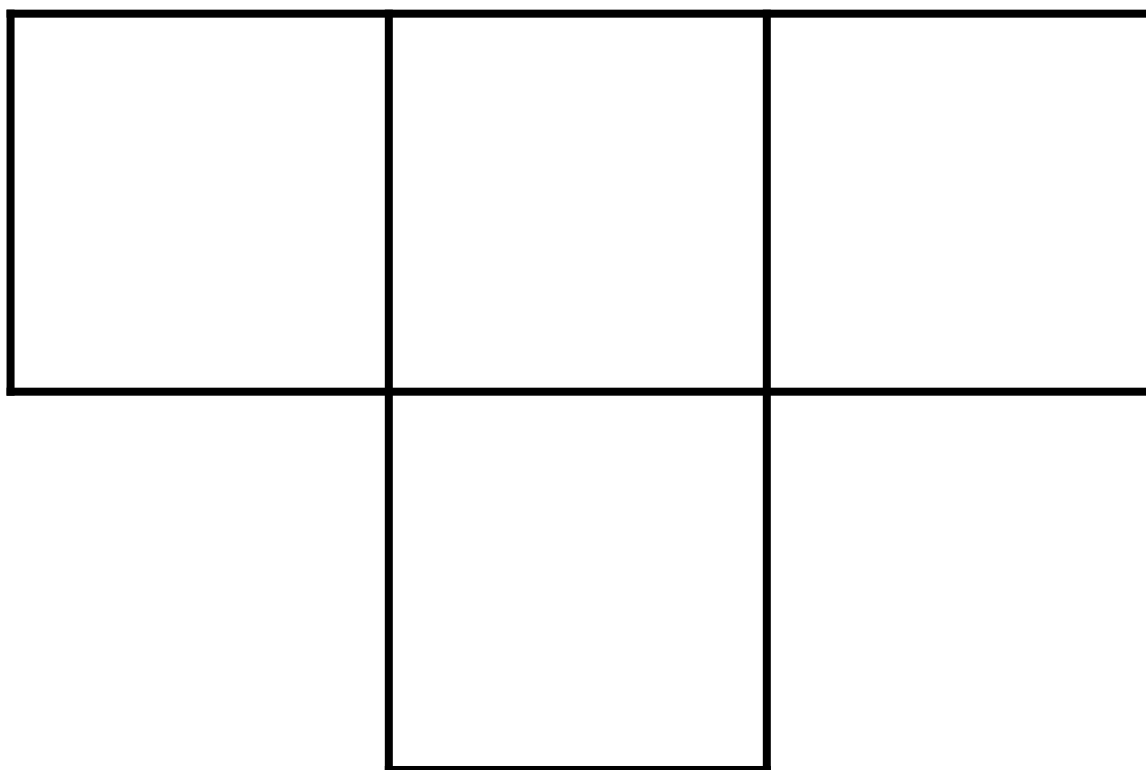
прямокутник, трикутник, півколо.



Кожну фігуру можна використовувати кілька разів, змінювати її розміри і положення в просторі, але не можна додавати інші чи фігури лінії.

У першому квадраті намалюй обличчя, у другому — будинок, у третьому — клоуна, а в четвертому — те, що ти хочеш. Підпиши четвертий малюнок.

Час виконання всіх малюнків — 8 хвилин.



Субтест 6. Ескізи

Задача

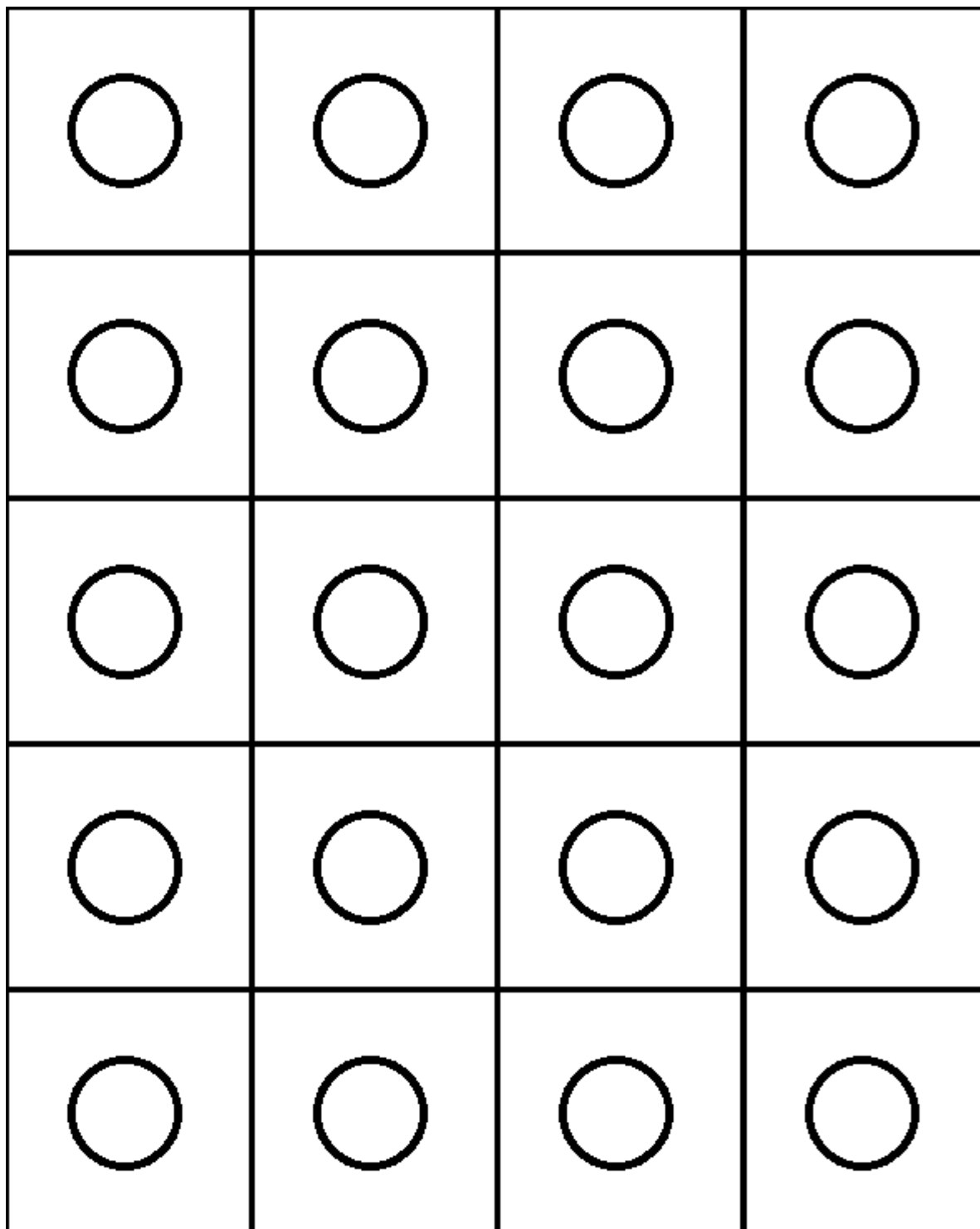
Перетворити в різні зображення однакові фігури (кола), що наводяться в квадратах.

Інструкція для випробуваного

Домалюй будь-які деталі чи лінії до основного зображення (кола) так, щоб вийшли різні цікаві малюнки. Малювати можна як усередині, так і зовні кола.

Підпиши назву до кожного малюнка.

Час виконання завдання — 10 хвилин.



Субтест 7. Прихована форма

Задача

Знайти різні фігури, приховані в складному, малоструктурованому зображенні.

Інструкція для випробуваного

Знайди якнайбільше зображень на цьому малюнку. Що намальовано на цій картинці?

Час виконання субтеста — 3 хвилини.

