

Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики

Том XVI

Випуск 3 (46):

спецвипуск «Монографія в журналі»

**О. В. Мерзликін, С. О. Семеріков,
О. М. Соколюк**

**Теоретико-методичні засади
використання хмарних технологій
як засобу формування
дослідницьких компетентностей
старшокласників у профільному
навчанні фізики**

Кривий Ріг
Видавничий центр
Криворізького національного університету
2018

Мерзликін О. В. Теоретико-методичні засади використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики : монографія / О. В. Мерзликін, С. О. Семеріков, О. М. Соколюк // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий центр Криворізького національного університету, 2018. – Том XVI. – Випуск 3 (46) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 294 с. : іл.

Спецвипуск містить монографію О. В. Мерзликіна, С. О. Семерікова, О. М. Соколюк, у якій визначено структуру, зміст, критерії та рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, розроблено модель їх формування та модель і методику використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики.

Для науковців, аспірантів, учителів фізики, викладачів та студентів педагогічних закладів вищої освіти, всіх, хто цікавиться застосуванням хмарних технологій в освіті.

Монографію рекомендовано до друку Вченою радою Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (протокол № 12 від 29.11.2018 р.).

Науковий журнал заснований у 2001 році. **Засновник і видавець:** Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет». Затверджено до друку і поширення через мережу Інтернет (<http://ccjournals.eu/ojs/index.php/tmn>) за рекомендацією Вченої ради (протокол № 4 від 26.12.2018 р.).

Редакційна колегія: *В. М. Соловійов*, д. ф.-м. н., проф. (Криворізький державний педагогічний університет); *М. І. Жалдак*, д. пед. н., проф., дійсний член НАПН України (Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ); *Ю. С. Рамський*, д. пед. н., проф. (Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ); *В. І. Ключко*, д. пед. н., проф. (Вінницький національний технічний університет); *С. А. Раков*, д. пед. н., проф. (Український центр оцінювання якості освіти, м. Київ); *Ю. В. Триус*, д. пед. н., проф. (Черкаський державний технологічний університет); *П. С. Атаманчук*, д. пед. н., проф. (Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка); *В. Ю. Биков*, д. т. н., проф., дійсний член НАПН України (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України); *О. Д. Учитель*, д. т. н., проф. (Криворізький металургійний інститут Національної металургійної академії України); *І. О. Теплицький*, к. пед. н., доц. (Криворізький державний педагогічний університет) – відповідальний редактор; *С. О. Семеріков*, д. пед. н., проф. (Криворізький державний педагогічний університет) – відповідальний редактор.

Рецензенти:

В. Д. Шарко, д. пед. н., проф., завідувач кафедри фізики та методики її навчання Херсонського державного університету

В. Л. Бузько, к. пед. н., учитель фізики Комунального закладу «Навчально-виховне об'єднання №6 «Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області» (м. Кропивницький)

Адреса редакції: а/с 4809, м. Кривий Ріг, 50086, Україна

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	5
Вступ.....	6
Розділ 1 Теоретичні основи формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики	9
1.1 Принципи профільного навчання.....	9
1.2 Навчальні дослідження у курсі фізики профільної школи	15
1.3 Дослідницькі компетентності учнів старшої школи	43
Висновки до розділу 1	60
Розділ 2 Моделювання процесу використання хмарних технологій при формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики.....	63
2.1 Моделювання процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики	63
2.2 Хмаро орієнтовані електронні освітні ресурси підтримки навчальних фізичних досліджень	77
Висновки до розділу 2.....	91
Розділ 3 Методичні основи використання хмарних Технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей У Профільному навчанні фізики.....	95
3.1 Структура методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики	95
3.2 Засоби хмарних ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень	100
3.3 Використання засобів хмарних технологій у процесі формування окремих дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики.....	129
Висновки до розділу 3.....	154
Розділ 4 Організація, проведення та результати експериментальної роботи.....	157
4.1 Завдання та зміст дослідно-експериментальної роботи.....	157
4.2 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи	160
4.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту.....	178
Висновки до розділу 4.....	182
Висновки.....	185
Список використаних джерел	189

Додатки	231
Додаток А Матриці дослідницьких компетентностей	232
Додаток Б Перелік лабораторних робіт на різних рівнях профільного навчання фізики	250
Додаток В Анкета експертного опитування «Система дослідницьких компетенцій для профільного навчання фізики»	255
Додаток Г Анкета експертного опитування «Програмне забезпечення для формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики»	260
Додаток Д Діаграми зміни рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики	270
Додаток Е Статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту	275

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
НАПН	Національна академія педагогічних наук
АПК	апаратно-програмний комплекс
ДКХУ	дослідницька компетентність номер Y в групі компетентностей номер X
ЕОР	електронні освітні ресурси
ХО	хмаро орієнтований
ПЗ	програмне забезпечення
СКМ	система комп'ютерної математики

ВСТУП

У «Концепції профільного навчання в старшій школі» наголошується на необхідності реалізації завдань дослідницького і впроваджувального характеру, розробленні педагогічних технологій на основі застосування інноваційних методів навчання, самостійної навчальної діяльності [132]. «Національна стратегія розвитку освіти на період до 2021 року» одним з ключових напрямів Державної освітньої політики називає модернізацію структури, змісту й організації освіти на засадах компетентнісного підходу; також стратегія передбачає оновлення змісту, форм і методів навчання шляхом широкого впровадження у освітній процес сучасних комп'ютерних технологій; створення, видання та забезпечення навчальних закладів електронними засобами навчального призначення [214]. «Державна цільова соціальна програма підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року» передбачала створення інформаційно-методичних комплексів з природничо-математичних предметів та забезпечення умов їх використання в школі; впровадження у освітній процес сучасних інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) [109]. Поставлені завдання відображають сучасні тенденції розвитку середньої освіти, ІКТ та засобів навчання, зумовлюючи доцільність та необхідність модернізації природничо-математичної освіти.

До основних завдань профільного навчання відноситься сприяння у розвитку творчої самостійності [282], формуванні системи уявлень, ціннісних орієнтацій, дослідницьких умінь і навичок – складових дослідницьких компетентностей, які забезпечать випускнику школи можливість успішно самореалізуватися [210, с. 4]. Ураховуючи, що головна мета навчання фізики в середній школі полягає, зокрема, в розвитку в учнів експериментальних умінь і дослідницьких навичок [208, с. 4], провідною метою профільного навчання фізики є формування дослідницьких компетентностей учнів.

Профільне навчання фізики є основою інноваційної діяльності не лише в галузі природничих наук, а й у галузі інженерії. Тому формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики сприятиме подальшому соціально-економічному розвитку суспільства.

Структура, зміст та особливості реалізації дослідницької діяльності старшокласників у профільному навчанні фізики досліджувались Н. А. Іваницькою [122], В. П. Первишиною [201], А. В. Рибалкою [224], І. С. Чернецьким [304], В. Г. Чупашевим [305]; проблема формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики

розглядалась Т. В. Альніковою [71], І. В. Васильєвою [91], М. Ю. Гармашовим [97], Ю. О. Жуком [116], В. Д. Шарко [307]; використання ІКТ для підтримки шкільних навчальних фізичних досліджень було у центрі уваги В. Л. Бузько [87], О. Ю. Бурова [285], С. П. Величка [93], В. Б. Дем'яненко [105], Ю. В. Єчкало [112], М. І. Жалдака [114], Ю. К. Набочука [114], Н. І. Поліхун [285], І. В. Сальник [229], В. І. Сельдяєва [232], І. Л. Семешука [236], І. О. Теплицького [278] та інших вітчизняних та зарубіжних дослідників.

Реалізація мети і завдань профільного навчання фізики неможливе без урахування принципу гнучкості, який полягає у забезпеченні можливостей та умов для зміни змісту, методів та форм організації профільного навчання, у тому числі основною формою задоволення індивідуальних запитів учнів за індивідуальними планами і програмами (зокрема, у сільській місцевості, за відсутності учнів для формування класу) – дистанційного навчання, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [210; 212], таких як хмарні ІКТ навчання.

У дослідженнях В. Ю. Бикова [76; 77; 78; 79] показано, що застосування ІКТ для реалізації відкритої освіти сприяє реалізації навчальної та професійної мобільності, індивідуалізації освітніх траєкторій, реалізації інклюзивної освіти та освіти дорослих, а «головні концептуальні засади стратегії подальшої масштабної інформатизації освіти ... України мають базуватися на концепції ХО [хмарних обчислень] із суттєвим поглибленням інтеграції галузевих зусиль у цьому напрямі. ... Попри це ... всі наявні ІКТ-системи й окремі ІКТ-рішення, що спрямовані на інформатизацію СО [системи освіти] на всіх її організаційних рівнях, мають бути проаналізовані й відкоректовані з точки зору можливості застосування технологій ХО [хмарних обчислень] як альтернативи» [76, с. 27].

Історичні, технологічні та методичні аспекти застосування хмарних технологій досліджували: у освіті в цілому – В. Ю. Биков [286], А. Ю. Ків [32], О. М. Маркова [39; 149], З. С. Сейдаметова [196], Д. Сігле (Del Siegle) [53], А. М. Стрюк [257], Ю. В. Триус [289]; у середній школі – Г. А. Алексанян [69], С. Г. Литвинова [147], М. П. Шишкіна [52] та інші вітчизняні та зарубіжні фахівці. Згідно [210], «найбільш вдалою є модель організації профільного навчання, за якої загальноосвітній навчальний заклад має партнерські стосунки з ... вищим навчальним закладом». За такої моделі застосування хмарних технологій у профільному навчанні фізики забезпечуватиме відкритий доступ учнів не лише до традиційних

електронних освітніх ресурсів, а й до різноманітного обладнання – як безпосередньо, через віддалене управління, так й опосередковано, через інших учасників освітнього процесу.

Проведений аналіз проблеми дослідження надав можливість виокремити наступні суперечності:

а) між високим рівнем розвитку хмарних технологій підтримки наукових фізичних досліджень та неадаптованістю їх до використання у навчальних фізичних дослідженнях;

б) між потребою у формуванні дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики та нерозробленістю моделі їх формування;

в) між можливостями використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики та нерозробленістю відповідної методики.

Вказані суперечності зумовили вибір мети дослідження – розробити методику використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики.

Монографія складається з чотирьох розділів.

У першому розділі проаналізовано принципи профільного навчання, підходи вітчизняних та зарубіжних дослідників до організації навчальних досліджень з фізики в рамках компетентнісного підходу.

У другому розділі визначено загальну методику дослідження проблеми, структуру, зміст, критерії та рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та побудовано модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та модель використання хмарних технологій як засобу їх формування.

У третьому розділі визначено компоненти *методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики* – теоретично обґрунтованої сукупності методів і форм використання хмарних технологій, застосування якої у профільному навчанні фізики сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів.

У четвертому розділі наведені результати педагогічного експерименту, метою якого була перевірка ефективності розробленої методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

1.1 Принципи профільного навчання

Профільне навчання – вид диференціації й індивідуалізації навчання, що дає змогу за рахунок змін у структурі, змісті й організації освітнього процесу повніше враховувати інтереси, нахили і здібності учнів, їх можливості, створювати умови для навчання старшокласників відповідно до їхніх освітніх і професійних інтересів і намірів щодо соціального і професійного самовизначення [210, с. 4; 82, с. 743].

Профільне навчання є одним із ключових напрямів модернізації та удосконалення системи освіти нашої держави й передбачає реальне й планомірне оновлення школи старшого ступеня і має найбільшою мірою враховувати інтереси, нахили і здібності, можливості кожного учня, у тому числі з особливими освітніми потребами, у контексті соціального та професійного самовизначення і відповідності вимогам сучасного ринку праці. Такий підхід до організації освіти старшокласників не лише найповніше реалізує принцип особистісно орієнтованого навчання, а й дає змогу створити найоптимальніші умови для їхнього професійного самовизначення та подальшої самореалізації [210, с. 2].

Зміст освіти і вимоги до його засвоєння у старшій школі диференціюються за базовим і профільним рівнями. Базовий рівень визначається обов'язковими вимогами до загальноосвітньої підготовки учнів згідно з [209], а профільний – навчальними програмами, затвердженими МОН України.

У відповідності до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [209], цикл профільного навчання (31,6 % від загальної кількості годин у 10-11 класах) складається із профільних предметів (наприклад, фізики та математики у класі фізико-математичного профілю); профілюючих предметів (наприклад, екології у класі біолого-хімічного профілю чи географії у класі економічного профілю), курсів профільного навчання (наприклад, країнознавства у класі профілю іноземної філології).

Перша редакція Концепції профільного навчання у старшій школі була прийнята у 2003 році [132], друга – у 2009 році [211], а третя (діюча) – у 2013 році [210]. Згідно другої редакції Концепції, профільне навчання спрямоване на набуття старшокласниками навичок самостійної науково-практичної, дослідницько-пошукової діяльності за принципами

диференціації (розподіл учнів за рівнем освітньої підготовки, інтересами, потребами, здібностями і нахилами), варіативності, альтернативності й доступності (освітніх програм, технологій навчання і навчально-методичного забезпечення) та гнучкості (змісту і форм організації профільного навчання, у тому числі дистанційного; забезпечення можливості зміни профілю).

Метою профільного навчання є забезпечення умов для якісної освіти старшокласників у відповідності з їхніми індивідуальними нахилами, можливостями, здібностями і потребами, забезпечення професійної орієнтації учнів на майбутню діяльність, яка користується попитом на ринку праці, встановлення наступності між загальною середньою і професійною освітою, забезпечення можливостей постійного духовного самовдосконалення особистості, формування інтелектуального та культурного потенціалу як найвищої цінності нації [210, с. 4].

Науковий супровід профільного навчання передбачає «... реалізацію завдань дослідницького і впроваджувального характеру: ... розроблення педагогічних технологій на основі застосування інноваційних методів навчання, самостійної навчальної діяльності» та «створення нормативно-правової бази розвитку профільного навчання, спрямованої на вирішення таких основних питань: ... порядок оцінювання за методом «портфолію»; застосування дистанційного навчання» [211].

Основними завданнями профільного навчання є:

- створення умов для врахування й розвитку навчально-пізнавальних і професійних інтересів, нахилів, здібностей і потреб учнів старшої школи в процесі їхньої загальноосвітньої підготовки;

- забезпечення наступності між загальною середньою та професійною освітою, можливості отримати професію;

- сприяння професійній орієнтації і самовизначенню старшокласників, соціалізації учнів незалежно від місця проживання, стану здоров'я тощо;

- здійснення психолого-педагогічної діагностики щодо визначення готовності до прийняття самостійних рішень, пов'язаних з професійним становленням;

- сприяння у розвитку творчої самостійності, формуванні системи уявлень, ціннісних орієнтацій, дослідницьких умінь і навичок, які забезпечать випускнику школи можливість успішно самореалізуватися;

- продовження всебічного розвитку учня як цілісної особистості, його здібностей і обдарувань, його духовності й культури, формування громадянина України, здатного до свідомого суспільного вибору [210, с. 4].

Згідно діючій редакції Концепції профільного навчання у старшій

школі, реалізація мети і завдань профільного навчання здійснюється на основі принципів, які обумовлені особистісно орієнтованою, компетентнісною парадигмою освіти:

– *принцип соціальної рівноваги* передбачає узгодження трьох позицій: можливостей освітніх послуг, запитів ринку праці й соціальних очікувань випускників школи;

– *принцип наступності й неперервності* передбачає взаємозв'язок між допрофільною підготовкою, профільним навчанням та професійною підготовкою;

– *принцип гнучкості* полягає у забезпеченні можливостей та умов для зміни профілю навчання, змісту і форм організації профільного навчання, у тому числі дистанційного, широкого вибору змісту навчальних програм та можливостей для його корекції;

– *принцип варіативності* полягає у багаторівневості навчальних планів, освітніх програм, змісту освіти, використанні різноманітних технологій, надання учням можливості вибору предметів (курсів), що вільно вивчаються, зміні видів діяльності, використанні інтегративного підходу у вивченні обов'язкових предметів;

– *принцип діагностико-прогностичної реалізованості* полягає у виявленні здібностей учнів для обґрунтованої орієнтації на профіль навчання та подальше професійне самовизначення;

– *принцип диференціації* полягає у забезпеченні умов для добровільного вибору школярами профілю навчання, виходячи з їхніх пізнавальних інтересів, здібностей, досягнутих результатів навчання й професійних намірів;

– *принцип індивідуалізації* передбачає урахування індивідуальних особливостей особистості для досягнення поставленої мети, що слугує основою для здійснення особистісно орієнтованого навчання у профільній школі.

М. М. Шишкіна наголошує, що залучення учнів до навчально-дослідницької діяльності, організованої в рамках профільного навчання, сприятиме реалізації принципу неперервності освіти в системі школа-ЗВО [308].

Узагальнення принципів профільного навчання подано на рис. 1.1.

Верхня частина рис. 1.1 показує, як вимоги ринку праці та особистісні запити впливають на систему освіти, реалізуючи принцип соціального рівноваги та зумовлюючи появу профільного навчання. У системі освіти профільне навчання виступає, з одного боку, як складова системи неперервної освіти, а з іншого – як об'єкт дослідження теорії та методики навчання і теорії та методики професійної освіти. Співвідношення освітньо-професійних потреб та здібностей особистості

регулюється принципом діагностико-прогностичної реалізованості. Таким чином, верхня частина рис. 1.1 відображає умови, що приводять до необхідності реалізації профільного навчання за принципами диференціації та індивідуалізації.

Нижня частина рис. 1.1 відображає реалізацію принципів гнучкості та варіативності у змісті та технології профільного навчання. Ураховуючи, що саме технології є предметом нашого дослідження, побудову подальших моделей виконуватимемо у межах нижньої частини рисунку.

Відображення принципів профільного навчання надає можливість уточнити означення профілю навчання, поданого у [210, с. 5], у такий спосіб: *профіль навчання* – це спосіб організації диференційованого особистісно орієнтованого навчання, який передбачає розширене, поглиблене, професійно спрямоване та особистісно значуще вивчення циклу споріднених профільних предметів.

О. Я. Савченко [227] визначає *особистісно орієнтоване навчання* як спосіб організації навчання на засадах всебічного врахування індивідуальних потреб і можливостей учня, глибокої поваги до його особистості, ставлення до нього як до свідомого і відповідального суб'єкта навчально-виховної взаємодії з учителем і ровесниками. Метою цього типу навчання є створення умов (змісту, методів, середовища) для індивідуальної самореалізації учня, розвитку і саморозвитку його особистісних якостей. Сутнісними ознаками особистісно орієнтованого навчання є: гуманне суб'єкт-суб'єктне співробітництво всіх учасників навчально-виховного процесу; діагностично-стимулюючий спосіб організації навчального пізнання; діяльнісно-комунікативна активність учнів; проектування вчителем (а згодом й учнями) індивідуальних досягнень в усіх видах пізнавальної діяльності, сенситивної їх віку; якомога повнішого врахування у доборі змісту, в методиках, стимулах навчання та системі оцінювання діапазону особистісних потреб [227]. У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [209] особистісно зорієнтований підхід визначається як спрямованість навчально-виховного процесу на взаємодію і плідний розвиток особистості педагога та його учнів на основі рівності у спілкуванні та партнерства у навчанні. Особистісно зорієнтований підхід до навчання забезпечує розвиток академічних, соціокультурних, соціально-психологічних та інших здібностей учнів.

За О. Г. Ярошенко [312], *диференціація навчання* – це форма врахування індивідуальних особливостей учнів у процесі навчання на основі їх поділу на характерні типологічні групи за різними показниками (рівнем навчальних можливостей, успішністю, пізнавальним інтересом

школярів, темпом навчання тощо). У пропонуваній моделі профільного навчання диференціація навчання є одним з двох принципів, що впливає на змістову та технологічну складові методичної системи навчання.

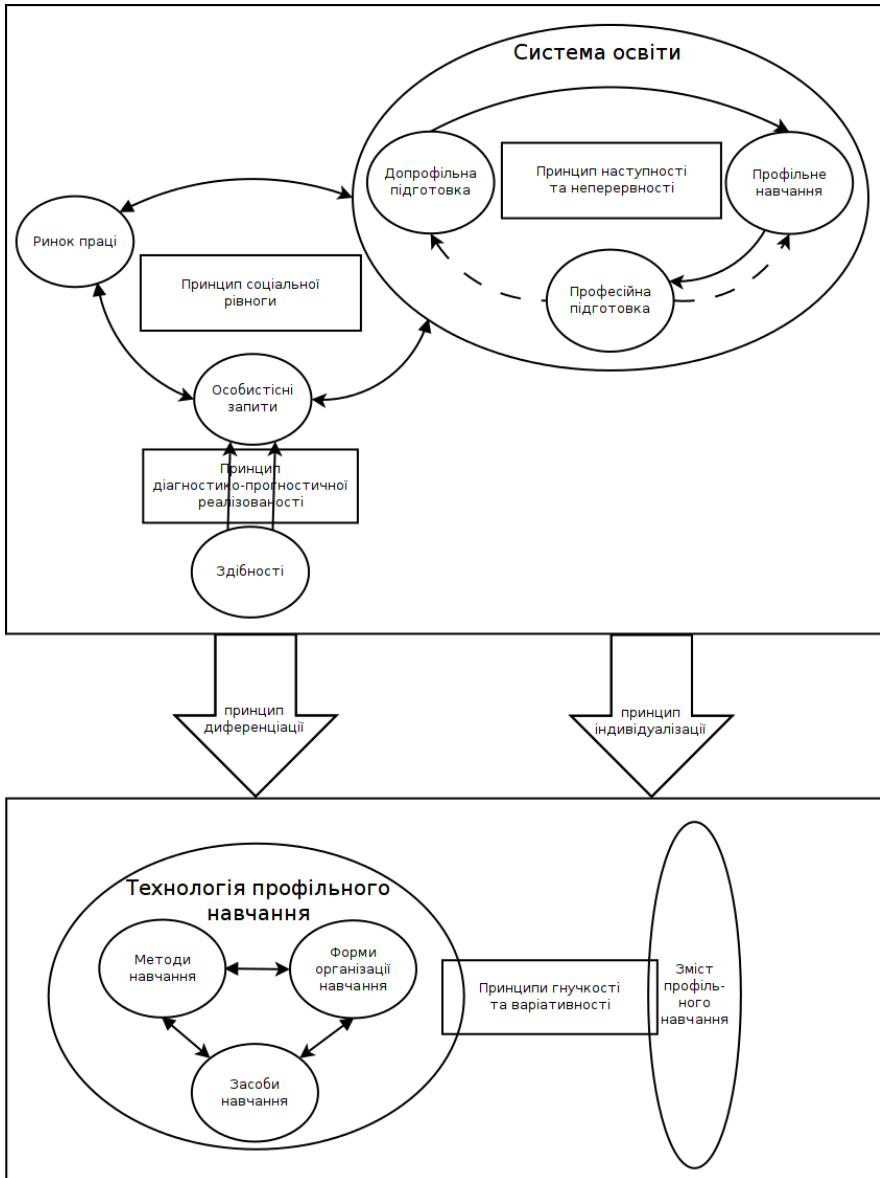


Рис. 1.1. Відображення принципів профільного навчання у системі освіти

Розрізняють внутрішню та зовнішню диференціацію навчання. Різниця між ними полягає в тому, що в першому випадку урахування індивідуальних особливостей учнів не супроводжується створенням окремих класів чи навчальних груп. Навчаючись в одному звичайному класі, учні для засвоєння знань користуються завданнями різного рівня складності та різною мірою допомоги з боку вчителя.

Характерною ознакою зовнішньої диференціації є те, що на підставі виявлення інтересів, навчальних можливостей, навченості тощо урахування регіональних особливостей організують навчання учнів у спеціально створених для цього класах (класи вирівнювання, вікової норми, прискороеного навчання, класи з поглибленим вивченням окремих предметів, профільні класи). Навчання в таких класах відбувається за програмами, що суттєво відрізняються від звичайних програм обсягом та складністю навчального матеріалу.

Згідно [210], у профільному навчанні зовнішня диференціація реалізується за такими формами:

1) внутрішньошкільні:

- профільні класи (групи) в однопрофільних і багатопрофільних закладах загальної середньої освіти;
- профільні класи з поглибленим вивченням предметів;
- профільне навчання за індивідуальними навчальними планами та програмами (індивідуальні освітні траєкторії);
- динамічні профільні групи (у тому числі різновікові);
- профільні класи (групи) в спеціалізованих школах-інтернатах;

2) зовнішньошкільні:

- міжшкільні профільні класи (групи) в опорній школі освітнього округу, районному ресурсному центрі, навчально-виробничому комбінаті, спеціалізованому закладі (музичного, художнього, спортивного та іншого спрямування) тощо;
- міжшкільні класи (групи) професійної підготовки та профільного навчання на базі міжшкільного навчально-виробничого комбінату;
- профільні класи (групи) закладів загальної середньої освіти на базі професійно-технічних, закладів вищої освіти.

Профільні предмети реалізують цілі, завдання і зміст кожного конкретного профілю, забезпечуючи також прикладне спрямування навчання за рахунок інтеграції знань і методів пізнання та застосування їх у різних сферах діяльності, у т. ч. і професійній, яка визначається специфікою профілю навчання. Згідно Концепції профільного навчання у старшій школі, профільні предмети вивчаються поглиблено і передбачають більш повне опанування понять, законів, теорій; використання інноваційних технологій навчання; організації

дослідницької, проектної діяльності; профільної навчальної практики учнів тощо.

Для цього учитель профільної школи має вміти забезпечувати [210, с. 13]:

- освоєння проектно-дослідницьких і комунікативних методів;
- формування компетентностей, необхідних для продовження освіти у відповідній сфері професійної освіти;
- посилення творчого, самостійного початку в діяльності учнів, розвиток їх дослідницької та проектної діяльності;
- організацію продуктивної взаємодії з усіма суб'єктами освітнього процесу на засадах кооперації, рівноправного співробітництва та співтворчості;
- проектування освітнього середовища, що істотно розширює освітній простір за рахунок включення різноманітних факторів і освітніх ресурсів.

Т. В. Альнікова зазначає, що «в умовах ... навчання на профілі фізичної спрямованості проблемне навчання необхідно трансформувати таким чином, щоб підвищити активність учнів у самостійному здобутті знань, придбанні умінь здійснювати практичну діяльність. Цьому можуть сприяти широко впроваджені в даний час проектний і дослідницький методи навчання» [71, с. 9]. О. В. Плацова [203] наголошує на важливості взаємозв'язку наукових основ і структури діяльності, етапів і логіки науки, видів проектної діяльності з урахуванням психолого-педагогічних особливостей учнів молодшого підліткового віку і специфіки навчального предмета фізики.

Таким чином, реалізація профільного навчання вимагає побудови навчального середовища, спрямованого на розвиток дослідницької та проектної діяльності учнів через формування відповідних компетентностей.

1.2 Навчальні дослідження у курсі фізики профільної школи

У Великому тлумачному словнику сучасної української мови [92, с. 321] поняття, пов'язані із дослідницькою діяльністю, визначені у такий спосіб:

дослід – відтворення якого-небудь явища або спостереження за новим явищем у певних умовах з метою вивчення, дослідження; експеримент;

досліджувати – 1. Піддати що-небудь ретельному науковому розгляду з метою пізнання, вияснення чогось. 2. Ретельно обстежувати кого-, що-небудь, уважно знайомитися з чим-небудь для встановлення чогось;

дослідний – 1. Пов’язаний з науковим дослідженням. 2. Призначений для ведення дослідів;

дослідник – 1. Той, хто займається науковими дослідженнями. 2. Призначений для ведення дослідів.

Для аналізу основних понять, пов’язаних із дослідницькою діяльністю, скористаємось хмарою тегів – засобом візуалізації результатів частотного аналізу (чим більш вживаним є певне слово, тим більший розмір шрифту використовується для його подання). Це надає можливість виділити ключові слова, що відносяться до дослідницької діяльності (рис. 1.2) та відображають її суттєві характеристики:

- 1) об’єкти діяльності: явища, умови, експеримент, дослід;
- 2) ознаки діяльності: певна, наукова, дослідна;
- 3) типові дії: піддати, досліджувати, обстежувати, знайомитися, займатися;
- 4) спрямування діяльності: мета, пізнання, ведення, встановлення, відтворення, вияснення, розгляд, вивчення;
- 5) умови реалізації: уважно, ретельно.

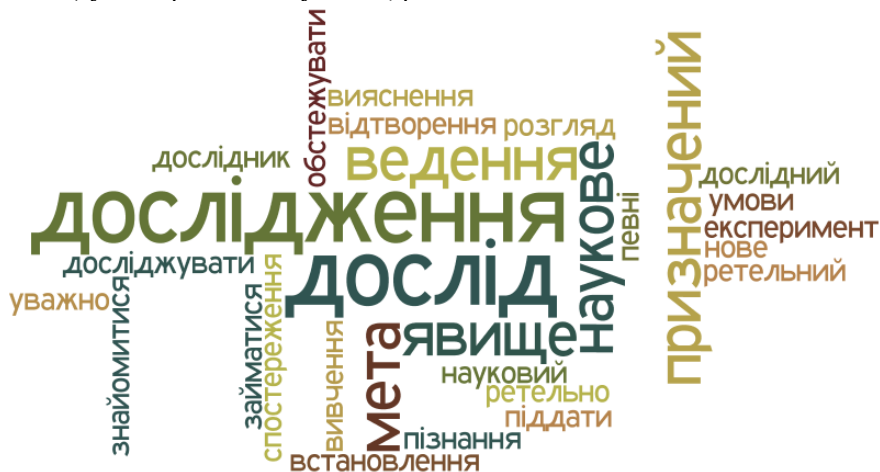


Рис. 1.2. Хмара тегів для основних понять, пов’язаних із дослідницькою діяльністю (<http://www.wordle.net/show/wrdl/7963395/Дослідження>)

Згідно С. У. Гончаренка [99], наукове дослідження – це діяльність у сфері науки: галузі людської діяльності, в якій відбуваються вироблення і теоретична систематизація об’єктивних знань про дійсність. Так називається і особлива форма процесу пізнання, у якому використовуються засоби й методи наук і яке завершується формуванням знань про предмети, що вивчаються. До основних засобів наукового пізнання належать моделювання та експериментування [101; 279].

Об'єктом наукового пізнання виступають зв'язки, відносини, властивості реального об'єкта, які включені в процес пізнання. У предметі дослідження фіксується та властивість або відносини в об'єкті, які в даному випадку підлягають глибокому спеціальному вивченню. Мета і завдання дослідження визначаються, виходячи актуальності досліджуваної проблеми, обраних об'єкта і предмета дослідження. Мета дослідження – це обґрунтоване уявлення про загальні кінцеві або проміжні результати наукового пошуку. Ставлячи перед собою мету, дослідник уявляє, який результат він збирається отримати, яким буде цей результат.

Одним із методів розвитку наукового знання, а також структурним елементом теорії є гіпотеза – припущення, яке дає можливість на основі ряду фактів зробити висновок про існування об'єкта, зв'язку або причини явища, причому цей висновок не можна вважати доведеним. Гіпотеза виникає з потреб суспільної практики, відображає наукові абстракції, систематизує наявні теоретичні уявлення, включає судження, поняття, умовиводи. На стадії завершення дослідження необхідно підвести результат, чітко і конкретно визначити, яке нове знання одержане і яке його значення для науки і практики [99].

За визначенням Великої радянської енциклопедії наукове дослідження – це процес вироблення нових наукових знань, один з видів пізнавальної діяльності [218], яку Г. І. Щукіна розглядає як особистісне утворення, що виражає інтелектуальний відгук на процес пізнання, живу участь, розумово-емоційну чуйність у пізнавальному процесі [311, с. 116] та характеризується пошуковою спрямованістю в навчанні; пізнавальним інтересом, прагненням задовольнити його за допомогою різних джерел як в навчанні, так і в позанавчальній діяльності; емоціональним піднесенням, благополуччям перебігу діяльності.

Наукове дослідження характеризується об'єктивністю, відтворюваністю, доказовістю, точністю (що розуміється по-різному в різних областях науки). Основними етапами наукового дослідження є:

– *підготовчий*: постановка задачі; попередній аналіз наявної інформації, умов і методів вирішення завдань даного класу; формулювання вихідних гіпотез; теоретичний аналіз гіпотез;

– *експериментальний*: планування та організація експерименту; проведення експерименту; аналіз та узагальнення отриманих результатів;

– *узагальнювальний*: перевірка вихідних гіпотез на основі отриманих фактів; остаточне формулювання нових фактів і законів, отримання пояснень або наукових передбачень [218].

Теговий аналіз даних із [99; 218] (рис. 1.3), надає можливість визначити характерні ознаки наукового дослідження.



Рис. 1.3. Хмара тегів для основних понять, пов'язаних із науковим дослідженням
(http://www.wordle.net/show/wrdl/7968301/Наукове_дослідження)

Аналіз Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [209] показує, що елементи дослідницької діяльності притаманні освітнім галузям «Мови і літератури», «Суспільствознавство», «Математика», «Природознавство» та «Технології».

1. У освітній галузі «Мови і літератури» дослідницька діяльність проявляється в умінні знаходити, сприймати, аналізувати, оцінювати, систематизувати, зіставляти різноманітні факти та відомості. Завданням дослідницької діяльності в цій освітній галузі є удосконалення навичок самостійної навчальної діяльності, саморозвитку, самоконтролю, розвиток художньо-образного мислення, інтелектуальних і творчих здібностей учнів, їх емоційно-духовної сфери, естетичних смаків і загальної культури.

2. У освітній галузі «Суспільствознавство» завданням дослідницької діяльності є формування в учнів цілісної системи вмінь і навичок дослідження суспільних проблем, пропонування способів їх розв'язання, проведення аналізу та оцінювання суспільних явищ, процесів і тенденцій у державі та світі.

3. У освітній галузі «Математика» в учнів мають бути сформовані уявлення про особливості організації статистичних досліджень; вміння використовувати числові функції для опису і вивчення явищ і процесів. Учні мають навчитися застосувати базові статистико-ймовірнісні моделі під час розв'язування навчальних і практичних задач та опрацювання експериментальних даних у процесі вивчення предметів природничого циклу.

4. У освітній галузі «Природознавство» дослідницька діяльність спрямована на засвоєння учнями методів дослідження наукових фактів, понять і законів, формування наукового світогляду.

5. У рамках освітньої галузі «Технології» учні мають навчитися висувати і перевіряти нескладні гіпотези навчально-пізнавального характеру; будувати і використовувати інформаційні моделі, а також засоби опису та моделювання явищ і процесів.

Ю. О. Жук розглядає навчальне дослідження як певною мірою спрощену модель наукового дослідження, тобто діяльності, результатом якої є здобуття об'єктивно нового знання: «можна казати про діяльність в штучно сформованій ситуації, яка спонукає учня до практичної реалізації умінь відповідно до навчального завдання» [116, с. 89]. О. В. Леонтович зазначає, що навчальне дослідження відрізняється від наукового перш за все своєю метою: «якщо в науці головною метою дослідження отримання нових знань, то в освіті мета дослідницької діяльності – в набутті учнями функціональної навички дослідження як універсального способу опанування дійсності, розвитку здатності до дослідницького типу мислення, активізації особистісної позиції учня в навчальному процесі на основі набуття суб'єктивно нових знань» [143].

Таким чином, можна зробити висновок про те, що:

1) *наукове дослідження* – це вид пізнавальної діяльності людини, спрямований на вироблення об'єктивно нового знання;

2) *навчальне дослідження* – це вид пізнавальної діяльності, спрямований на вироблення суб'єктивно нового знання;

3) *навчально-наукове дослідження* – це вид пізнавальної діяльності, спрямований на вироблення суб'єктивно нового знання та окремих складових об'єктивно нового знання.

О. В. Леонтович визначає дослідницьку діяльність учнів як «освітню технологію, що використовує як головний засіб досягнення освітніх задач навчальне дослідження» [143]. Л. Я. Байрамгулова [75, с. 12] визначає її як таку форму організації навчально-виховної роботи, яка пов'язана з вирішенням учнями творчої, дослідницької задачі з заздалегідь невідомим результатом в різних областях науки, техніки, мистецтва і передбачає наявність основних етапів, характерних для наукового дослідження. Дослідницька діяльність надає учневі можливість розвинути свій інтелект у самостійній творчій діяльності, з урахуванням індивідуальних особливостей і схильностей. У викладанні, основне завдання полягає в тому, щоб, насамперед, зацікавити учнів процесом пізнання: навчити їх ставити питання і намагатися знайти на них відповіді, пояснювати результати, робити висновки.

У дослідницькій діяльності, на думку автора, розвиваються найважливіші загальнонавчальні, пізнавальні уміння і навички:

– уміння бачити проблеми;

– уміння ставити запитання;

- уміння висувати гіпотези;
- уміння давати визначення поняттям;
- уміння класифікувати;
- уміння і навички спостереження;
- уміння робити висновки й умовиводи;
- уміння і навички роботи з текстом;
- уміння доводити і захищати свої ідеї.

Т. І. Арінбеков зазначає, що навчально-дослідницька діяльність є основою процесу формування творчого мислення, оскільки вона озброює учнів методами наукового пізнання, формує у них всі риси творчої діяльності, створює умови для формування пізнавального інтересу і повинна будуватися на основі організації самостійного пошуку способів і методів розв'язання задач, що вимагають нестандартного, нешаблонного підходу до їх розв'язання, самостійного складання завдань. Розвитку творчого мислення сприяє дослідницька діяльність, спрямована на пошук раціональних способів і методів розв'язання задач, на перенесення методів розв'язування з одного класу задач на інші, на самостійне складання задач з використанням традиційних способів [73].

Навчально-дослідницька діяльність здійснюється не за задалегідь заданим алгоритмом, а на основі самоорганізації, здатності раціонально планувати свою діяльність, здійснювати самоконтроль, перебудовувати свої дії в залежності від ситуації, переглядати і, якщо необхідно, змінювати свої уявлення про об'єкти, включені в діяльність. У процесі такої діяльності студенти опановують методи наукового пізнання в ході пошуку цих методів і їх застосування. Цінним, значущим тут є те, що студенти оволодівають методами пізнання не в готовому вигляді, а опановують їх у процесі самостійного пошуку [73].

Згідно М. В. Таранової [260], навчально-дослідницька діяльність – це діяльність учнів з придбання теоретичних знань про предмет вивчення на основі дослідження предмета, його перетворення, експериментування з ним. До структури навчально-дослідницької діяльності М. В. Таранова включає: навчально-дослідницькі задачі, навчально-дослідні дії та операції (насамперед – моделювання), дії контролю та оцінки.

С. М. Скарбич під навчально-дослідницькою діяльністю розуміє творчу діяльність, продуктом якої є нові знання, способи діяльності, методи отримання нового знання. Навчально-дослідницьку діяльність школярів дослідник розглядає як цілеспрямований засіб розвитку учнів, стимулювання в них пізнавальної та творчої активності, формування логічного мислення і способів реалізації власних творчих потенцій [240, с. 14].

І. С. Чернецький вказує, що, організовуючи навчально-дослідницьку

діяльність учнів, слід враховувати те, що цей процес має:

- носити науковий, системний, комплексний характер, ґрунтуватися на результатах пізнавальної діяльності й забезпечувати пошук раціональних рішень виконання навчально-дослідницького завдання;
- спрямовуватися на стимулювання творчої активності учнів при виконанні навчально-дослідницьких завдань;
- не звужуватися до формування практичних або експериментальних умінь, а саме: умінь здійснювати виміри, ставити експеримент тощо;
- виявлятися в цілеспрямованих педагогічних впливах, які поширюються на залучення учнів до навчально-дослідницької діяльності як в урочний, так і позаурочний час;
- передбачати впровадження міжпредметних зв'язків [277];
- реалізовуватися на основі систематичних вправлянь у здійсненні навчального дослідження з поступовим розширенням напрямів і видів діяльності та з переходом до виконання більш складних навчально-дослідницьких завдань;
- здійснюватися із залученням адекватних засобів діяльності [304, с. 1-2].

Здобутий у процесі діяльності досвід конкретизується у відповідних уміннях, критеріями сформованості яких, згідно [291], є:

- повнота виконуваних операцій;
- раціональна послідовність їх виконання;
- ступінь усвідомленості виконання окремих операцій і дії в цілому;
- ступінь складності розумових операцій, необхідних для виконання операцій і дій.

Дослідницькі вміння І. С. Чернецький визначає як інтегроване психічне утворення, до складу якого входять інтелектуально-творчі, інформаційні та організаційні вміння, рівень сформованості котрих визначає готовність і здатність учнів усвідомлено й самостійно здійснювати навчально-дослідницьку діяльність [304, с. 2].

На думку Р. М. Абдулова [66, с. 9], «дослідницькі вміння – це готовність учнів самостійно виконувати дії в процесі дослідницької діяльності на основі усвідомленого використання існуючих у них знань, умінь, навичок відповідно до логіки наукового дослідження». Автор пропонує розподілити дослідницькі вміння за такими групами:

- 1) *експериментальні*: вміння конструювати експериментальну установку, усувати несправності, проводити налаштування приладів, вміння проводити досліди і спостереження, представляти їх результати;
- 2) *інтелектуальні*: вміння формулювати проблему, визначати об'єкт, предмет, мету і завдання дослідження, висувати гіпотезу, аналізувати, синтезувати, класифікувати, узагальнювати, порівнювати, моделювати,

встановлювати причинно-наслідкові зв'язки;

3) *рефлексивні*: вміння аналізувати власні дії, оцінювати свою діяльність, зіставляти отримані результати дослідження з гіпотезою.

Н. О. Ментова [152, с. 9] наголошує, що озброєння учнів експериментальними вміннями – важлива проблема, яка зумовлює необхідність нової (компетентнісної) концепції освіти. Її розв'язання автор вбачає у тому, щоб навчити учня отримувати індивідуальний досвід і використовувати його при використанні ІКТ у навчально-виховному процесі і пов'язаною з ним заміною застарілих засобів навчання новим поколінням та одночасно заміною ряду методів і форм навчання новими. При цьому майбутній дослідник повинен володіти якостями, необхідними для освоєння нового покоління обладнання.

Р. М. Абдулов [66, с. 11] у структурно-функціональній моделі розвитку дослідницьких умінь учнів виділяє такі компоненти:

1) теоретико-методологічний компонент включає уточнення понятійного апарату, класифікацію дослідницьких умінь, принципи та умови розвитку дослідницьких умінь;

2) змістово-діяльнісний компонент розкриває зміст навчання, методи та інтерактивні засоби, необхідні для розвитку дослідницьких умінь учнів;

3) оцінно-результативний компонент об'єднує критерії, рівні розвитку дослідницьких умінь, методи, форми і засоби контрольно-оціночної діяльності.

В. І. Андреев виділяє такі дидактичні умови розвитку дослідницьких умінь:

– поступово посилювати проблемність, збільшувати складність навчально-дослідних завдань і надавати індивідуальну допомогу учням у процесі їх виконання;

– застосовувати систему евристик і евристичних приписів, які б стали не тільки засобом управління, а й предметом засвоєння учнів;

– поступово послаблювати контроль і, навпаки, посилювати функції самоконтролю, таким чином поступово замінювати «зовнішній» зворотний зв'язок на «внутрішній»;

– поєднувати індивідуальну навчально-дослідну діяльність з колективною на основі цілеспрямованого навчання учнів прийомам співробітництва в малих групах [72, с. 15].

Л. Я. Байрагулова зазначає, що «сутність формування дослідницьких умінь полягає в тому, що вчитель ставить у формі дослідницьких завдань проблеми і проблемні завдання в певній системі, а учні їх виконують абсолютно самостійно, здійснюючи тим самим творчий пошук. Такий підхід дозволяє формувати гармонійно розвинену

творчу особистість здатну логічно мислити, знаходити рішення в різних проблемних ситуаціях, здатну систематизувати і накопичуватися знання, здатну до високого самоаналізу, саморозвитку і самокорекції» [75, с. 15]. Дослідницькі завдання пробуджують в учнів активність, самостійність, пізнавальний інтерес [75, с. 12].

Н. Г. Недодатко визначає навчально-дослідницьке вміння як складне психічне утворення, що лежить в основі готовності школярів до пізнавального пошуку і виникає в результаті управління навчально-дослідницькою діяльністю учнів. Уміння спостереження і порівняння, виявлення причинно-наслідкових зв'язків, висунення гіпотези, проведення досліджень автор вважає найбільш загальними і достатніми для розв'язування дослідницьких задач [190, с. 8].

А. В. Рибалко [224] вказує, що операційна сторона навчально-дослідницької діяльності спрямована на формування навчально-дослідницьких умінь, а її реалізацію доцільно здійснювати через спеціально розроблену систему навчально-дослідницьких задач. О. В. Леонтович вказує, що дослідницька діяльність учнів передбачає розв'язання учнями навчальних задач (з попередньо невідомим для них способом розв'язання), направлених на створення уявлень про об'єкт чи явище навколишнього світу [143; 144]. Для реалізації дослідницької діяльності учнів автор рекомендує використовувати метод проектів. При розробці проекту за основу слід брати модель дослідження, що прийнята та використовується в рамках даної науки протягом значного проміжку часу. Головна мета дослідницького проекту учня – набуття уявлень про те чи інше явище. Разом з проектом учня автор пропонує розробляти й педагогічний проект керівника дослідницької роботи. Головною метою цього проекту є досягнення навчального результату.

«Для навчання XXI століття важливим є врахування навчально-наукових досліджень ... при виборі методів навчання. ... Особливо ефективним методом навчання, який включає в себе ... принципи [ефективного навчання XXI століття] є «проектне навчання» [21, с. 3356]. Д. О. Данилов стверджує, що «виконання дослідницьких робіт, в тому числі і експериментального характеру, організовується майже виключно за рамками програм навчальних предметів ... методом проектів. Цей метод виправдовує себе в умовах, коли роботи дослідницької спрямованості виконуються епізодично, не обов'язково всіма учнями. Недоліки і обмеження методу проектів відомі: фрагментарність змісту навчання, випадковість вибору тем, невизначеність освітнього результату і т. д. ... навчання дослідницькій діяльності має здійснюватися в рамках систематичного курсу. Тільки в цьому випадку може бути забезпечена повноцінна реалізація визначених освітнім стандартом вимог до

випускників, пов'язаних з оволодінням ними науковим методом» [104, с. 13].

Правильно організована робота учнів в рамках проектного навчання сприятиме як розумінню матеріалу, так і виробленню навичок XXI століття [21], які можна поділити на такі групи:

- когнітивні (мислення, міркування, пов'язані з ними навички);
- внутрішньоособистісні (самоуправління, включаючи вміння керувати власною поведінкою та емоціями заради досягнення мети);
- міжособистісні (комунікативні вміння) [18, с. 2].

Серед когнітивних навичок окремо виділяють вміння критично мислити [48, с. 1], під яким П. Фачоне (Peter A. Facione) розуміє систему суджень, яка використовується для аналізу речей і подій з формулюванням обґрунтованих висновків і дозволяє виносити обґрунтовані оцінки, інтерпретації, а також коректно застосовувати отримані результати до ситуацій і проблем [20, с. 2]. У XXI столітті вміння критично мислити виходить на перший план через нагальну потребу в опрацюванні відомостей із багатьох джерел [60, с. 17]. Критичне мислення та дослідницький підхід до навчання вважається багатьма дослідниками новою базою навчання XXI століття [60, с. 50].

Ураховуючи, що критичне мислення включає в себе пізнавальні уміння інтерпретації, аналізу, оцінки, формулювання висновків, пояснення та саморегулювання [20, с. 4], що відносяться до теоретичних методів дослідження, його розвиток є необхідною умовою формування дослідницьких компетентностей учнів у процесі навчальної пізнавальної діяльності.

Під *задачею* розумітимемо певну ситуацію, яку необхідно розв'язати, спираючись на ті умови, що в ній вказані [240, с. 32].

Е. М. Мирський стверджує, що у розв'язуванні проблемних пізнавальних задач, продуктом яких є нове й важливе для формування особистості учня, й проявляються риси, характерні для наукової творчості [180, с. 407]. І. Я. Лернер зазначає, що «творчою вважається задача, дії з розв'язування якої не детерміновані або не повністю (неоднозначно) детерміновані будь-якими приписами», тобто, якщо учневі задалегідь невідомий алгоритм розв'язування й необхідно здійснити пошук, кроки якого наперед невідомі. «Творчою або проблемною є задача, самостійне розв'язування якої направлене, виходячи з відомого на отримання нових знань про природу та суспільство, на створення нових засобів пошуків знань або досягнення цілі. Змістом такої задачі є проблема, в основі якої лежить протиріччя між відомим та шуканим» [145, с. 81], а «логіка руху думки при розв'язуванні проблемної задачі аналогічна логіці будь-якого дослідження» [145, с. 81].

В. Оконь (Wincenty Okoń) зазначає, що теорія навчання, заснована на розв'язуванні теоретичних і практичних проблем «в порівнянні з іншими теоріями ... має більш всебічний характер» [198, с. 51]. Проблемними, згідно В. Оконя, є «такі задачі, в яких міститься певна практична чи теоретична складність, яка потребує дослідницької активності, що приводить до розв'язку» [198, с. 38-39]. Експериментальні, дослідницькі, винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські задачі А. А. Давиденко відносить до «готових» творчих задач [103, с. 5-6]. С. Ф. Мітеньова проблемні, творчі, пошукові, евристичні, цікаві та інші задачі, спосіб розв'язання яких не знаходиться в розпорядженні учня, називає нестандартними та зазначає, що вони характеризуються рисами, властивими для напружених ситуацій (ускладнення умов діяльності, раптовість виникнення перешкод, вплив на психічний стан учнів). Використання нестандартних задач формує продуктивний підхід до розв'язання задач, сприяє розвитку гнучкості і критичності мислення. Уміння розв'язувати нестандартні задачі передбачає наявність в учнів базових умінь, предметних знань, дієвих мотивів, сформованих організаційних умінь. Факторами виховання особистісних якостей, що визначають розвиток творчих здібностей учнів [281; 280], на думку дослідника, можна вважати впевненість у своїх силах, психологічну атмосферу на уроці, інтерес до предмета та навчальної діяльності [181].

Дослідницькі задачі С. М. Скарбич визначає як задачі, процес розв'язування яких сприяє формуванню в учнів дослідницьких компетентностей та основними рисами яких є: постановка питання, при якій відповідь неочевидна; широка умова, що допускає декілька варіантів її трактування або така, що відповідає декільком конфігураціям; прихованість зв'язків умови з відомими учням теоремами та формулами [240, с. 44]. Такі задачі можуть бути використані не лише для формування дослідницьких компетентностей, а й з метою:

- оволодіння новими знаннями про поняття, закони, теорії, методи, правила і засоби діяльності;
- діагностики дослідницьких компетентностей;
- контролю знань і умінь;
- розвитку особистісних якостей учнів [240, с. 44].

Навчально-дослідницьке завдання С. М. Скарбич визначає як завдання, що являє собою систему логічно пов'язаних між собою навчальних проблем (чи дослідницьких задач), які в сукупності з евристичними питаннями, вказівками та мінімумом навчальної інформації дозволяють найбільш підготовленим учням (переважно без допомоги зовні) відкривати нові знання про об'єкт дослідження, спосіб або засіб навчально-дослідницької діяльності [240, с. 37].

С. М. Скарбич виділяє такі функції дослідницьких задач:

1) навчальні:

– мотивують доцільність вивчення нового матеріалу, розумність визначення понять;

– підводять учнів до самостійного відкриття того чи іншого факту, встановленню можливості застосування відомого їм факту в новій ситуації;

– підводять учнів до самостійного відкриття методів доведення тверджень, прийомів розв'язування тієї чи іншої задачі, до самостійного встановлення зв'язків між різними поняттями;

– формують у учнів здатність до самостійних узагальнень, до усвідомленого та вмілого використання експерименту, спостереження, порівняння, абстрагування та конкретизації: здатність індуктивно та дедуктивно мислити, а також по аналогії: здатність широко використовувати здогадку з подальшою перевіркою;

– надають учням можливість проведення пошукових досліджень шляхом вивчення розв'язків, зміни умов задачі, і т. ін.;

– навчають різним способам розв'язання, що несуть к собі пізнавальний або пізнавальний інтерес, а також оригінальну фабулу або розв'язок;

2) розвивальні та виховальні:

– учні набувають досвід творчої діяльності, в них розвиваються мотиваційні, вольові якості;

– формуються риси наукового мислення (гнучкість, активність, цілеспрямованість, готовність пам'яті, ширина, глибина, критичність, лаконічність, ясність і точність усного й письмового мовлення, оригінальність, доказовість);

3) керівні: дослідницькі задачі детермінують загальну стратегію діяльності;

4) адаптивні: зміст дослідницьких задач є першим етапом адаптації сукупності навчальних проблем для конкретного віку та рівня підготовки учня [240, с. 43].

У навчанні фізики І. В. Васильєва [91] виділяє такі види дослідницької діяльності учнів: дослідження-спостереження, дослідження-опис, дослідження-пропозиція, дослідження-конструкція, дослідження-роздум, літературне дослідження, які дозволять здійснити інтеграцію природничонаукових знань.

А. І. Слепцов [242, с. 18] пропонує форми навчання учнів дослідницької діяльності з фізики умовно розбити на наступні групи: 1) індивідуальна робота з учнями; 2) спільна робота з представниками наукової еліти; 3) екскурсії в НДІ, виробничі підприємства; 4) літні

школи-семінари, форуми; 5) науково-практичні конференції різних рівнів, шкільні тематичні читання; 6) конкурси творчих робіт учнів, олімпіади; 7) телекомунікаційні турніри, дистанційні олімпіади; 8) робота в науковому товаристві учнів; 9) інтелектуальний марафон; 10) гуртки технічної творчості та ін.

А. І. Слепцов вважає, що дослідницька діяльність учнів з фізики здійснюється за однією з 7 моделей:

- проблема – модель (схема) – розрахунок;
- фізика об'єкта (явища);
- теорія – задача – експеримент;
- експеримент – саморобний прилад;
- задача (проблема) – експеримент;
- експеримент – відеозйомка – аналіз;
- комп'ютерна модель об'єкта (явища) [242, с. 8].

Для кожної з моделей дослідницька діяльність учнів з фізики, на думку автора, має запропоновану В. О. Котляровим [134] структуру: 1) дослідницька задача; 2) дослідницькі дії та операції; 3) дії з оцінки та контролю.

Технологію навчання учнів дослідницькій діяльності з фізики А. І. Слепцов визначає як систему «проекування й практичного застосування адекватних даних технології педагогічних закономірностей, цілей, принципів, змісту, форм, методів і засобів навчання й виховання в умовах спільної творчої діяльності суб'єктів освітнього процесу» [242, с. 11]. Методи навчання учнів дослідницької діяльності з фізики автор розділяє на такі групи [242, с. 18]:

1) *когнітивні*: метод питань, метод порівняння, метод спостережень, метод фактів, метод дослідження, метод гіпотез;

2) *креативні*: метод придумування, метод «якби ... », метод «мозковий штурм»;

3) *орґдiяльнiснi*: методи учнівського цілепокладання, методи учнівського планування, методи створення освітніх програм, методи самоорґанізації навчання, метод рецензії, методи оцінки досягнень учня, метод рефлексії.

Дослідник стверджує, що «творча самореалізація учнів у дослідницькій діяльності з фізики можлива за умови створення і реалізації спеціальної технології навчання учнів дослідницької діяльності з фізики, заснованої на особистісно-діяльнісному підході в освіті. Об'єктами технологізації виступають: цілі, форми, методи, засоби, зміст навчання, особливості взаємини суб'єктів освітнього процесу, оцінка досягнень учнів у дослідницькій діяльності» [242, с. 25].

В. Ф. Савченко, характеризуючи розвиток наукового мислення учнів

у процесі навчання фізики, виділяє такі його складові [179]: 1) чітке формулювання мети дослідження; 2) розробка гіпотези (наукового передбачення); 3) розробка методики дослідження; 4) визначення основних етапів дослідження; 5) проведення власне дослідження; 6) аналіз одержаних результатів; 7) формулювання висновків.

А. В. Рибалко та Ю. М. Галатюк наголошують, що сам процес навчального дослідження має певною мірою відобразити процес творчого пізнання у фізиці [225, с. 121] та пропонують наступні етапи навчального дослідження: 1) проведення учнями спостережень і дослідів, запропонованих у завданні; фіксація і систематизація певних фактів, як результату проведення цих дослідів і спостережень; 2) цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в них, створення проблемної ситуації; 3) висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації; 4) формулювання наслідків, що логічно випливають з гіпотези; 5) експериментальна перевірка достовірності сформульованих фактів як доказ істинності висунутої гіпотези. Для того, щоб навчальне дослідження не перетворилось на «звичайну за репродуктивної системи навчання послідовність стандартних навчальних етапів» [143], важливо створити такі умови, за яких учень має певну свободу на кожному етапі дослідження. При цьому він «діє згідно власних інтересів, ... займає творчу, авторську позицію» [143]. Найбільш сприятливі умови для урахування інтересів та здібностей учня, його творчої, авторської позиції у процесі реалізації навчальних досліджень з фізики створює профільне навчання [210, с. 4].

Опанування змісту курсу фізики у профільному навчанні передбачається на трьох рівнях:

1. Рівень стандарту – обов'язковий мінімум змісту навчальних предметів, який не передбачає подальшого їх вивчення (наприклад, курс фізики у філологічному профілі).

2. Академічний рівень – обсяг змісту достатній для подальшого вивчення предметів у закладах вищої освіти – визначається для навчальних предметів, які є не профільними, але є базовими або близькими до профільних (наприклад, курс фізики у хіміко-біологічному профілі [193; 194]).

Зміст навчання на першому і другому рівнях визначається Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [209].

3. Рівень профільної підготовки – зміст навчальних предметів поглиблений, передбачає орієнтацію на майбутню професію (наприклад, курс фізики у фізико-математичному профілі).

У пояснювальній записці до програм профільного навчання фізики [208] вказується, що головна мета навчання фізики в середній школі

полягає, зокрема, в розвитку в учнів експериментальних умінь і дослідницьких навиків [208, с. 4]. В основній школі – це уміння описувати і систематизувати результати спостережень, планувати і проводити невеликі експериментальні дослідження, проводити вимірювання фізичних величин, робити узагальнення й висновки; у старшій школі – узагальнене експериментальне вміння вести природничо-наукові дослідження методами фізичного пізнання (планування експерименту, вибір методу дослідження, вимірювання, опрацювання та інтерпретація одержаних результатів) [208, с. 5].

Навчальний фізичний експеримент виступає одночасно як метод навчання, джерело знань і засіб навчання. Навчальний експеримент безпосередньо пов'язаний із науковим фізичним експериментом, під яким автори [108] розуміють систему «... цілеспрямованого вивчення природи шляхом чітко спланованого відтворення фізичних явищ у лабораторних умовах з подальшим аналізом і узагальненням одержаних за допомогою приладів експериментальних даних. ... Науковий експеримент є основою навчального фізичного експерименту, якому він дає експериментальні засоби, методи дослідження і фактологічний матеріал. Але повної тотожності між ними немає. Головна відмінність полягає в тому, що науковий експеримент ставиться з метою дослідження природи і одержання нових знань про неї, а навчальний експеримент покликаний довести ці знання до учнів.»

Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики [208, с. 7] – спрямованість навчально-виховного процесу на розвиток умінь і навичок особистості, застосування на практиці здобутих знань з різних навчальних предметів, успішну адаптацію людини в соціумі, професійну самореалізацію, формування здібностей до колективної діяльності та самоосвіти [209]. Навчальний фізичний експеримент формує в учнів експериментальні вміння і дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання.

Д. О. Данилов стверджує, що «здійснення навчально-дослідної діяльності з формування системного мислення вимагає особливого виду фізичного експерименту» [104, с. 9-10]. Такий вид експерименту автор називає навчальним дослідницьким експериментом і розглядає його як

один з найбільш ефективних методів навчання фізики: «у навчальному дослідному експерименті рельєфно виявляє себе логічний статус елементів фізичного знання (поняття, факт, закон, принцип, гіпотеза, теорія, метод і т. д.)» [104, с. 11].

Автори [108] навчальний експеримент поділяють на два види: демонстраційний (ілюстративний) і лабораторний. Останній, у свою чергу, має такі різновиди: фронтальні лабораторні роботи, практикуми, домашні спостереження і досліди (за О. С. Дементьєвою – домашній фізичний експеримент [106]), та експериментальні задачі (А. Є. Бойкова [83] та Д. О. Данилов [104] пропонують активніше використовувати їх задля розвитку дослідницьких вмінь учнів). Згідно із [126, с. 3], основним недоліком домашніх експериментів є те, що виконуючи окремі досліди, учні не отримують загального поняття про експеримент як про метод наукового пізнання та про вид пізнавальної діяльності. М. Г. Ковтунович наголошує на тому, що навчальне дослідження повинне мати ті ж структурні елементи, що й наукове дослідження, та на важливості самостійної роботи при проведенні учнями експерименту [126, с. 3-4].

І. В. Сальник, характеризуючи співвідношення реального та віртуального [262] у навчальному фізичному експерименті, серед його психолого-педагогічних засад виокремлює, зокрема, такі [229, с. 12]:

1) процес навчання фізики повинен відповідати компетентнісній парадигмі освіти;

2) у процесі навчання фізики необхідно використовувати усі можливості, які надають засоби ІКТ (аудіо та відео, моделювання та ін.), з метою підвищення зацікавленості учнів процесом навчання, розвитку їх психічних (пізнавальних) процесів: уява, увага, запам'ятовування, мислення, відчуття, сприймання;

3) вчитель повинен створювати доброзичливу атмосферу на заняттях, формувати в учнів уміння самостійно приймати рішення, навички конструктивного спілкування;

4) у процесі навчання необхідно враховувати вже сформовані індивідуальні особливості учнів, їх попередній досвід використання засобів ІКТ і одночасно сприяти розвитку пізнавальних та творчих здібностей, формувати вміння та навички, необхідні учню для реалізації власної траєкторії навчання;

5) натурний і обчислювальний експерименти є взаємодоповнюючими способами вивчення навколишнього світу, тому увага вчителя повинна бути звернена до встановлення співвідношення між цими видами експерименту відповідно до психологічних особливостей учнів конкретного класу та вікової групи, а також особливостей розділу фізики, що вивчається.

У профільному навчанні фізики навчальні дослідження реалізуються у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, позаурочних дослідів і спостережень тощо і розв'язують, зокрема, такі завдання [208, с. 8]:

- встановлення і перевірка законів природи, відтворення фундаментальних дослідів;

- залучення учнів до наукового пошуку, висвітлення логіки наукового дослідження, що сприяє виробленню в них дослідницьких прийомів, формуванню експериментальних умінь і навичок;

- ознайомлення учнів з конкретними проявами і засобами експериментального методу дослідження.

У навчальному фізичному експерименті навчальні дослідження реалізуються в дослідницькому виді експерименту, коли в результаті самостійного виконання експерименту учні роблять висновки та узагальнення, що мають статус суб'єктивно нового для них знання [208, с. 10] та є основою для виконання творчих робіт учнів (творчих експериментальних робіт, комп'ютерного моделювання фізичних процесів [234; 235; 249] тощо) [208, с. 15].

С. Д. Абдурахманов пропонує розвивати професійні творчі здібності учнів сільських шкіл на базі постійно діючих творчих об'єднань учнів за участі вчителя, націлених на наукові дослідження навколишніх природних явищ та виробничих процесів, проблем екології та економіки регіону [67, с. 5]. Дослідницькі роботи, на думку вченого, мають здійснюватися згідно узагальненого плану наукового дослідження:

- 1) висунення гіпотези;
- 2) проектування приладів та установок;
- 3) вибір місця та часу проведення вимірювань;
- 4) узагальнення та колективне обговорення результатів [67, с. 9].

Навчальне дослідження згідно [67, с. 11] складається з таких компонентів: об'єкт дослідження; навчальне обладнання; технічні засоби експериментального дослідження фізичних явищ, проблем навколишньої сільської природи та місцевого сільськогосподарського виробництва, економічних та екологічних проблем конкретного регіону; діяльність учителя фізики; діяльність учнів.

С. Д. Абдурахманов [67, с. 12] визначає функції, що їх покликани виконувати самостійні комплексні дослідницькі роботи учнів сільських середніх шкіл:

- дозволяють переконати учнів у помилковості уявлень про абстрактний характер фізики та інших природничих наук;

- ці роботи є генераторами суб'єктивно нових знань для учнів;

- сприяють підвищенню наукового рівня предметів, що вивчаються,

та виробничих процесів;

- створюють умови для інтеграції зусиль усіх вчителів природничого циклу на спільних розробках дослідницьких завдань;

- сприяють розкриттю взаємозв'язків предметів природничого циклу;

- відкривають можливості для проведення економічних та екологічних досліджень, пов'язаних з проблемами регіону;

- дозволяють розвивати творчі здібності учнів за професійними напрямками діяльності, сприяють їх загальному розвитку.

На думку М. Г. Ковтунович, експериментальні роботи, поставлені частково або повністю в формі навчального дослідження, в найбільшій мірі сприяють мисленнєвій діяльності учнів [126, с. 9].

Відповідна експериментальна компетентність, за В. В. Слюсаренком, формується в ході «розв'язування складних неалгоритмічних навчальних задач, виділення актуальних проблем, визначенні варіантів схем можливого розв'язання проблеми, здійснення постановки дослідів, експериментів, надання набутих знанням, умінням та навичкам особистісного характеру; формування умінь відбирати необхідну теоретичну та прикладну інформацію; набуття навичок аргументації, обґрунтування, аналізу, синтезу, планування, здійснення рефлексії своєї діяльності; застосування засобів інформаційно-комунікаційних технологій для супроводу дослідження фізичного явища, процесу» [244, с. 7-8].

На думку В. І. Сельдяєва [232], дослідницькі технології розвивають самостійність учнів, практичні роботи для них стають джерелом нових знань. Дослідницький характер лабораторних робіт створює конкретну можливість «суб'єктивного присвоєння знань», яка під час проведення дослідницьких лабораторних робіт учнями 9-11 класів проявляється в умінях учнів самостійно використовувати знання в нових нестандартних умовах.

Автори [226] фізичною задачею називають певну проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою методів навчального фізичного дослідження: логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики. П. Л. Капіца стверджував, що за допомогою розв'язування задач можна формувати творче наукове мислення: «Я намагався досягти цієї мети, складаючи більшість задач таким чином, щоб вони були постановкою невеликих проблем, а студент повинен на основі відомих фізичних законів проаналізувати та кількісно описати задане явище природи. ... Характерною рисою наших задач є те, що вони не мають певної закінченої відповіді, оскільки студент може в міру своїх нахилів та здібностей необмежено заглибитися у вивчення

поставленого питання. ... Самостійне розв'язання такого роду задач дає студенту тренування в науковому мисленні і виробляє в ньому любов до наукових проблем.» [123, с. 143-144]. «Якщо порівняти ефективність розвитку творчого мислення у молодих людей, які присвятили себе математиці та фізиці, то, мабуть, виявиться, що область фізики набагато ближче до життя і до можливостей наукового вивчення процесів оточуючої природи, тим більше що вже на лабораторних заняттях школяр бачить, як зі спостережень виводити теоретичні узагальнення (індуктивний метод вивчення природи). Розв'язання задач привчає школяра до дедуктивного мислення. Для виховання ж діалектичного мислення викладач на ряді прикладів може показати, як протиріччя між теоретичними уявленнями і експериментом призводить у фізиці до нових наукових відкриттів. ... Загальновизнано, що велику користь для розвитку творчого мислення у фізиці мають практикуми, семінари, і особливо слід відзначити розв'язання задач» [123, с. 155-156].

Як зазначає І. О. Теплицький, для вивільнення й розвитку творчого потенціалу учнів у процесі навчання необхідно навчати їх зразків творчої діяльності: розв'язування дослідницьких задач, побудови моделей і т. ін. [282].

В. Г. Разумовський навчальні дослідження розглядає як один із способів розв'язання творчих задач: «надзвичайно корисно після проходження розділу курсу фізики провести творчі лабораторні роботи у формі практикуму» [216, с. 23], причому – індивідуально та без докладних інструкцій. «Крім обов'язкових ... лабораторних робіт, корисно давати учням творчі завдання дослідницького ... характеру, розраховані на тривалий час» [216, с. 24]: «виконуючи творчу [лабораторну] роботу, учні стикаються із необхідністю ... розв'язати задачу у найбільш загальному вигляді ... [-] вони знаходять принципове рішення, складають план проведення дослідження і лише після цього реалізують його» [216, с. 31-32]. Н. В. Первишина обґрунтовує доцільність проведення фізичного практикуму не в рамках курсу фізики наприкінці навчального року, а як окремого предмету, що супроводжував би курс фізики [201].

Етапи виконання навчального дослідження, виділені В. Г. Разумовським, передбачають фронтальне обговорення з елементами мозкового штурму, розподіл індивідуальних завдань, детальну розробку проекту та його виконання [216, с. 37-41]: успішне виконання проекту «має не лише велике психологічне значення, ... а й пізнавальне, ... [змушуючи] учня переосмислювати явища ... та більш критично підходити до ... вивченого» [216, с. 41]. За такого підходу відбувається розвиток творчих здібностей учнів – здатності «зрозуміти необхідність і

можливість створення нового, сформулювати проблему, мобілізувати необхідні знання для формулювання гіпотези, підтвердити або відкинути її, шукати і знайти розв'язок проблеми і в результаті створити новий оригінальний продукт (наукове відкриття, винахід, розв'язок задачі тощо)» [179].

«Розв'язування задач різних типів має свою специфіку, проте в педагогічній практиці виробилась певна послідовність розв'язування задач багатьох типів. ... При розв'язуванні конкретних задач деякі етапи загальної схеми розв'язку задач можуть бути випущені.» [226]. Складові цієї послідовності співвідносяться з етапами розвитку наукового мислення учнів у процесі навчання фізики за [179] та етапами навчального дослідження за [225] або за класифікацією О. С. Кощеєвої (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Розв'язування фізичної задачі як навчальне дослідження

Послідовність розв'язування фізичних задач	Етапи розвитку наукового мислення учнів у процесі навчання фізики	Етапи навчально-дослідницької діяльності учнів
читання умови задачі та з'ясування змісту нових термінів і виразів, повторення умови задачі учнями	чітке формулювання мети дослідження	отримання наукових фактів
короткий запис умови задачі, виконання необхідних малюнків, схем, графіків		узагальнення та систематизація наукових фактів
аналіз умови задачі, в ході якого з'ясовуються її фізична суть, тобто з'ясовуються фізичні явища, процеси і стани системи та відновлюються в пам'яті учнів фізичні закони та формули, які потрібні для розв'язку задачі	розробка гіпотези (наукового передбачення)	цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в них, створення проблемної ситуації
	розробка методики дослідження	висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації
складання плану розв'язку задачі	визначення основних етапів дослідження	створення моделі (в тому числі й комп'ютерної)
вираження зв'язків між шуканим і даними величинами	проведення власне дослідження	перевірка адекватності моделі

Послідовність розв'язування фізичних задач	Етапи розвитку наукового мислення учнів у процесі навчання фізики	Етапи навчально-дослідницької діяльності учнів
у вигляді формул		обчислювальний експеримент
розв'язування системи рівнянь для одержання кінцевої формули для розрахунку		перенесення результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт
обчислення шуканої величини		проведення експерименту з реальним об'єктом
аналіз одержаних результатів	аналіз одержаних результатів формулювання висновків	формулювання висновків
пошук і аналіз інших шляхів розв'язку задачі		визначення напрямів подальших досліджень

Ряд зарубіжних дослідників (Джон-Хьон Кім (Jong-Heon Kim) [54], Санг-Та Парк (Sang-Tae Park) [54], Хібок Лі (Heebok Lee) [54], К'юн-Чеол Йук (Keun-Cheol Yuk) [54], Хіман Лі (Heeman Lee) [54], Дж. Е. Лаф'юз (Joan Esterline Lafuze) [34] особливу увагу в формуванні дослідницьких компетентностей приділяють комп'ютерному моделюванню.

О. Ю. Свистуновим [230] проаналізовано специфічну структуру модельного експерименту, який полягає в матеріальному, або уявному експериментуванні, або над моделями досліджуваних явищ, або над самими об'єктами дослідження за допомогою моделей, що впливають на досліджуване явище. Автором показано, що при використанні модельного експерименту в дидактичних цілях необхідно враховувати його специфічні особливості, оскільки його структура має певні відмінності від структури інших видів експерименту, які використовуються при вивченні фізики.

О. С. Кошєєва [135] наголошує на важливості моделювання (зокрема, комп'ютерного) при організації навчально-пізнавальної діяльності учнів у навчанні фізики, підкреслює роль формування в школярів методологічних знань про моделювання як метод наукового пізнання у розвитку дослідницьких умінь учнів та доводить, що навчально-дослідницька діяльність учнів проектується та реалізовується відповідно до структури наукової діяльності при проведенні досліджень

в галузі фізики. Дослідник пропонує такі етапи навчально-дослідницької діяльності учнів:

- 1) отримання наукових фактів;
- 2) їх узагальнення, систематизація та аналіз;
- 3) виділення суперечливих даних і постановка проблеми;
- 4) формулювання гіпотези;
- 5) створення моделі (в тому числі й комп'ютерної);
- 6) перевірка її адекватності;
- 7) дослідження моделі;
- 8) перенос результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт;
- 9) проведення експерименту з реальним об'єктом;
- 10) формулювання висновків і визначення напрямів подальших досліджень.

М. Г. Ковтунович виділяє три етапи організації та стимуляції діяльності учнів та відповідні ним три рівні розвитку пізнавальних інтересів:

I етап – організаційно-підготовчий:

- 1) підготовка та націлення учнів на виконання домашніх експериментальних робіт;
- 2) ознайомлення з методами наукового пізнання.

II етап – дослідницько-реалізуючий:

- 1) дослідницька діяльність учнів експериментального та теоретичного характеру;
- 2) діяльність з усвідомлення учнями структури експерименту як методу наукового пізнання.

III етап – узагальнювально-творчий:

- 1) виконання самостійних досліджень групами й індивідуально;
- 2) узагальнення знань на основі виконання домашніх експериментальних робіт учнями [126, с. 12-13].

На кожному етапі дослідник виділяє та ставить у відповідність групи стимулів та їх зміст, ознаки розвитку інтересу та діяльність учнів, розглядаючи їх у направленості:

- предметна направленість;
- практична направленість;
- організаційна направленість;
- емоційна направленість;
- мотиваційна направленість [126, с. 13].

У [126, с. 15] пропонується класифікувати домашні лабораторні роботи за провідною діяльністю, що відповідає певному етапу дослідження:

- 1) виготовлення простих вимірювальних приладів;
- 2) моделювання;
- 3) формування вимірювальних вмінь;
- 4) спостереження та пояснення явищ;
- 5) висування гіпотези досліду та її обґрунтування;
- 6) виділення причин та наслідків у спостережуваному явищі;
- 7) виявлення умов, що відповідають даному явищу;
- 8) проектування експерименту (проведення мисленнєвого експерименту);
- 9) кодування інформації, отриманої в ході експерименту, різними способами;
- 10) встановлення залежностей;
- 11) виявлення закономірностей;
- 12) виконання навчального дослідження за загальним планом експериментально-дослідницької діяльності.

Н. А. Іваницькою були виділені наступні вміння:

- 1) елементарні вміння практичного характеру – проведення відліку показів приладів, користування вимірювальними приладами, складання електричних кіл та інші;
- 2) складніші вміння практичного характеру – вміння вимірювати фізичні величини непрямими методами на основі прямих вимірювань декількох величин;
- 3) експериментальні вміння – вміння планувати та підготувати експеримент, спостерігати навколишній світ, вимірювати фізичні величини, обробляти та інтерпретувати результати експерименту та інші;
- 4) узагальнені експериментальні вміння – формулювати мету дослідження, теоретично обґрунтовувати спосіб або метод дослідження фізичного об'єкта, планувати експеримент;
- 5) вміння проводити теоретичні дослідження.

На основі зазначених умінь Н. А. Іваницька виділяє загальну групу вмінь – дослідницькі вміння, які не тільки включають в себе попередні групи вмінь, а й передбачають широке використання вмінь інтелектуального характеру, які дозволяють учням проводити порівняння результатів дослідів, одержаних різними способами [122, с. 4-5].

Рівень сформованості дослідницьких умінь учнів, згідно [135] залежить від рівня засвоєння методологічних знань та рівня самостійності здійснення навчально-дослідницької діяльності згідно її структури. Так, у критеріях оцінювання навчальних досягнень з фізики навчально-дослідницька діяльність оцінюється на високому рівні (12 балів), якщо учень «вміє самостійно поставити мету дослідження, вказує шляхи її реалізації, робить аналіз та висновки» [208, с. 16]. Саме реалізація

дослідження вимагає залучення учнів до таких видів діяльності, які дозволяють використовувати набуті знання на практиці, зокрема, до виконання ними лабораторних робіт.

Під лабораторними роботами автори [142] розуміють таку організацію навчального фізичного експерименту, за якої кожен учень працює з приладами чи установками. Широкі можливості при виконанні лабораторного експерименту з фізики має використання комп'ютерної техніки на різних етапах цієї роботи: «Використання комп'ютера дозволяє графічно подати будь-яку математичну функцію (залежність між певними фізичними величинами), моделювати фізичні процеси, складні фізичні та технологічні установки, розглядати фізичні процеси в динаміці. Застосування аналого-цифрових перетворювачів дає можливість використовувати комп'ютер під час виконання лабораторних робіт для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації протікання фізичних процесів. Застосування електронно-обчислювальної техніки під час обробки результатів експерименту дозволяє уникнути великих затрат навчального часу на виконання одноманітних обчислень та збільшити частку творчої роботи школярів.» [142]

У додатку Б наведено перелік лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, що виконуються на різних рівнях профільного навчання фізики. На рис. 1.4 показана частка лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму на різних рівнях профільного навчання фізики.

Згідно Концепції профільного навчання в старшій школі можна визначити наступні рівні структурування змісту навчання:

1) обов'язковий (інваріантна складова) – реалізується у базових предметах, що є обов'язковими для учнів всіх профілів;

2) базовий профільний – реалізується у профільних предметах, що є обов'язковими для учнів конкретного профілю;

3) поглиблений профільний – реалізується у спеціальних курсах та профілюючих предметах, що є вибірковими для учнів конкретного профілю;

4) вибірковий профільний – реалізується у курсах за вибором (елективних курсах), що є вибірковими для учнів різних профілів;

5) факультативний профільний – реалізується у факультативних курсах, що не входять до основної сітки годин і можуть обиратись учнями.

Елективні та факультативні курси спрямовані на додаткове та поглиблене вивчення як певних предметів, так і отримання знань із суміжних наукових галузей.

М. М. Шишкіна [308] пропонує організувати профільне навчання фізики шляхом впровадження елективних курсів. При цьому вона

зазначає, що «вчителі відчувають серйозні труднощі при складанні програм елективних курсів; визначенні їх цілей і завдань, вибудовуванні міжпредметних зв'язків, покладених в основу змістовного наповнення елективного курсу» [308]. Задля ліквідації цих проблем вона пропонує розробити комплект «методичного забезпечення елективного курсу, що складається із структурної моделі міжпредметного елективного курсу; плану побудови програми елективного курсу; змістовного наповнення програми курсу (розгорнутого плану побудови програми курсу); розширеного плану аналізу програми елективного курсу» [308]. Прообразами навчально-дослідницької діяльності учнів у профільній школі є: олімпіади, турніри юних фізиків, проекти, конференції, ситуаційні завдання, творчі і дослідницькі роботи учнів.

В. Г. Чупашев [305] вважає найбільш доцільним напрямком розвитку технічної творчості в умовах профільного навчання фізики фізико-технічне моделювання. Воно передбачає конструювання учнями лабораторного та демонстраційного обладнання з фізики. Така діяльність, на думку автора, сприятиме поглибленню знань з окремих тем курсу фізики, самоосвіті та розвитку учня. Заняття з учнями старших класів з фізико-технічного моделювання пропонується проводити у формі фізико-технічного гуртка.

Г. І. Китайгородська [124] також вважає елективні курси, спроектовані вчителем фізики, основною формою реалізації профільного навчання фізики для класів різних профілів. Тому головну увагу в роботі приділено саме проблемі підготовки вчителя фізики до системного проектування навчального процесу. Автор називає такі компоненти поняття «системне професійно-педагогічне мислення вчителя фізики»: мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційний. Важливу роль згідно [124] відіграє також готовність вчителя фізики до системного проектування освітнього процесу в умовах профільного навчання. Також у [124] зазначено, що наступним важливим кроком дослідження має стати науково-практична розробка «методичної системи підготовки вчителя фізики до формування і розвитку системного мислення учнів у процесі навчання фізики».

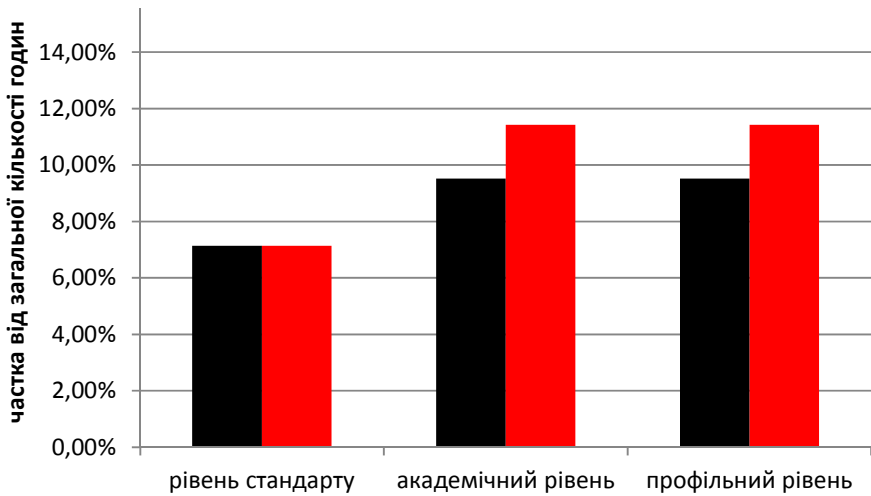
Т. В. Альнікова [71] пропонує введення елективних курсів:

1) у допрофільній підготовці:

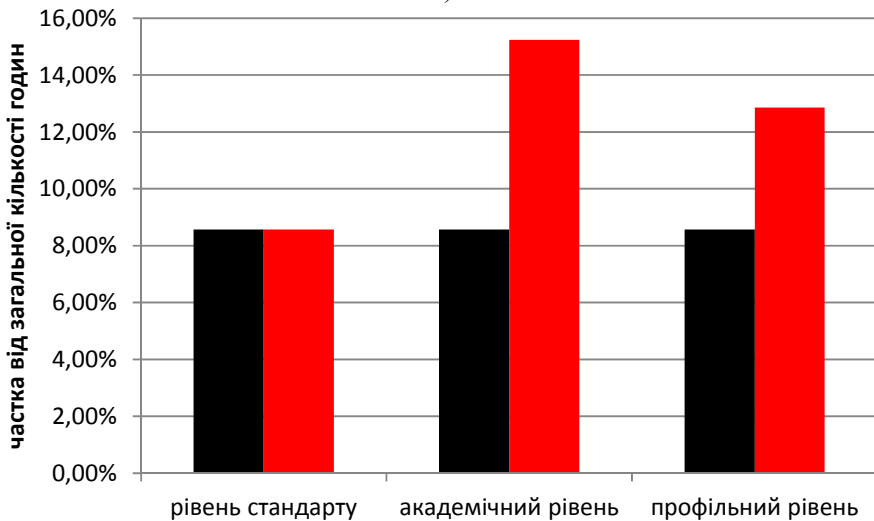
– «Як поставити фізичний дослід», спрямований на актуалізацію наявних та набуття нових експериментальних умінь;

– «Як відповісти на пізнавальні запитання з фізики», спрямований на включення учнів у проектування додаткового вивчення фізичних питань, предметне спілкування, самостійну експериментальну діяльність, набуття інформаційних умінь, необхідних для виконання

експериментальної діяльності;



а)



б)

Рис. 1.4. Відсоток лабораторних робіт (■) та робіт фізичного практикуму (■) на різних рівнях профільного навчання фізики в 10-му (а) та 11-му (б) класах

2) у профільному навчанні фізики:

– «Наукові дослідження в фізиці», спрямований на формування

уявленнь про наукову дослідницьку діяльність, дослідницьких умінь та дослідницької позиції, мотивації до самостійного виконання дослідницьких проєктів;

– «Як проводити дослідження», спрямований на застосування на практиці умінь предметно спілкуватися, проєктних та дослідницьких умінь, включення учнів у проєктування вивчення фізичних питань через самостійне проведення фізичного дослідження, набуття додаткових фізичних знань, а також на формування проєктно-дослідницької компетентності та ознайомлення з досягненнями фізичної науки.

І. В. Васильєва також пропонує введення елективного або факультативного курсу «Я – дослідник» [91], а О. В. Ушакова – курсу «Юні дослідники», спрямованого на спільну роботу різновікових груп учнів [293, с. 19]. Задачами останнього курсу є ознайомити учнів з методами наукової та творчої роботи, розвинути пізнавальний інтерес та допитливість, сформувані навички спільної роботи. При виконанні дослідницької роботи учні набувають таких навичок: конструктивного спілкування, що включають вміння виступати перед публікою, викладати свої думки в процесі полеміки, аргументовано говорити, володіти увагою аудиторії, вислуховувати інших, ставити запитання з проблем виступу, з гідністю виходити з гострих ситуацій; бачити проблему; самостійно ставити завдання; працювати з літературними джерелами; планувати, враховувати, контролювати, оцінювати свою роботу.

В. О. Котляр для активізації дослідницької діяльності учнів пропонує впровадити в шкільну практику два елективні курси: «Конструювання фізичних приладів» і «Курс експериментальної фізики». Також автор пропонує використовувати навчально-методичний комплекс «Мікролабораторія», який складається зі звичайного фізичного обладнання малих розмірів. За допомогою цього дидактичного засобу автор пропонує виконувати з учнями такі види робіт: мікродослід (на 2-7 хвилин), експериментальні задачі, традиційні лабораторні роботи, роботи-дослідження (в «Курсі експериментальної фізики»), узагальнювальні дослідні роботи, демонстрації дослідів [134].

Розроблений Ю. В. Єчкало факультативний курс «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів» займає гідне місце серед профільно-орієнтованих курсів, що продовжують базовий курс фізики у старших класах середньої школи. Курс відрізняється значною широтою, максимальним використанням міжпредметних зв'язків фізики, з одного боку, і математики, інформатики, філософії з іншого боку, причому ці зв'язки базуються на методології математичного моделювання, що робить предмет цілісним. Факультатив дозволяє систематизувати та узагальнити знання, отримані при вивченні різних предметів, створити в

учнів цілісне уявлення про природу на основі єдиних принципів та загальних законів природничо-математичних наук.

На факультативі поряд з комп'ютерним моделюванням відбувається також знайомство школярів з іншими теоретичними й експериментальними методами наук природничо-математичного профілю: абстрагуванням, аналогією, якісним та кількісним аналізом. Як міжпредметний факультатив даний курс створює сприятливі умови для розвитку інтелектуальних здібностей старшокласників, оскільки їхня діяльність на таких факультативах, при правильній її організації, може відтворювати основні елементи творчої діяльності: самостійне перенесення раніше засвоєних знань та умінь у нову ситуацію, використання цих знань для пошуку розв'язання, бачення нової проблеми у знайомій ситуації, бачення нової функції об'єкта, самостійне комбінування відомих способів діяльності, знаходження різних вирішень даної проблеми [112, с. 123-124].

При організації підготовки вчителя до організації навчально-дослідницької діяльності учнів слід урахувувати, що учитель профільної школи має вміти забезпечувати:

- варіативність і особистісну орієнтацію освітнього процесу (проектування індивідуальних освітніх траєкторій);

- практичну орієнтацію освітнього процесу з введенням інтерактивних, діяльнісних компонентів (освоєння проектно-дослідницьких і комунікативних методів);

- завершення профільного самовизначення старшокласників і формування здібностей і компетентностей, необхідних для продовження освіти у відповідній сфері професійної освіти;

- максимальну індивідуалізацію навчання, посилення творчого, самостійного початку в діяльності учнів, до розвитку їх дослідницької та проектної діяльності, організації соціальних практик, супроводу індивідуальних освітніх програм як обов'язкових компонентів навчального процесу;

- організацію продуктивної взаємодії з усіма суб'єктами освітнього процесу на засадах кооперації, рівноправного співробітництва та співтворчості;

- проектування освітнього середовища, що істотно розширює освітній простір за рахунок включення різноманітних освітніх ресурсів;

- здійснення професійної самоосвіти як джерела особистісного та професійного зростання на основі задоволення своїх потреб, інтересів, ціннісних установок, життєвих цінностей і планів [210, с. 13].

Для реалізації цих вимог Й. І. Хініч [302] пропонує організувати цілісне дослідницьке навчання фізики при підготовці майбутніх

педагогічних кадрів, адже, говорячи про необхідність підготовки компетентного випускника профільної школи, не можна забувати, що підготувати його може лише компетентний учитель.

1.3 Дослідницькі компетентності учнів старшої школи

Основне завдання освіти на сучасному етапі розвитку суспільства, згідно [91], – навчити самостійно працювати, самому вибудувати систему своїх знань, виходячи з власних запитів, можливостей, прагнень, а також забезпечити освоєння і відтворення соціального досвіду. Тому одним з основних завдань упровадження компетентнісного підходу в школі є створення найкращих умов для набуття учнями досвіду діяльності в різних соціально та особистісно значущих ситуаціях [183, с. 16], зокрема, пов'язаних із майбутньою професійною діяльністю.

Базуючись на різних трактуваннях основних термінів компетентнісного підходу, В. Кувенховен (Wim Kouwenhoven) запропонував модель розв'язання задачі у процесі пізнавальної діяльності (рис. 1.5), згідно якої компетентність розглядається як здатність діяти певним способом через виконання великої кількості частинних задач, що можуть бути згруповані у ключові професійні завдання [33, с. 4].

За такої моделі процес розв'язання задачі (виконання завдання) вимагає здійснення певних кроків, які свідомо плануються, відслідковуються та регулюються, що вимагає залучення певних атрибутів (знання, вміння, ставлення) та якостей особистості.

У моделі на рис. 1.5 контекстно залежна задача сприймається та опрацьовується на метакогнітивному рівні ситуаційного розуміння. Особистісний контекст включає, зокрема, психофізіологічні фактори, що напряму впливають на людину в процесі розв'язання задачі (виконання завдання). Рефлексія результатів приводить до зворотного зв'язку та змушує виконати, за необхідності, додаткові дії.

Відповідно до моделі В. Кувенховен пропонує розглядати компетентність (competency) як «здатність обирати та використовувати (застосовувати) інтегровану комбінацію знань, умінь та ставлень з метою реалізувати задачу в певному контексті, частиною якого виступають особистісні характеристики, такі як мотивація, впевненість у собі, сила волі», а компетенцію (competence) як «норматив з виконання на належному рівні ключових професійних завдань, що відповідають певній кваліфікації» [33, с. 5].

Н. М. Бібік визначає *компетенцію* як «відчужену від суб'єкта, наперед задану соціальну норму (вимогу) до освітньої підготовки учня, необхідну для його якісної продуктивної діяльності в певній сфері, тобто соціально закріплений результат. Результатом набуття компетенції є

компетентність, яка на відміну від компетенції передбачає особистісну характеристику, ставлення до предмета діяльності. Компетенції можуть бути виведені як реальні вимоги до засвоєння учнями сукупності знань, способів діяльності, досвіду ставлень з певної галузі знань, якостей особистості, яка діє в соціумі. Ознакою компетенції є її специфічний предметний або загальнопредметний характер, що дає змогу визначити пріоритетні сфери формування (освітні галузі, навчальні предмети, змістові лінії).» [80, с. 409]. «Компетенції охоплюють не лише когнітивні та операційно-технологічні складові, а й мотиваційні, етичні, поведінкові, що ґрунтуються на ціннісних орієнтаціях» [81, с. 53].

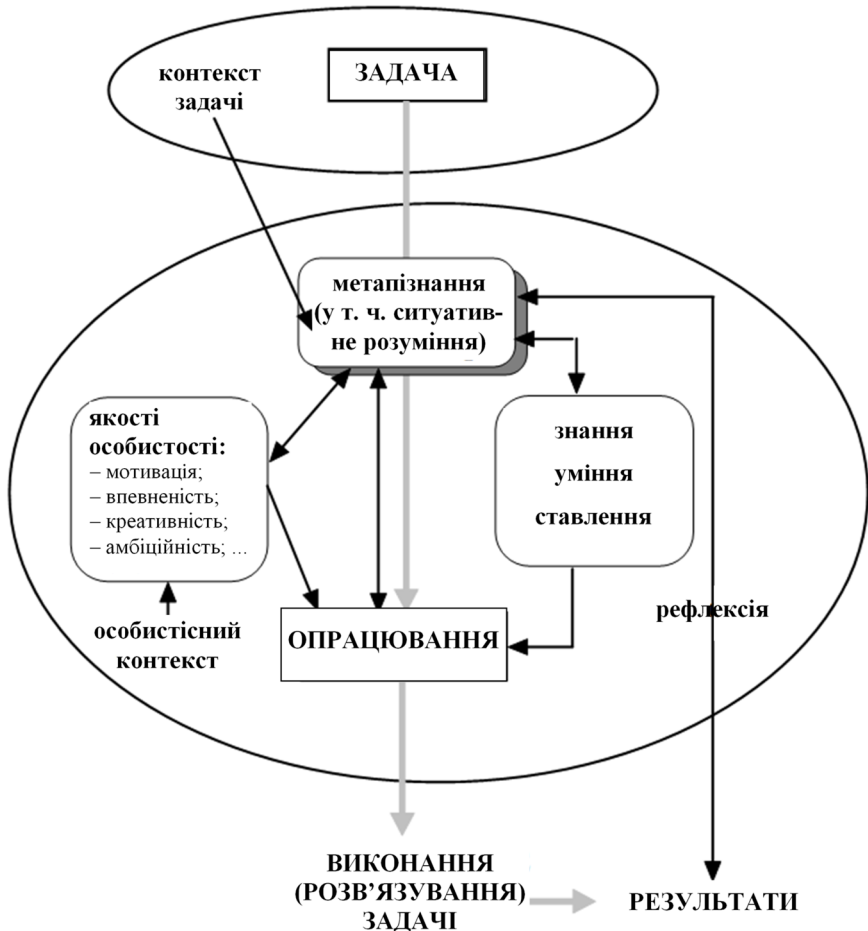


Рис. 1.5. Модель розв'язання задачі у процесі пізнавальної діяльності (за В. Кувенховеном [33])

Н. М. Бібік наголошує, що компетентність слід розуміти як інтегрований результат освіти, присвоєний особистістю, що передбачає зміщення акцентів із накопичення нормативно визначених знань, умінь і навичок на формування й розвиток умінь діяти, застосовувати досвід у проблемних умовах. Дослідник визначає компетентність як здатність діяти в конкретних умовах і мотиви досягти результату. Компетентність є цілісним утворенням, тобто ні знання, ні вміння, ні досвід діяльності самі по собі не є компетентністю [81, с. 52].

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [209] під компетентністю розуміють набуту в процесі навчання інтегровану здатність учня, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці, а під компетенцією – суспільно визнаний рівень знань, умінь, навичок, ставлень у певній сфері діяльності людини. Таким чином, *компетентність* – це особистісне утворення, що включає в себе набуті знання (когнітивний компонент), засвоєні способи діяльності (праксеологічний компонент), ставлення до них (аксіологічний компонент) та сформовані соціальні якості (соціально-поведінковий компонент).

Зауважимо, що деякі дослідники не розрізняють останні два компоненти, розглядаючи їх як ціннісний (мотиваційно-етичний та поведінковий) компонент. Крім того, Н. М. Бібік у [81] праксеологічний компонент називає операційно-технологічним, у той час як деякі інші дослідники – діяльнісним.

Компетентнісне ядро (*core competency*) – це набір професійних (*domain-specific*) та ключових (*generic*) компетентностей, необхідних для виконання на належному рівні ключових професійних завдань.

Ключова компетентність – «спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів» [209]. Ключові компетентності, на відміну від професійних, можуть застосовуватись як у професійній діяльності, так й у повсякденному житті.

На рис. 1.6 показано, що професійно компетентна особистість реалізує на належному рівні ключові професійні завдання завдяки сформованому у процесі професійної підготовки компетентнісному ядру, що утворюють професійні та ключові компетентності, складовими яких є набуті у процесі навчання знання, вміння та ставлення.

Визначенням ключових компетенцій (за [209], це «певний рівень знань, умінь, навичок, ставлень, які можна застосувати у сфері діяльності людини», тобто таких, що є найбільш необхідними людині в сучасному

суспільстві, й, отже, формування яких є першочерговою задачею освіти) активно займався ряд міжнародних організацій. Зокрема, країни-члени Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) в 1997 році ініціювали створення Програми міжнародної оцінки учнів та студентів (PISA). Перш за все в рамках цієї програми були зроблені спроби порівняти знання та навички учнів у галузях читання, математики, природничих дисциплін та розв'язування задач. Разом з тим дослідники цієї програми усвідомлювали, що успішність людини в житті залежить від набагато ширшого ряду компетентностей [55, с. 3]. Тому того ж 1997 року OECD в рамках PISA була започаткована програма визначення та відбору компетенцій (DeSeCo).

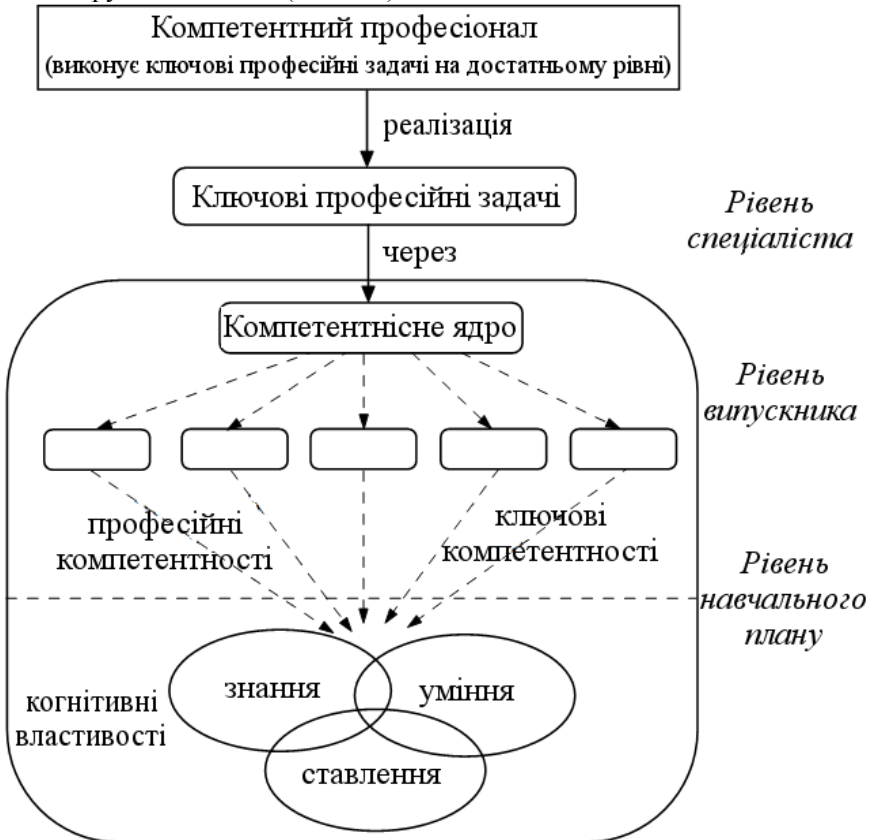


Рис. 1.6. Співвідношення між професійною компетентністю, компетентнісним ядром та складовими компетентності

Метою DeSeCo було, співпрацюючи з рядом вчених, експертів та

організацій, визначити невеликий набір ключових компетенцій. У рамках DeSeCo були сформульовані вимоги до ключових компетентностей [55, с. 4]:

– наслідки їх формування мають бути важливими для спільнот та індивідів;

– вони мають допомогти особистості у задоволенні найважливіших життєвих потреб у найрізноманітніших контекстах;

– вони мають бути важливими не лише для спеціалістів у певних галузях, а й для всіх людей.

Експерти DeSeCo розділили ключові компетенції на три великі категорії [55, с. 5]:

1) пов'язані з необхідністю індивіда використовувати широкий набір інструментів (від знання мов до вміння використовувати ІКТ) для взаємодії з середовищем;

2) пов'язані з необхідністю взаємодії з людьми з різним культурним контекстом, що є все більш актуальним в сучасному взаємозалежному світі;

3) пов'язані з необхідністю діяти автономно, нести відповідальність за результати таких дій та власноруч розпоряджатися власним життям.

Розглянемо детальніше кожну з вказаних категорій компетенцій. Перша з них, пов'язана з інтерактивним використанням засобів, передбачає більше ніж просто доступ до ресурсів та навички користування ними (читання книги, використання програмного забезпечення тощо): засіб виступає не лише пасивним посередником, а є інструментом в активному діалозі між особистістю та її оточенням. Експерти DeSeCo виділяють в цій категорії компетенцій три основні компетенції [55, с. 10-11]:

1.1) уміння інтерактивно використовувати мову, символи та текст (включає в себе усні та письмові мовні навички, математичні навички та вміння ефективно їх використовувати в різноманітних ситуаціях);

1.2) уміння інтерактивно використовувати знання та інформацію (включає в себе вміння визначити невідоме, вміння шукати та користуватися джерелами інформації, вміння оцінювати інформацію та її джерела, вміння організовувати знання та інформацію, тощо);

1.3) уміння інтерактивно використовувати технології (знання всіх можливих шляхів використання технології; задля інтерактивного використання технології користувач також має розуміти її природу).

Друга з вказаних категорій компетенцій, пов'язана із взаємодією у гетерогенних групах, розщеплюється на такі три компетенції:

2.1) уміння гарно ставитися до інших незалежно від їх культурних, релігійних чи інших особливостей (здатність до емпатії, ефективне

керування емоціями);

2.2) уміння співпрацювати (вміння доносити свої ідеї та дослухатися до інших, розуміння динаміки дискусії та дотримання порядку денного, вміння вибудовувати тактичні та постійні альянси, вміння вести переговори, здатність приймати рішення, які б ураховували різні думки);

2.3) уміння вирішувати конфлікти (вміння аналізувати різні точки зору, джерел конфлікту та аргументи сторін, визначати точки погодження та розбіжностей, переосмислювати проблему, визначати ступінь пріоритетності потреб та цілей).

Третя категорія компетенцій, пов'язана зі здатністю до самостійної діяльності, включає в себе:

3.1) уміння діяти в рамках загальної картини (потребує розуміння структури, культури, формальних та неформальних правил та заборон, що діють у даній соціальній групі, здатність передбачити прямі та непрямі наслідки своїх дій, уміння обирати між різними напрямками діяльності в залежності від того, наскільки їх наслідки здатні задовольнити особисті та спільні цілі);

3.2) уміння визначати та коригувати життєві плани та особисті проекти (вміння визначати наміри та ставити цілі, оцінювати необхідні ресурси, визначати пріоритети та удосконалювати цілі, розподіляти ресурси для досягнення кількох цілей, вчитися на минулих діях та прогнозувати результати майбутніх, слідкувати за станом проекту задля внесення необхідних змін);

3.3) уміння відстоювати права, інтереси, потреби та обмеження (розуміння чийогось власного інтересу, знання прав та принципів, на яких ґрунтуються відносини, вміння добирати аргументи задля визнання прав та потреб, пропонувати заходи чи альтернативні рішення).

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [209] визначаються такі ключові компетентності:

– інформаційно-комунікаційна компетентність – здатність учня використовувати ІКТ та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань;

– соціальна компетентність – здатність особистості продуктивно співпрацювати з партнерами у групі та команді, виконувати різні ролі та функції у колективі;

– громадянська компетентність – здатність учня активно, відповідально та ефективно реалізовувати права та обов'язки з метою розвитку демократичного суспільства;

– загальнокультурна компетентність – здатність учня аналізувати та оцінювати досягнення національної та світової культури, орієнтуватися в культурному та духовному контексті сучасного суспільства,

застосовувати методи самовиховання, орієнтовані на загальнолюдські цінності;

– здоров'язбережувальна компетентність – здатність учня застосовувати в умовах конкретної ситуації сукупність здоров'язбережувальних компетенцій, дбайливо ставитися до власного здоров'я та здоров'я інших людей.

Також до ключових компетентностей у [209] віднесені: уміння спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, уміння вчитися, підприємницька компетентність, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки.

У дослідженні І. В. Васильєвої [91] визначені принципи для розробки моделі методики формування ключових компетентностей, які включають загальнопедагогічні принципи (системності, безперервності освіти, внутрішньої диференціації), цільовий аспект, принципи відбору предметного матеріалу (проблематизація, особиста значущість, доступність та евристичність), принципи структурування навчального процесу, а також способи діагностики ключових компетентностей. На думку І. В. Васильєвої, основні положення компетентнісного підходу (а саме готовність проявити наявний досвід, освоювати нові способи діяльності, можливість проявити особистісну позицію) в практику викладання предметів природничого циклу логічно включаються при роботі учнів із застосуванням проектних і дослідницьких технологій.

Основними засобами формування ключових компетентностей учнів у процесі здійснення систематичної проектної та дослідницької діяльності з фізики, згідно [91], можуть стати проблемні фронтальні лабораторні роботи, учнівські тематичні дослідження, фронтальний експеримент, домашні тематичні дослідження, реферативні роботи учнів, інтегровані природничі проекти. Діагностика рівнів формування в учнів ключових компетентностей може здійснюватися із застосуванням: планового тематичного контролю (контрольні роботи, що містять текстові, проблемні, графічні і експериментальні завдання, контрольні завдання на встановлення відповідності, виконані дослідницькі роботи, міні-проекти, вибіркового контролю на уроці в процесі виконання інформаційних робіт тощо); «діяльнісного» контролю (різноманітні заплановані на уроці та на факультативах демонстрації презентацій творчих завдань, виступи, захисти тощо); самоконтролю (заповнення анкет, опитувальних листів перспективно і ретроспективно).

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [209] компетентнісний підхід [182] визначається як спрямованість навчально-виховного процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна

(галузева) компетентності.

Предметна (галузева) компетентність – набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань; предметна компетенція – сукупність знань, умінь та характерних рис у межах змісту конкретного предмета, необхідних для виконання учнями певних дій з метою розв'язання навчальних проблем, задач, ситуацій. Предметні (галузеві) компетентності стосуються змісту конкретної освітньої галузі чи предмета, і для їх опису у [209] використовуються такі ключові поняття: «знає і розуміє», «уміє і застосовує», «виявляє ставлення і оцінює» тощо.

До предметних (галузових) компетентностей належать:

- комунікативна (комунікативна компетентність) – здатність особистості застосовувати у конкретному виді спілкування знання мови, способи взаємодії з людьми, що оточують її та перебувають на відстані, навички роботи у групі, володіння різними соціальними ролями;

- міжпредметна естетична компетентність – здатність виявляти естетичне ставлення до світу в різних сферах діяльності людини, оцінювати предмети і явища, їх взаємодію, що формується під час опанування різних видів мистецтва;

- предметна мистецька компетентність – здатність до розуміння і творчого самовираження у сфері музичного, образотворчого та інших видів мистецтва, що формується під час сприймання творів таких видів мистецтва і їх практичного опанування;

- проектно-технологічна компетентність – здатність учнів застосовувати знання, уміння та особистий досвід у предметно-перетворювальній діяльності;

- інформаційно-комунікаційна компетентність – здатність учня використовувати ІКТ та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань;

- здоров'язбережувальна компетентність – здатність учня застосовувати в умовах конкретної ситуації сукупність здоров'язбережувальних компетенцій, дбайливо ставитися до власного здоров'я та здоров'я інших людей;

- літературна компетентність;

- природничо-наукова компетентність;

- математична компетентність;

- суспільствознавча компетентність;

- історична компетентність.

Міжпредметна компетентність – здатність учня застосовувати щодо міжпредметного кола проблем знання, уміння, навички, способи

діяльності та ставлення, які належать до певного кола навчальних предметів і освітніх галузей [209]. Міжпредметні компетенції можна виділити із спільних складових декількох предметних компетенцій.

Зокрема, здоров'язбережувальна компетентність як ключова формується на міжпредметному рівні шляхом оволодіння предметними компетенціями з урахуванням специфіки предметів та пізнавальних можливостей учнів основної школи, а як предметна – у результаті засвоєння змісту предметів освітньої галузі і оволодіння учнями відповідними компетенціями. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів, зміст якої є інтегративним, відбувається у результаті застосування під час вивчення всіх предметів навчального плану діяльнісного підходу. Навчальними програмами обов'язково передбачається внесок кожного навчального предмета у формування зазначеної компетентності.

Загальнонавчальна компетентність (уміння вчитися за [209]) розвивається протягом всього життя, проте найбільші темпи її розвитку припадають на допрофесійну (профільне навчання), професійну (навчання на рівні молодшого бакалавра, бакалавра та магістра) та перший етап післяпрофесійної підготовки (навчання за програмою доктора філософії тощо).

У процесі формального навчання найвищого рівня розвитку ключова загальнонавчальна компетентність (уміння вчитися за [209]) набуває у академічно компетентного випускника ЗВО. А. Мейєрс (A. W. M. Meijers), К. ван Оверфельд (C. W. A. M. van Overveld) та Я. Пернет (J. C. Perrenet) [16] говорять про необхідність виділення змістовно обґрунтованих компетенцій, які б відрізняли академічну (класичну вищу) освіту. Дослідники визначили такі академічні компетенції [16, с. 4-5]:

1. Компетенція з однієї чи кількох наукових дисциплін (випускник університету володіє науковими знаннями; компетентність розвивається протягом усього навчання).

2. Компетенція з проведення досліджень (випускник володіє компетентністю з набуття нових наукових знань через проведення досліджень).

3. Компетенція з конструювання (під конструюванням розуміють наукову діяльність, направлену на розробку нових або модифікацію існуючих об'єктів матеріального світу).

4. Компетенція з володіння науковим підходом (випускник володіє системним підходом до розв'язування задач, що характеризується розвитком та використанням теорій, моделей та їх інтерпретацій, критично мислить та має власний погляд на природу науки та

технологій).

5. Базові інтелектуальні навички (випускник є компетентним у аргументуванні, сприйнятті та формуванні суджень. Ці навички формуються як у контексті конкретної дисципліни, так і за її межами в різноманітних видах діяльності).

6. Компетенція зі співпраці та спілкування (випускник повинен уміти працювати з іншими. Це означає не лише адекватну взаємодію чи лідерські якості, а й уміння спілкуватися з колегами та не колегами. Також випускник повинен уміти брати участь у публічних наукових дебатах).

7. Урахування часового та соціального контексту (наука та технологія не є ізольованими та завжди мають часовий та соціальний контекст. Випускник, перебуваючи в цьому контексті, має бути компетентним у інтеграції суспільних поглядів у свою наукову роботу).

На рис. 1.7 показано співвідношення академічних компетенцій.

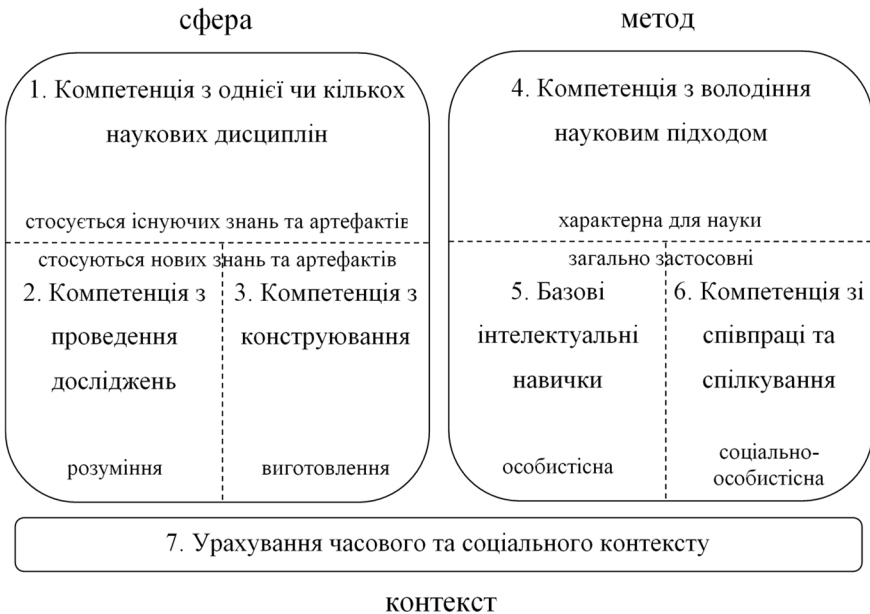


Рис. 1.7. Система академічних компетенцій за [16]

Найбільш загальними виступають компетенції 5 (як особистісна) та 6 (як соціально-особистісна). Компетенція 4 формується на основі компетенцій 5 та 6. Компетенція 1 стосується навчальної діяльності, а компетенції 2 та 3 – дослідницько-конструкторської. Компетенція 7 відображає суспільно-історичний контекст діяльності.

Також авторами [16] визначені кваліфікаційні вимоги для кожної компетенції. Вимоги для компетенції з проведення досліджень, наведені у табл. 1.2, можуть бути використані для визначення її змісту на попередніх етапах її формування (у профільному навчанні фізики).

Таблиця 1.2

Кваліфікаційні вимоги для компетенції з проведення досліджень

Бакалавр	Магістр
Здатен переформулювати задачі дослідження, враховуючи при цьому систему зв'язків. Відстоює нову інтерпретацію (знання, уміння, ставлення)	Те саме для проблем більш складної природи (знання, уміння, ставлення)
Уважний. Може відкривати нові точки зору на тривіальному матеріалі (знання, уміння, ставлення)	Те саме та здатен упроваджувати ці ідеї для нових застосувань (знання, уміння, ставлення)
Здатен (під керівництвом) скласти та виконати план дослідження (знання, уміння)	Те саме незалежно (знання, уміння)
Може працювати на різних рівнях абстракції (знання, уміння)	Ураховуючи стадію процесу дослідження, обирає відповідний рівень абстракції (знання, уміння, ставлення)
Розуміє (там, де це необхідно) важливість інших дисциплін (знання, ставлення)	Здатен за необхідності звертатися до інших дисциплін в своєму дослідженні (знання, уміння, ставлення)
Знає про мінливість процесу дослідження залежно від зовнішніх обставин або зміну розуміння (знання, ставлення)	Здатен упоратися з мінливістю процесу дослідження через зміну зовнішніх обставин або зміну розуміння. Вміє керувати процесом, виходячи з цього (знання, уміння, ставлення)
Може отримати доступ до дослідження з огляду на його корисність (знання, уміння)	Може отримати доступ до дослідження з огляду на його наукове значення (знання, уміння, ставлення)
Здатен (під керівництвом) зробити внесок у розвиток наукового знання в одній чи декількох галузях (знання, уміння)	Те саме, але незалежно (знання, уміння, ставлення)

Таким чином, генезис ключової загальнонавчальної компетентності (уміння вчитися) створює умови для виділення у ній компетентностей, пов'язаних із проведенням навчальних та наукових досліджень.

Доцільність формування дослідницьких компетентностей учнів, згідно С. М. Скарбич, обумовлена такими положеннями:

– формування дослідницьких компетентностей в учнів є своєрідною пропедевтикою науково-дослідницької діяльності;

– вікові особливості підлітків (прагнення до самовизначення, самовдосконалення, оцінювання своїх особистісних рис; вольові риси характеру: завзятість при досягненні цілей, уміння долати перешкоди та труднощі; здатність до абстрактного мислення, що зростає з кожним роком, функціонує за допомогою гіпотез і дедукції та ін.) сприяють найбільш ефективному формуванню даних компетентностей [240, с. 8].

М. В. Золочевська розглядає модель дослідницької компетентності, виділяючи в ній групи компетентностей, які відповідають етапам дослідницької діяльності:

– проектувальному етапу відповідає група компетентностей «Визначення і ідентифікація (проблеми, об'єкта, предмета, гіпотез, понять)»;

– інформаційному етапу відповідає група компетентностей «Пошук і доступ до даних і відомостей»;

– аналітичному етапу відповідає група компетентностей «Інтеграція інформації, перевірка гіпотез»;

– практичному (представницькому) етапу відповідає група компетентностей «Створення, передача, впровадження нового знання» [120, с. 90-91].

Оскільки всі перераховані групи компетентностей у тій чи іншій мірі є результатом дослідницької діяльності та на певному рівні сформованості можуть існувати окремо одна від одної, то, на нашу думку, доцільніше говорити про них як про дослідницькі компетентності, а не як про складові однієї дослідницької компетентності.

Становлення дослідницької компетентності учнів В. В. Вербицький визначає як «процес цілеспрямованого, закономірного розвитку навичок і вмінь визначення мети, цілевиконання в дослідницькій діяльності. Дослідницька діяльність виступає як форма організації освітнього процесу, як мотивована, самоорганізована діяльність, обумовлена логікою наукового дослідження та особистісним ставленням до розглянутої проблеми і спрямована на отримання нового знання» [94, с. 46]. Формування дослідницької компетентності, на думку В. В. Вербицького, дає змогу проводити дослідження на метапредметному рівні.

С. М. Скарбич поділяє результати навчання на такі групи:

– особистісні результати (ціннісні орієнтації випускників шкіл, що відображають їх індивідуально-особистісні позиції, мотиви освітньої діяльності, особистісні якості);

– метапредметні результати (універсальні способи діяльності, що можуть бути застосовані як у рамках навчального процесу, так і в реальному житті);

– предметні результати (компетентності, специфічні для даної області знань).

Дослідницькі компетентності С. М. Скарбич відносить до групи метапредметних результатів [240, с. 7].

Л. В. Форкунова [300] стверджує, що предметна дослідницька компетентність розвивається на базі дослідницької поведінки учня, пов'язаної зі спробами застосування предметних знань при вирішенні позапредметних проблем, а також якостей, що відносяться до ключових та предметних компетентностей. У результаті цієї інтеграції особистісні якості, що стосуються різних ключових та предметних компетентностей, перетворюються на своєрідні компоненти дослідницької компетентності в предметній області:

– мотиваційний компонент (прийняття на себе проблеми замовника дослідження, оцінка можливості її вирішення засобами предмету і т. д.);

– інформаційний компонент (аналіз теоретичної та емпіричної інформації, що міститься в теоретичній моделі і т. д.);

– когнітивний компонент (знання про основні моделі предметної області, методи і засоби їх дослідження, деякі області застосування предметних знань і т. д.);

– комунікативний компонент (уміння переформулювати завдання мовою предмету і навпаки на основі міжпредметних зв'язків, навички роботи в групі, досвід публічних виступів, дискусій тощо);

– діяльнісний компонент (проведення вимірювальних і конструктивних експериментів, володіння загальнонауковими методами дослідження, реалізація відомих методів дослідження предметних моделей і т. д.);

– компонент особистісного самовдосконалення (готовність до самостійного оволодіння знаннями, значущими для побудови предметної моделі, на основі інформації, представленої в навчальній, довідковій літературі та ін.; оцінювання достатності / недостатності наявних знань для проведення дослідження тощо);

– ціннісно-смісловий компонент (оцінка можливості використання відомих предметних моделей для вирішення проблеми, оцінка і коригування результатів дослідження тощо).

Н. А. Александрова виділяє дві групи дослідницьких компетентностей (загальні та спеціальні компетентності), якими повинні оволодіти учні в процесі навчання. Для історико-родовідного краєзнавства дослідник виділяє такі складові спеціальних компетентностей: орієнтування в питаннях історії, теорії та практики розвитку генеалогії, генеалогічної термінології; володіння основними методами проведення історико-родовідного краєзнавчого дослідження; вміння: збирати, систематизувати та узагальнювати отримані дослідні дані генеалогічного характеру; аналізувати біографічні документи; складати родовідні схеми, родовідні розписи та хронологічні таблиці життя досліджуваних осіб; подавати біографії, автобіографію, родовід; виявляти джерела з Інтернет-сайтів, спілкуватися з потенційними інформантами на предмет пошуку родичів та складання родоводу; орієнтування в спеціальних комп'ютерних програмах з пошуку родичів та складання родовідних таблиць; навички самостійного проведення історико-родовідного краєзнавчого дослідження, його опису, оформлення та публічного подання [68, с. 152-153].

У табл. 1.3 наведено підходи різних дослідників до трактування поняття дослідницької компетентності.

Таблиця 1.3

Підходи до трактування дослідницьких компетентностей

Дослідники	Трактування
О. А. Нестерова [191]	<i>дослідницька компетентність</i> – це здатність особистості застосовувати в дослідницькій діяльності сукупність особистісних новоутворень, що відображають розвиток усіх сфер свідомості як умови становлення культури особистості
Н. О. Федотова [296]	<i>дослідницька компетентність</i> – це інтегративна особистісна властивість, яка проявляється в усвідомленій готовності та здатності учня займатися навчальним дослідженням
М. Ю. Гармашов [97]	<i>дослідницька компетентність учнів</i> є результатом засвоєння досвіду дослідницької діяльності і включає систему методологічних знань, дослідницьких умінь, досвід постановки і вирішення дослідницьких завдань з різними умовами
Л. В. Форкунова [300]	<i>дослідницька компетентність</i> – це інтегративна якість особистості, що передбачає готовність і здатність до здійснення в тій чи іншій формі та з

Дослідники	Трактування
	тим чи іншим ступенем самостійності науково-дослідної діяльності в предметній галузі
Ж. В. Шабанова [306]	<i>дослідницька компетентність</i> – це інтегративна особистісна властивість, що виражається в усвідомленій готовності та здатності самостійно опановувати та отримувати системи нових знань, умінь, навичок і способів діяльності
О. А. Ушаков [292]	<i>дослідницька компетентність</i> – це інтегральна якість особистості, що виражається в готовності і здатності до самостійної діяльності з розв’язання дослідницьких задач і творчого перетворення дійсності на основі сукупності особистісно осмислених знань, умінь, навичок, ціннісних відносин. У структурі дослідницької компетентності учнів визначаються взаємопов’язані компоненти: мотиваційний, ціннісно-смісловий, когнітивний, діяльнісний та емоційно-вольовий
Я. В. Кривенко [136]	<i>дослідницька компетентність</i> – це здатність особистості вирішувати дослідницькі завдання, що вимагають самостійного творчого вирішення, оволодіння методами наукового пізнання в процесі діяльності. Сутність дослідницької компетентності старшокласників проявляється через зв’язок її компонентів: мотиваційного, інформаційного, когнітивного, комунікативного, рефлексивного
О. В. Ушакова [293]	<i>дослідницька компетентність</i> – це сукупність знань у певній галузі, наявність дослідницьких умінь (бачити і вирішувати проблеми на основі висування і обґрунтування гіпотез, ставити мету і планувати діяльність, здійснювати збір та аналіз необхідної інформації, вибирати найбільш оптимальні методи, виконувати експеримент, представляти результати дослідження), наявність здатності застосовувати ці знання та вміння в конкретній діяльності
А. Е. Ішкова [121]	<i>дослідницька компетентність</i> учня професійного ліцею являє собою особистісну характеристику, що включає дослідні

Дослідники	Трактування
	компетенції, здатність застосовувати їх на практиці, умінь аналізу професійної складової діяльності, ціннісного ставлення до праці
Т. В. Альнікова [71]	<i>дослідницька компетентність</i> включає в себе вміння спостерігати, вимірювати, проводити експеримент, будувати емпіричні залежності, індуктивні міркування і моделі. <i>Проектно-дослідницька компетентність</i> – це сукупність предметних знань у певній галузі, знань про структуру проектної та дослідницької діяльності, наявність проектних та дослідницьких умінь (вирішувати проблеми на основі висунування й обґрунтування гіпотез, ставити мету діяльності, планувати діяльність, здійснювати добір та аналіз необхідної інформації, експериментувати, подавати результати дослідження), наявність здатності застосовувати ці знання та вміння в конкретній діяльності
І. В. Дементьева [107]	<i>проектно-дослідницька компетентність учнів старших класів</i> – це вид компетентності, що забезпечує продуктивне і особистісно-осмислене виконання проектно-дослідницької діяльності, орієнтованої на професійне майбутнє, самовираження і самореалізацію старшокласника
Л. М. Репета [223]	<i>інформаційно-дослідницька компетенція учнів</i> – це сукупність знань, умінь і особистісних якостей, спрямованих на самостійне отримання та перетворення інформації з метою вирішення навчальних проблем у процесі освоєння загальноосвітніх програм
О. В. Феськова [299]	<i>предметна дослідницька компетентність</i> – це інтегральна особистісна якість, що виражається в усвідомленій готовності та здатності самостійно опановувати та отримувати системи нових знань в результаті переносу змістового контексту діяльності від функціонального до перетворювального, базуючись на опанованій сукупності знань, умінь, навичок і способів діяльності

Дослідники	Трактування
Н. О. Єрмакова [111]	<i>дослідницька компетентність</i> пов'язана з оволодінням учнями основними методами наукового дослідження, готовністю до виконання завдань дослідницького характеру, розробляти та захищати дослідницькі проекти.
С. М. Скарбич [241]	<i>дослідницька компетентність</i> включає в себе такі компоненти: операційні (висувати та доводити гіпотезу, критично аналізувати результати), організаційні (планувати власну діяльність, раціонально використовувати час та засоби діяльності), співробітницькі (працювати у групі, здійснювати взаємодопомогу та взаємоконтроль), рефлексивні (аналізувати та оцінювати власну діяльність).

Наведені у табл. 1.3 трактування можна узагальнити у такий спосіб:

1) *дослідницька компетентність* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення дослідницької діяльності та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти;

2) *дослідницька компетентність учня* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення навчально-дослідницької діяльності та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти;

3) *предметна дослідницька компетентність учня* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення предметної навчально-дослідницької діяльності та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти.

Як було показано у п. 1.1, формування дослідницьких компетентностей відноситься до основних завдань профільного навчання. Основу дослідницьких компетентностей старшокласників складають предметні дослідницькі компетентності. Ураховуючи міжпредметний характер та системний зміст дослідницької діяльності, з одного боку, світоглядну та соціокультурну роль фізики як філософії науки та методології природознавства [208], під *дослідницькими компетентностями старшокласників з фізики* розумітимемо системну властивість особистості, що проявляється в готовності та здатності до здійснення навчально-дослідницької діяльності з фізики та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний і соціально-

поведінковий компоненти.

Висновки до розділу 1

1. Згідно Концепції профільного навчання у старшій школі, реалізація мети і завдань профільного навчання здійснюється на основі принципів соціальної рівноваги, наступності й неперервності, гнучкості, варіативності, діагностико-прогностичної реалізованості, диференціації та індивідуалізації. Узагальнення цих принципів надало можливість уточнити означення профілю навчання у такий спосіб: *профіль навчання* – це спосіб організації диференційованого особистісно орієнтованого навчання, який передбачає розширене, поглиблене, професійно спрямоване та особистісно значуще вивчення циклу споріднених профільних предметів. Реалізація профільного навчання вимагає побудови навчального середовища, спрямованого на розвиток дослідницької та проектної діяльності учнів через формування відповідних компетентностей.

2. Аналіз Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти показує, що елементи дослідницької діяльності притаманні освітнім галузям «Мови і літератури», «Суспільствознавство», «Математика», «Природознавство» та «Технології». При цьому розрізняють *наукові дослідження* (вид пізнавальної діяльності людини, спрямований на вироблення об'єктивно нового знання), *навчальні дослідження* (вид навчально-пізнавальної діяльності, спрямований на вироблення суб'єктивно нового знання), *навчально-наукові дослідження* (вид навчально-пізнавальної діяльності, спрямований на вироблення суб'єктивно нового знання та окремих складових об'єктивно нового знання). У процесі навчально-дослідницької діяльності учнів формуються їх дослідницькі компетентності. Доцільність формування дослідницьких компетентностей учнів профільної школи обумовлена тим, що навчально-дослідницька діяльність є своєрідною пропедевтикою науково-дослідницької діяльності, а також тим, що особливості розвитку інтелекту в ранньому юнацькому віці сприяють найбільш ефективному формуванню цих компетентностей.

3. Процес навчального дослідження з фізики має відображати процес творчого пізнання у фізиці. Одним з видів навчально-дослідницької діяльності учнів є розв'язування дослідницьких задач. Етапи розвитку наукового мислення учнів у процесі навчання фізики в цілому відповідають послідовності розв'язування фізичних задач та етапам навчально-дослідницької діяльності учнів: отримання наукових фактів; узагальнення та систематизація наукових фактів; цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в

них, створення проблемної ситуації; висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації; створення моделі (в тому числі й комп'ютерної); перевірка адекватності моделі; обчислювальний експеримент; перенесення результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт; проведення експерименту з реальним об'єктом; формулювання висновків; визначення напрямів подальших досліджень.

4. Одним з основних завдань упровадження компетентнісного підходу в школі є створення найкращих умов для набуття учнями досвіду діяльності в різних соціально та особистісно значущих ситуаціях, зокрема, пов'язаних із майбутньою професійною діяльністю. Нормативне відображення державних та суспільних вимог до результатів навчання у складових освітніх стандартів подається через соціально закріплені результати – компетенції: відчужені від суб'єкта, наперед задані соціальні норми (вимоги) до освітньої підготовки учня, необхідні для його якісної продуктивної діяльності в певній сфері. У навчанні фізики дослідницькі компетенції можуть бути виведені як реальні вимоги до засвоєння учнями сукупності фізичних знань, необхідних для здійснення навчально-дослідницької діяльності, способів її реалізації, досвіду такої діяльності та ставлення до неї. Результатом набуття компетенції є компетентність – особистісне утворення, що включає в себе набуті знання (когнітивний компонент), засвоєні способи діяльності (праксеологічний компонент), ставлення до них (аксіологічний компонент) та сформовані соціальні якості (соціально-поведінковий компонент). Однією з ключових компетентностей є загальнонавчальна компетентність (уміння вчитися). Достатній рівень сформованості загальнонавчальної компетентності старшокласників є необхідною умовою формування у профільному навчанні фізики їх дослідницьких компетентностей, що надалі стануть складовою системи академічних компетентностей випускника ЗВО, яка, зокрема, включає в себе компетентності з фізики та споріднених дисциплін, компетентності з розробки нових або модифікації існуючих об'єктів матеріального світу, компетентності з володіння системним підходом до розв'язування задач.

5. Тракуювання різними дослідниками поняття дослідницької компетентності можна узагальнити таким чином: *дослідницька компетентність* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення дослідницької діяльності та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти; *дослідницька компетентність учня* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення навчально-дослідницької діяльності та включає в себе

когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти; *предметна дослідницька компетентність учня* – це особистісне утворення, що проявляється в готовності та здатності до здійснення предметної навчально-дослідницької діяльності та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий компоненти; *дослідницькі компетентності старшокласників з фізики* – це системна властивість особистості, що проявляється в готовності та здатності до здійснення навчально-дослідницької діяльності з фізики та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний і соціально-поведінковий компоненти.

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

2.1 Моделювання процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики

М. Ю. Гармашов розглядає дослідницькі компетентності учнів з фізики як «єдність розуміння ними методології фізичного дослідження, володіння орієнтовною основою та досвідом застосування методів фізичного дослідження в різних ситуаціях» [97, с. 5-6].

Автори [285], спираючись на роботи попередників, визначили такі компоненти дослідницької компетенції:

- готовність до прояву особистісних якостей у дослідницькій діяльності, поведінці учня;
- обізнаність у засобах, способах виконання дослідницьких дій, здійснення норм та правил, що складають зміст дослідницької діяльності;
- досвід реалізації дослідницьких знань та умінь;
- ціннісно-сміслові відношення до змісту дослідницької компетенції, його особистісна значимість;
- емоційно-вольова регуляція, як здатність регулювати прояви дослідницької компетенції [285, с. 79].

У структурі дослідницької компетентності автори [285] виділяють такі групи умінь і навичок:

– *мисленнєві уміння й навички* (аналіз, порівняння, узагальнення та систематизація, визначення та пояснення понять, цілепокладання, планування, проектування, моделювання, прогнозування, інтегрування знань, доведення та спростування, навички вирішення проблем, висунення ідей, формулювання гіпотез, вміння обирати успішні стратегії діяльності в складних ситуаціях, самоаналіз, рефлексія, самовдосконалення, саморегулювання, саморозвиток, професійний розвиток тощо);

– *пошукові й інформаційні* (уміння та навички працювати з різними джерелами інформації, знаходити інформацію за каталогами, контекстний пошук у гіпертексті та Інтернеті, формулювання ключових слів, структурування інформації, прийом і передача інформації, представлення її у різних формах, зберігання, оцінювання інформації, володіння масмедійними, мультимедійними технологіями, електронною, Інтернет-технологією, комп'ютерна грамотність тощо);

– *комунікативні й соціальної взаємодії* (уміння слухати й розуміти

інших, виражати себе, знаходити компроміс, виходити із конфліктів, взаємодіяти в групі, повага і прийняття інших, співробітництво й толерантність, володіння мовами та ораторською майстерністю тощо; презентаційні навички – побудова доповіді, вибір способів наочної презентації, підготовка письмового звіту про роботу тощо);

– *спеціальні дослідницькі навички* (проведення інструментального експерименту, обробка, аналіз та представлення результатів, навички пізнавальної діяльності тощо) [285, с. 80-81].

Автори [285] виділяють *мотиваційний, когнітивний та діяльнісний (операційний)* компоненти дослідницької компетентності.

Розглядаючи дослідницькі роботи в рамках МАН, автори [285] зазначають, що вона складається з трьох компонентів: *підготовчого* (вибір тематичного напрямку дослідження, його планування), *виконавчого* (проведення експериментального дослідження, оформлення результатів) та *презентаційного* (прилюдний захист роботи) [285, с. 83].

Зауважимо також, що дослідницькі компетентності старшокласників (зокрема, предметні) є взаємопов'язаними, та результатом їх формування стає системна динамічна властивість особистості.

Формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики вимагає попереднього обґрунтування вибору відповідних компетенцій як наперед визначених вимог. Кожну компетенцію, за алгоритмом Д. О. Засекіна [118, с. 8-9], визначимо згідно особливостей здійснення навчально-дослідницької діяльності. З метою конкретизації вимог до сформованості компонентів дослідницьких компетентностей опишемо їх на різних рівнях сформованості у *матрицях компетентностей* (додаток А).

Для цього було проведено опитування експертів (50 % – фахівці вищої школи, 44 % – середньої, 6 % – педагогічних НДІ). За результатами бланкового (додаток В) та онлайн анкетування [173] були виділені дослідницькі компетенції, згруповані за основними етапами дослідницької діяльності:

І етап – *підготовчий* (планування, моделювання, добір та підготовка знарядь та засобів для спостереження та вимірювання, проектування, постановка задачі тощо) передбачає формування таких компетентностей:

- компетентність з розробки моделей (перша дослідницька компетентність першого етапу дослідження – ДК11);
- здатність до планування дослідження (ДК12);
- здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності (ДК13);
- здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження (ДК14);

– здатність прогнозувати результати дослідження (ДК15);

II етап – *діяльнісний* (виконання плану, обчислювальний експеримент, застосування знарядь та засобів для фіксації перебігу фізичних процесів, реалізація проекту, розв’язання задачі тощо):

– здатність проводити обчислювальні експерименти (ДК21);

– здатність використовувати вимірювальні прилади (ДК22);

– здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження (ДК23);

– здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання (ДК24);

III етап – *узагальнювальний* (перевірка досягнення мети та коригування плану, висновки про адекватність та напрями вдосконалення моделі, перевірка та відновлення залежностей, опрацювання та подання результатів проекту, формулювання відповіді до задачі тощо):

– здатність використовувати методи математичної статистики (ДК31);

– здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації (ДК32);

– здатність робити висновки з одержаних результатів (ДК33);

– здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження (ДК34);

– здатність до вдосконалення комп’ютерної моделі чи натурального експерименту (ДК35);

Розглянемо типові дослідницькі завдання, наведені у [285] та проаналізуємо, на формування яких дослідницьких компетентностей вони спрямовані в першу чергу.

Із табл. 2.1 видно, що запропонована експертами система дослідницьких компетентностей гарно співвідноситься з дослідницькими завданнями, що їх пропонують автори [285].

Таблиця 2.1

**Формування дослідницьких компетентностей учнів
при виконанні дослідницьких завдань**

Дослідницькі завдання [285, с. 83-84]	Дослідницькі компетентності
<i>I. Вибір тематики, напрямку дослідження:</i>	<i>I. Підготовчий етап</i>
сформулюйте проблему (проблеми), що необхідно розв’язати в межах майбутнього дослідження;	– здатність до планування дослідження;
запропонуйте гіпотезу щодо вирішення певної проблеми;	– здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності;

Дослідницькі завдання [285, с. 83-84]	Дослідницькі компетентності
сформулюйте цілі та задачі дослідження;	– здатність прогнозувати результати дослідження
визначте об'єкт та предмет дослідження;	
сформулюйте тему роботи.	
<i>II. Планування роботи з дослідження:</i>	
складіть тезаурус дослідження та здійсніть інформаційний пошук за ключовими поняттями;	
оберіть метод дослідження;	
складіть проект дослідницької роботи;	
сформулюйте гіпотезу експерименту, визначивши досліджувані параметри (залежні та незалежні змінні); складіть план експерименту.	
<i>III. Проведення експериментального дослідження:</i>	<i>II. Діяльнісний етап</i>
організуйте та виконайте експеримент;	– здатність проводити обчислювальні експерименти; – здатність використовувати вимірювальні прилади; – здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження
виконайте статистичну обробку та аналіз отриманих даних;	здатність використовувати методи математичної статистики
обговоріть результати з фахівцями даної проблематики;	– здатність робити висновки з одержаних результатів;
визначте проблеми, які ще не вирішені.	– здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження
<i>IV. Оформлення результатів дослідження:</i>	<i>III. Узагальнювальний етап</i>
відберіть та структуруйте зібрані матеріали дослідження;	здатність робити висновки з одержаних результатів
складіть зміст дослідницької роботи	здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів
оформіть роботу згідно з вимогами.	

Дослідницькі завдання [285, с. 83-84]	Дослідницькі компетентності
<i>V. Презентація дослідницької роботи:</i>	дослідження та їх презентації
оберіть форму презентації результатів дослідження;	
оформіть презентацію згідно вимог;	
підготуйтеся до виступу та захисту дослідницької роботи.	

Основна відмінність полягає в тому, що опитані експерти, на відміну від авторів [285], окремо виділили компетентності, пов'язані з моделюванням: компетентність з розробки моделей підготовчого етапу, здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання діяльнісного та здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту.

Задля оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики були визначені критерії оцінювання кожної групи дослідницьких компетентностей за чотирма рівнями:

- 0 – початковий рівень сформованості (0-3 бали);
- 1 – базовий рівень сформованості (4-6 балів);
- 2 – підвищений рівень сформованості (7-9 балів);
- 3 – поглиблений рівень сформованості (10-12 балів).

У таблицях додатку А компоненти компетентностей позначені так: К – когнітивний, П – праксеологічний, А – аксіологічний, С – соціально-поведінковий.

Компетентність з розробки моделей (ДК11) у профільному навчанні фізики передбачає формування в учня здатності виокремлювати важливі в рамках даного досліду риси фізичних об'єктів, процесів та явищ, розробляти їх моделі самостійно та у команді, розуміти особистісну та суспільну значущість діяльності з розробки моделей. Критерії оцінювання сформованості компетентності з розробки моделей подано у табл. А.1.

Здатність до планування дослідження (ДК12) передбачає формування в учня здатності розділяти дослідження на етапи та виокремлювати основні дії на кожному з них, володіння методикою планування дослідження, уміння скласти та скоригувати план досліду, усвідомлення важливості діяльності з планування дослідження в навчанні та професійній діяльності, вміння спланувати групову роботу в рамках дослідження та координувати її. Критерії оцінювання сформованості

здатності до планування дослідження подано у табл. А.2.

Здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності (ДК13) передбачає формування в учня здатностей до автоматизації та структурування проектування дослідницької діяльності за допомогою засобів ІКТ, а саме: оволодіння методологією управління проектами, методикою добору спеціалізованих засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності, уміннями розв'язувати задачі управління дослідницькими проектами із використанням спеціалізованих засобів ІКТ, навичками використання засобів ІКТ проектування дослідницької діяльності для організації спільної роботи та формування спрямованості на використання спеціалізованих засобів ІКТ управління проектами для проектування дослідницької діяльності. Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності подано у табл. А.3.

Здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження (ДК14) передбачає оволодіння учнем методикою добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження, набуття умінь, навичок та цінностей з ефективної організації відповідної власної та спільної діяльності. Критерії оцінювання сформованості здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження подано у табл. А.4.

Здатність прогнозувати результати дослідження (ДК15) передбачає наявність в учня системних знань явищ природи, необхідних й достатніх для самостійного адекватного прогнозування результатів дослідження, враховуючи можливі варіанти проходження досліду, та успішного досвіду такої діяльності, усвідомлення ролі прогнозування при постановці наукових та навчальних досліджень і важливості відповідального підходу до цього етапу дослідження. Критерії оцінювання сформованості здатності прогнозувати результати дослідження подано у табл. А.5.

Здатність проводити обчислювальні експерименти (ДК21) передбачає наявність в учня системних знань методів математичного моделювання, вмінь їх доцільного добору та використання, розуміння важливості обчислювальних експериментів у сучасному житті, усвідомлення їх переваг та недоліків у порівнянні з натурними експериментами, навичок групової роботи. Критерії оцінювання сформованості здатності проводити обчислювальні експерименти подано у табл. А.6.

Здатність використовувати вимірвальні прилади (ДК22) передбачає знання, розуміння та свідоме дотримання правил техніки

безпеки при самостійній та колективній роботі, спрямованість на їх виконання та запобігання порушення, володіння учнем методами визначення необхідних параметрів приладів та відповідних модифікацій схем дослідів, вміннями добирати доцільні вимірювальні прилади, визначати їх параметри та відповідним чином модифікувати схему дослідів, організувати свою роботу та роботу інших членів групи з проведення вимірювань, налаштованість на використання широкого спектру вимірювальних приладів у рамках навчальних досліджень, повсякденні та в подальшій діяльності. Критерії оцінювання сформованості здатності використовувати вимірювальні прилади подано у табл. А.7.

Здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження (ДК23) передбачає наявність системних знань про засоби ІКТ для фіксування перебігу дослідження, уміння здійснювати їх аргументований добір, здійснювати їх налаштування, доцільно їх використовувати, обирати найсприятливіші режими роботи, розподіляти обов'язки при роботі із засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження для досягнення якомога кращого результату. Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження подано у табл. А.8.

Здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання (ДК24) передбачає наявність системних знань про засоби ІКТ для моделювання, усвідомлення їх переваг і недоліків, уміння здійснювати їх аргументований добір для кожного конкретного експерименту та доцільно їх використовувати, створювати за їх допомогою моделі фізичних процесів та явищ та працювати з ними, розподіляти обов'язки в процесі використання засобів ІКТ для моделювання для досягнення якомога кращого результату. Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання подано у табл. А.9.

Здатність використовувати методи математичної статистики (ДК31) передбачає наявність системних знань про них, умови та особливості їх застосування, уміння здійснювати грамотне опрацювання результатів, доводити чи спростовувати статистичні гіпотези, усвідомлення ролі математичної статистики в різних сферах людської діяльності та універсальність її методів, впевненість у тому, що ці вміння знадобляться у подальшому житті, налаштування на якомога краще їх опанування, уміння координувати відповідну роботу. Критерії оцінювання сформованості здатності використовувати методи математичної статистики подано у табл. А.10.

Здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання

результатів дослідження та їх презентації (ДК32) передбачає наявність системних знань про необхідний функціонал табличних процесорів, систем комп'ютерної математики, засобів відеоаналізу, специфічних програмних засобів тощо, уміння аргументовано здійснювати добір засобів ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, розуміння принципів їх роботи, усвідомлення їх переваг і недоліків, володіння навичками самостійної роботи з відомими засобами ІКТ та опанування нових, уміння ефективно організувати групову роботу з використання цих засобів. Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації подано у табл. А.11.

Здатність робити висновки з одержаних результатів (ДК33) передбачає наявність розвинутого логічного мислення, системних знань явищ природи, умінь аналізувати та оцінювати їх, обґрунтовувати отримані висновки дослідження, тлумачити похибки експерименту, розуміння важливості здатності робити висновки та зацікавленість у її використанні, здатності організувати навчальну комунікацію та стимулювати однокласників до необхідних висновків. Критерії оцінювання сформованості здатності робити висновки з одержаних результатів подано у табл. А.12.

Здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження (ДК34) передбачає наявність критичного мислення, системних знань явищ природи та теорії похибок, умінь самостійно аналізувати та оцінювати їх, обґрунтовувати правдоподібність отриманих результатів, тлумачити похибки дослідження, навичок групової роботи. Критерії оцінювання сформованості здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження подано у табл. А.13.

Здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту (ДК35) передбачає наявність умінь самостійно виокремлювати важливі в рамках дослідження властивості фізичних процесів та явищ і відповідним чином удосконалювати існуючі моделі та експериментальні установки, розподіляти напрями удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок, узагальнювати результати цієї роботи, усвідомлюючи необхідність удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок для розвитку наукового знання та саморозвитку. Критерії оцінювання сформованості здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту подано у табл. А.14.

Оцінка рівня сформованості кожної із дослідницьких компетентностей вимагає обґрунтованого вибору не лише рівнів та критеріїв її сформованості, а й визначення внеску: а) кожної складової

компетентності (когнітивної, праксеологічної, аксіологічної та соціально-поведінкової) у її сформованість; б) кожної компетентності у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики (рис. 2.1).

Компетентності на рис. 2.1 згруповані за етапами дослідницької діяльності: верхня частина містить компетентності, що формуються на *підготовчому* етапі; середня – на *діяльнісному* етапі; нижня – на *узагальнювальному* етапі.

Компетентність із розробки моделей формується лише у процесі моделювання. Подальшого розвитку вона набуває у формуванні здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання та частково в здатності проводити обчислювальні експерименти (адже не всі обчислювальні експерименти вимагають розробки моделей фізичних процесів).

При виконанні натурних експериментів діяльність, схожу на провідну при розробці моделей, учні здійснюють при плануванні дослідження (виокремлення суттєвих та несуттєвих факторів впливу на досліджувані процеси та явища, добір засобів проведення експерименту тощо). Тому деякі особистісні утворення, що є результатами формування компетентності із розробки моделей та *здатності до планування дослідження*, є спільними для цих двох компетентностей.

При досягненні учнями достатнього рівня сформованості здатності до планування дослідження (як натурального, так і модельного) доцільно формувати *здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності*. Таким чином, дана компетентність є своєрідною ІКТ-надбудовою над здатністю до планування дослідження (остання виступає для неї необхідною умовою).

По завершенні планування та проектування дослідницької діяльності необхідно здійснити прогнозування результатів дослідження. Тобто формування *здатності прогнозувати результати дослідження* відбувається з урахуванням плану дослідження та експериментальної установки (для натурального експерименту) чи побудованої моделі (для модельного експерименту). Здатність прогнозувати результати дослідження є не просто схожою із здатністю оцінювати правдоподібність результатів дослідження: перша набуває подальшого розвитку у другій.

Наступним після планування та проектування натурального дослідження є тестування та налаштування обладнання для дослідження. Особистісні утворення, що є результатом формування *здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження*, відіграють суттєву роль на наступному етапі дослідницької діяльності – у формуванні здатності використовувати вимірювальні прилади.

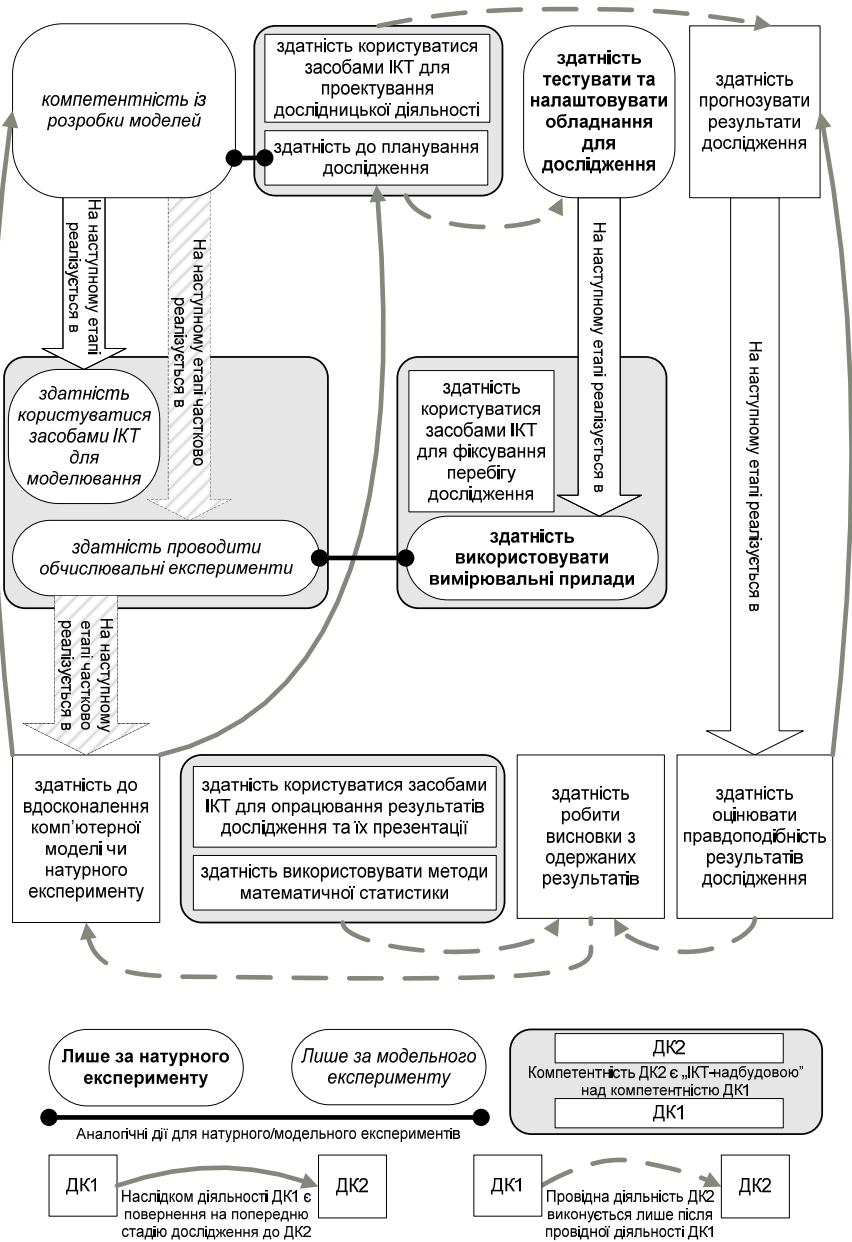


Рис. 2.1. Система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики

Здатність проводити обчислювальні експерименти, що формується на діяльнісному етапі модельного експерименту, є аналогічною до *здатності використовувати вимірювальні прилади*, що формується на діяльнісному етапі натурального експерименту: як обчислення, що виконуються в обчислювальному експерименту, так й вимірювання, що виконуються у натуральному, є необхідними для оцінки правдоподібності результатів дослідження (за модельного експерименту – насамперед відповідності фізичному процесу, за натурального – моделі). На наступному етапі *здатність проводити обчислювальні експерименти* частково реалізується у *здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту*.

Здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання є своєрідною ІКТ-надбудовою над *здатністю проводити обчислювальні експерименти* (остання виступає для неї необхідною умовою). Використання засобів ІКТ для моделювання надає можливість прискорено провести обчислювальний експеримент за рахунок його автоматизації та підвищити його наочність.

Здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження також є своєрідною ІКТ-надбудовою над *здатністю використовувати вимірювальні прилади* (остання виступає для неї необхідною умовою). Використання засобів ІКТ для фіксування перебігу дослідження надає можливість виконати відтерміноване комплексне опрацювання ходу та результатів дослідження, зменшити кількість вимірювальних приладів, підвищити точність результатів, відтворити хід дослідження у необхідному часовому та просторовому масштабах.

На узагальнювальному етапі основною із компетентностей є *здатність робити висновки з одержаних результатів*. У процесі узагальнення формулюванню висновків передують оцінка правдоподібності результатів дослідження, їх статистичне опрацювання та наочне подання. Це вимагає формування *здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження та здатності використовувати методи математичної статистики* (а також сформованої на її основі *здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації*). На основі зроблених висновків відбувається вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту.

Проведена на узагальнювальному етапі оцінка правдоподібності результатів дослідження може змусити повернутися до підготовчого етапу дослідження з метою перегляду прогнозу результатів дослідження. Аналогічно сформованість *здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту* надає можливість повернутися до

підготовчого етапу з метою покращення моделі чи плану дослідження.

На думку О. В. Плащової [203], формування дослідницьких умінь, необхідних учням основної школи для виконання проектної діяльності в процесі навчання фізики, має три етапи: 1) мотиваційний, 2) теоретичний і 3) практичний. На кожному з них учитель здійснює управління діяльністю учнів, використовуючи частково-пошуковий і дослідницький методи навчання, колективні форми організації навчання та спеціальні засоби навчання, що визначають сферу експериментального, інформаційного та практичного пошуку учнів.

Критерієм сформованості дослідного вміння проектної діяльності при цьому виступає правильне, повне і послідовне виконання всіх дій та операцій у його складі, що приводить до реалізації виконуваного учнями проекту.

М. Ю. Гармашов [97] виділяє такі компоненти методики формування дослідницької компетентності: 1) цільовий компонент; 2) критерії готовності учнів до дослідницької діяльності; 3) критерії відбору змісту фізичної освіти; 4) процесуальний компонент; 5) діагностичні засоби.

Розробка такої методики вимагає побудови моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики. Згідно [233], модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики повинна містити три основні компоненти: 1) цільовий; 2) процесуальний; 3) діагностично-результатний (рис. 2.2).

Побудова моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики згідно В. Ю. Бикова [78, с. 247] має починатися з визначення глобальної цілі їх формування, яка формулюється в термінах кінцевих результатів формування дослідницьких компетентностей. Глобальна ціль (так само як і результат) формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики визначаються зовнішніми вимогами (Державними освітніми стандартами, програмами, концепціями, положеннями, особливостями фізики як природничої дисципліни, потребами суспільства та особистості). Глобальна ціль формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики конкретизується для кожної дослідницької компетентності за видами провідної діяльності (з урахуванням засобів, методів, форм її організації).

Таким чином, до цільового компоненту відносяться виокремлені зовнішні вимоги, глобальна ціль та її конкретизація у змісті дослідницьких компетентностей.

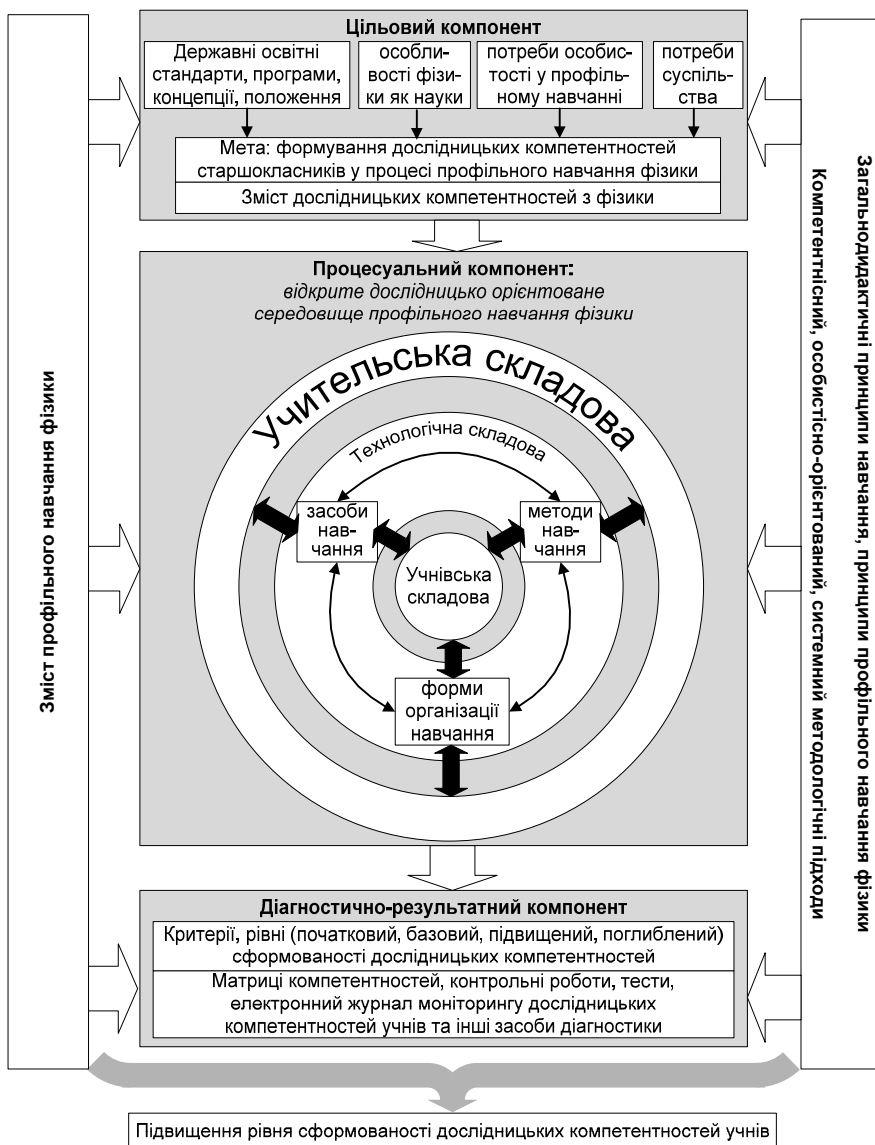


Рис. 2.2. Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики

Процесуальний компонент моделі відображає відкрите дослідницько орієнтоване середовище профільного навчання фізики. У відповідності

до робіт В. Ю. Бикова [78, с. 379], до складу цього середовища входять насамперед учнівсько-групові та учительські складові. Також до складу середовища входить технологічна складова (методи навчання, форми організації навчання, система засобів навчання), через яку відбувається взаємодія суб'єктів навчання.

Серед форм організації навчання, методів та засобів профільного навчання фізики, включених до складу моделі, наявні й ті, що спрямовані на самостійну чи групову роботу учнів, зокрема, за межами закладу. Тому навчальне середовище, відображене у процесуальному компоненті моделі, є відкритим.

Зв'язки між складовими процесуального компоненту моделі (на рис. 2.2 показані широкими чорними стрілками) відображають різновиди навчальної комунікації між вчителем та учнями, що відбувається за різних форм організації навчання різними методами навчання з використанням різних засобів навчання, а також самостійну навчальну діяльність учнів.

Так, учитель добирає форми організації, засоби та методи навчання відповідно до цілей та прогнозованого результату профільного навчання фізики. Учні також здатні впливати на добір засобів навчання та меншою мірою – на добір методів та форм організації навчання. Формування дослідницьких компетентностей відбувається не лише на уроках фізики, тому серед форм організації навчання є й форми організації самостійної роботи, а серед засобів – такі, використання яких можливе лише в позакласній навчальній діяльності. Слід розуміти, що процес формування дослідницьких компетентностей, як і процес навчання в цілому, є неперервним та передбачає широкий спектр навчальних взаємодій.

Діагностично-результатний компонент моделі включає в себе сформованість дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, диференційовану за рівнями (початковий, базовий, підвищений та поглиблений), критерії їх оцінювання (табл. А.1-А.14), процес та методи їх діагностики. Кінцевим результатом процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики має бути підвищення рівня рівень сформованості дослідницьких компетентностей учнів.

На всі три компоненти моделі впливають загальнодидактичні принципи навчання (принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій навчання, принцип науковості змісту і методів навчання, принцип систематичності та послідовності, принцип міцності засвоєння знань, принцип доступності, принцип свідомості й активності учнів, принцип наочності, принцип зв'язку навчання з практикою, принцип індивідуалізації), принципи профільного навчання фізики та зміст

профільного навчання фізики.

На рівні цільового компоненту:

– зміст профільного навчання фізики конкретизується у навчальних програмах та ураховується у змісті дослідницьких компетентностей;

– загальнодидактичні принципи навчання ураховуються в Державних освітніх стандартах, концепціях та положеннях. При цьому провідними для навчально-дослідницької діяльності є принципи науковості змісту, свідомості та активності, для профільного навчання фізики – принципи зв'язку навчання з практикою та індивідуалізації, для визначення змісту дослідницьких компетентностей – принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій навчання, для структурування дослідницьких компетентностей – принцип систематичності та послідовності; принципи профільного навчання фізики конкретизуються у відповідній концепції.

На рівні процесуального компоненту:

– зміст профільного навчання фізики впливає на добір засобів навчання, методів навчання та форм організації навчання;

– загальнодидактичні принципи навчання та принципи профільного навчання ураховуються при доборі засобів навчання, методів навчання та форм організації навчання. При цьому провідними при доборі методів навчання мають бути принципи науковості методів навчання та індивідуалізації, при доборі засобів навчання – принципи наочності, зв'язку навчання з практикою та доступності, при доборі форм організації навчання – принципи свідомості й активності учнів та систематичності й послідовності.

На рівні діагностично-результатного компоненту:

– зміст профільного навчання фізики визначає критерії сформованості дослідницьких компетентностей;

– загальнодидактичні принципи навчання та принципи профільного навчання ураховуються при доборі методів діагностики рівнів сформованості дослідницьких компетентностей. При цьому провідними є принципи міцності засвоєння знань, науковості змісту і методів навчання, систематичності та послідовності.

2.2 Хмаро орієнтовані електронні освітні ресурси підтримки навчальних фізичних досліджень

У 1964 році М. Грінбергер (Martin Greenberger) прогнозував поширення комп'ютерних послуг в усіх сферах суспільного життя для розв'язання широкого кола завдань: від рутинних чисельних розрахунків та маніпуляції текстовими даними до автоматичного управління приладами, моделювання динамічних процесів, статистичного аналізу та

забезпечення інформаційної діяльності. Необхідною основою цього були системи розподілу комп'ютерного часу, що надають можливість зменшити накладні витрати, пов'язані з опрацюванням користувацьких програм та даних, їх зберіганням та доставлянням. Окремий розділ роботи М. Грінбергера присвячено наданню інформаційних послуг з моделювання як найбільш перспективного підходу до аналізу складних систем і випадкових процесів [276]: «використання моделювання ... буде помітно розширюватися, оскільки інформаційна послуга забезпечує легкий доступ до потужних комп'ютерів і систем програмування. Більшість користувачів [інформаційних послуг з] моделювання не матимуть знання або бажання будувати свої власні моделі... Сприяння в розробці, налагодженні, та перевірці достовірності моделей буде надана он-лайн центром моделювання...» [26].

У 1983 році Д. Р. Хаманн (Donald Robert Hamann) найбільш очевидною тенденцією використання ІКТ вважав «зростання розподілених обчислювальних ресурсів, що серйозно вплине на фізичні дослідження. Наявність у персональному користуванні комп'ютера ... з гарним графічним дисплеєм стимулюватиме більш вільне та творче його використання. ... Знаходячись у мережі ..., такий «суперперсональний» комп'ютер надасть можливість у діалоговому режимі вивчати та аналізувати результати ... експериментів великого масштабу» [301, с. 254].

Починаючи з 1980 року, співробітники CERN Т. Бернерс-Лі (Tim Berners-Lee) та Р. Кайо (Robert Cailliau) займались розробкою мережних гіпермедіальних систем, призначених для наукової комунікації фізиків та онлайн-доступу до експериментальних даних. Обґрунтовуючи доцільність створення World Wide Web, Т. Бернерс-Лі вказував, що однією з проблем CERN були втрати наукових даних через високу мобільність дослідників та швидкість зміни специфікацій обладнання, умов проведення експерименту та ін. Особливості роботи великого фізичного дослідницького центру визначили наступні вимоги до ПЗ: підтримка віддаленого доступу через мережу, гетерогенність (програмна мобільність), децентралізованість, гіпертекстовий доступ до існуючих баз даних, можливість приватного коментування та створення приватних посилань, необтяженість додатковою функціональністю («дзвіночками і свистками»: у 1989 році текст визначався основним способом подання даних, а графіка – додатковим), розвинені засоби аналізу даних (зокрема, побудови діаграм зв'язків), підтримка посилань на динамічно змінювані дані, вільний обмін даними [3]. Т. Бернерс-Лі зазначає, що таке ПЗ може виступати як засіб зв'язування складових дослідницького проекту у цілісну систему, що відображатиме компетентності та досвід дослідників,

як на етапі реалізації проекту, так і після його завершення, створюючи дослідницьке портфоліо.

Проект створення World Wide Web з'явився в CERN у той час, коли там активно експериментували з Великим електрон-позитронним колайдером та планувався запуск проекту з побудови Великого адронного колайдеру. М. Сендол (Mike Sendall), який розглядав пропозицію Т. Бернерса-Лі щодо створення розподіленої гіпертекстової системи, розумів величезну обчислювальну потужність, що її потребуватиме Великий адронний колайдер, та величезні мережні потреби цього проекту. Майже всі перші web-сторінки представляли собою певний фізичний проект, хоча сам по собі World Wide Web ніколи не був проектом CERN [9].

Сьогодні ідеї М. Грінбергера, Д. Р. Хаманна та Т. Бернерса-Лі стосовно надання спеціалізованих комп'ютерних інформаційних послуг з підтримки фізичних досліджень через мережі зв'язку трансформувались у застосування хмарних технологій (cloud computing) в фізиці. П. Мелл (Peter Mell) та Т. Гранц (Timothy Grance) визначають хмарні технології як модель надання, за необхідності, повсюдного та зручного мережного доступу до спільно використовуваних налаштовуваних обчислювальних ресурсів, які можуть бути швидко надані та вивільнені з мінімальними зусиллями з управління або із взаємодії з постачальником послуг (сервіс-провайдером) [41, с. 2].

О. М. Марковою, С. О. Семеріковим та А. М. Стрюком було доведено функціональну ідентичність концепції комп'ютерної і хмарної послуг. Витоки хмарних технологій навчання, на думку авторів, містяться у застосуванні концепції комп'ютерної послуги до навчального процесу, зокрема, надання місця для зберігання електронних освітніх ресурсів і мобільного доступу до них, а самі хмарні технології (хмарні ІКТ) визначаються як сукупність методів, засобів і прийомів, використовуваних для збирання, систематизації, зберігання та опрацювання на віддалених серверах, передавання через мережу й подання через клієнтську програму всеможливих повідомлень і даних [149, с. 38]. Такий підхід надає можливість застосувати концепцію хмарної послуги до трансформації традиційних засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень у хмаро орієнтовані.

Спеціалісти CERN у 2014 році склали перелік викликів, що постануть перед ІКТ в наукових дослідженнях. Зокрема, вони звертають увагу на перспективність використання хмарних обчислювальних платформ, звертаючи увагу на те, що у сучасних наукових дослідженнях можуть генеруватись петабайти даних на рік, що потребують опрацювання [28]. Ця задача вже не під силу ґрід-технологіям, що активно

використовувались протягом останніх років, не говорячи вже про суперкомп'ютери [12, с. 21]. Особливої уваги заслуговують перспективи використання хмарних сховищ. Так, протягом першого запуску Великого адронного колайдери, метою якого був пошук бозона Хіггса, файлове сховище CERN, розраховане на 100 петабайт, було вичерпане. Бозон Хіггса став останньою відкритою частинкою Стандартної моделі, яка описує лише 4 % відомого Всесвіту. Також автори [12] зазначають, що використання хмарних сховищ може забезпечити також більшу надійність та ширші можливості для відновлення даних у випадку помилок чи виходу обладнання з ладу за рахунок реплікації даних.

Оскільки віртуалізація стає все більш життєздатним та ефективним рішенням для створення обчислювальних вузлів, концепція хмарних технологій вже стала найбільш ефективною та економічно вигідною для наукових обчислень. Серед переваг хмарних технологій над ґрід-технологіями спеціалісти CERN називають, зокрема, ефективнішу віртуалізацію та автоматизацію завдяки швидкому зростанню кількості стандартних засобів і сервісів, що підтримуються як на комерційних, так і на некомерційних засадах. Це, в свою чергу, дозволяє обчислювальним сайтам надавати все більшу кількість ресурсів швидше та надійніше. Хмарні технології зміщують акценти з «чистого» надання ресурсів (IaaS) на надання послуг, дозволяючи комбінувати різні елементи у високорівневі платформи (PaaS) чи програми (SaaS [98]) з урахуванням специфічних потреб користувачів [12, с. 29]. Розподілена хмара здатна забезпечити баланс між конфіденційністю даних та рентабельністю [12, с. 31].

М. О. Кутовський розглядає методи побудови систем хмарних обчислень для задач фізики високих енергій. Дослідник зазначає, що синтез хмарних і ґрід-технологій надає можливість скоротити час виконання програм та підвищити ефективність використання ресурсів [141]. Також М. О. Кутовський зазначає, що при застосуванні хмарних технологій виділяються такі основні завдання:

- 1) навчання різних категорій фахівців (користувачів, системних адміністраторів, розробників);

- 2) проведення різних дослідницьких робіт, включно з пошуком найбільш придатних технологій, їх комбінацій і (або) типу ресурсів для розв'язування конкретного завдання;

- 3) розвиток, що включає розроблення нового функціоналу і сервісів, а також адаптацію вже існуючого програмного забезпечення або створення нового для роботи в цьому або іншому середовищі;

- 4) використання, що передбачає створення та експлуатацію інфраструктури.

У [141] пропонується використання розробленого комплексу як для розв'язування задач наукових фізичних досліджень, так і для навчання студентів. М. О. Кутовський описує досвід розробки хмаро орієнтованої грід-системи лабораторії інформаційних технологій Об'єднаного інституту ядерних досліджень. Ця система складається з ряду популярних фізичних пакетів (здебільшого – засобів моделювання), які були адаптовані для виконання із застосуванням грід-технологій та доступом із використанням хмарних технологій.

На думку Д. Сігле, використання хмарних технологій надає учням і вчителям основні переваги комп'ютерних (інформаційних) послуг, зокрема – можливість використовувати програми без встановлення їх на свої комп'ютери, а також забезпечує доступ до збережених файлів з будь-якого комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет. Хмарні технології забезпечують більш ефективні обчислення за рахунок централізованого зберігання, опрацювання та високої пропускної здатності, одночасну роботу над проектом великої кількості користувачів незалежно від їх місцезнаходження: «економічно доведено, що хмарні обчислення економлять час і гроші. Як недорогий та освітньо корисний ресурс, ці технології будуть корисні як для школярів, так і для студентів, оскільки надають можливість пізнання різних комп'ютерних досягнень та здобуття навичок роботи у спільному навчальному середовищі. Так роботу, розпочату над проектом у початковому закладі, можна продовжити вдома, якщо здійснити передачу файлів, завантаживши спільне програмне забезпечення» [53, с. 42].

Г. А. Алексанян вказує, що застосування хмарних технологій дозволяє більш ефективно організувати самостійну діяльність за рахунок мобільності, доступності й зручності використання на будь-якому пристрої з доступом до Інтернет [69, с. 5]. Упровадження хмарних технологій у навчальний процес вищої та середньої школи, на думку автора, забезпечує:

- ефективне використання навчальних площ (відпадає необхідність виділення окремих та спеціально обладнаних приміщень під традиційні комп'ютерні аудиторії);

- можливість швидкого створення, адаптування і тиражування електронних освітніх ресурсів;

- кардинальне скорочення витрат, необхідних на створення і підтримку комп'ютерних аудиторій;

- можливість для студентів здійснювати зворотний зв'язок із викладачем шляхом оцінки та коментування пропонованих їм освітніх сервісів;

- мобільність студентів через можливість навчатися в будь-який час

і в будь-якому місці, де є доступ до Інтернет;

– гарантію ліцензійності програмного забезпечення, використовуюваного у процесі навчання, та скорочення витрат шляхом створення функціонально еквівалентних освітніх сервісів на базі програмного забезпечення з відкритим кодом;

– мінімізацію кількості необхідних ліцензій за рахунок їх централізованого використання;

– можливість централізованого адміністрування програмних та інформаційних ресурсів, що використовуються у навчальному процесі [69, с. 45-46].

К. В. Болгова, розглядаючи використання хмарних обчислень для розробки віртуальних лабораторій, що використовують методи чисельного моделювання для відтворення досліджуваних процесів і явищ при неможливості доступу до реального експериментального устаткування, пропонує наступні моделі автоматизації освітніх процесів:

– IaaS: характеризується віртуалізацією обчислювальної інфраструктури ЗВО з подальшим її наданням різним підрозділам для вирішення власних завдань (у тому числі установки спеціалізованих програм для розгортання електронних освітніх ресурсів з доступом через Інтернет);

– PaaS: орієнтована на надання віртуальних ресурсів з уже встановленими обчислювальними пакетами, що забезпечують моделювання та доступ до даних;

– SaaS: традиційна модель надання доступу до програмного забезпечення як до веб-додатку, що забезпечує можливість використання електронних освітніх ресурсів;

– Data as a Service: допоміжна модель, орієнтована на використання хмарних сховищ для колективного доступу до масивів даних, що застосовуються при роботі з електронними освітніми ресурсами;

– HaaS (Hardware as a Service): специфічна модель для організації віртуальних лабораторій на основі не тільки комп'ютерного моделювання, а й віддаленого доступу до реальних інформаційно-вимірювальних систем або інших технічних засобів [84, с. 6-7].

К. В. Болгова зазначає, що у світлі розвитку мультидисциплінарних напрямів наукових досліджень і відповідних освітніх програм заслуговує на увагу модель організації хмарних обчислень, за якої існуючі програмні пакети зв'язуються у складний програмний комплекс, що виконується на розподілених ресурсах хмарного середовища. За такої моделі можливе використання засобів ІКТ, що не були розроблені як хмарні, у хмарному середовищі.

Технологічною основою надання хмарного доступу до розглянутих у

п. 3.2 засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень, частина з яких не має доступних хмарних реалізацій, є віртуалізація.

А. Фішман (Alex Fishman), М. Рапопорт (Mike Rapoport), Є. Буділовський (Evgeny Budilovsky) та І. Ейдус (Izick Eidus) зазначають, що існує два основних підходи до віртуалізації: паравіртуалізація, за якої ядро операційної системи безпосередньо взаємодіє із гіпервізором віртуальної машини, та повна віртуалізація, яка не вимагає внесення змін до ядра операційної системи. Гіпервізори повної віртуалізації надають користувачеві повністю віртуальну систему з можливістю використання у віртуалізованому середовищі як системного, так й прикладного ПЗ без жодних модифікацій [22, с. 1]. Можна виділити такі рівні віртуалізації [259]:

1 – віртуалізація пам'яті, за допомогою якої програмному забезпеченню надається доступ до єдиного адресного простору, що об'єднує швидкісні та повільні типи пам'яті (традиційно – оперативної та дискової);

2 – віртуалізація процесору, за допомогою якої програмному забезпеченню надається доступ до асоційованої з ним копії процесорних реєстрів, лічильника команд тощо (традиційно використовується у системах розподілу комп'ютерного часу);

3 – віртуалізація пристроїв уведення/виведення, за допомогою якої програмному забезпеченню надається доступ до реального або емульованого обладнання;

4 – віртуалізація комп'ютера в цілому, що надає можливість у межах одної комп'ютерної системи реалізовувати різні програмно-апаратні конфігурації.

До переваг використання віртуальних машин у хмарном середовищі Е. Таненбаум (Andrew S. Tanenbaum) та Х. Бос (Herbert Bos) відносять можливість прозорого для користувача хмарних послуг виконання програмного забезпечення під управлінням різних операційних систем. Це створює умови для уніфікованого використання різномірних засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень за однією моделлю надання хмарних послуг.

Це визначає доцільність віртуалізації описаних у п. 3.2 засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень з метою надання до них уніфікованого доступу засобами хмарних технологій.

Згідно відповідного положення, *електронні освітні ресурси* (ЕОР) – це «навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали і засоби, розроблені в електронній формі і представлені на носіях будь-якого типу або розміщені в комп'ютерних мережах, які відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів і необхідні для ефективної

організації навчально-виховного процесу, у частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами» [213].

Відповідно під *хмаро орієнтованими електронними освітніми ресурсами* (ХО ЕОР) розумітимемо вид електронних освітніх ресурсів, що використовуються за хмарною моделлю доступу, а саме – навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали та засоби, які розроблені в електронній формі, використовуються за хмарною моделлю доступу, відтворюються за допомогою відповідних електронних цифрових технічних засобів та необхідні для ефективної організації навчально-виховного процесу, в частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами. Тоді до складу ХО ЕОР входять як відповідні засоби ІКТ (програмна складова), так й дані навчального призначення (інформаційна складова).

На основі використання Інтернет (зокрема, ХО ЕОР) «здійснюється предметно-технологічна організація інформаційного освітнього простору, упорядковуються процеси накопичення і зберігання різних предметних колекцій ЕОР, забезпечується рівний доступ до них тих, хто навчається, суттєво покращується ІКТ-підтримка процесів навчання, проведення наукових досліджень» [76, с. 7].

За такого трактування однією із складових хмаро орієнтованих ЕОР стають мережеві ресурси наукового призначення, що використовуються за моделлю Data as Service, зокрема, ресурси вузько професійних мереж, ефективність яких для підготовки молоді до дослідницької діяльності була доведена О. Ю. Буровим, В. В. Камишиним, Н. І. Поліхун, А. Т. Ашеревим [285]. В. Б. Дем'яненко вказує, що за концептуальними підходами використання хмарних технологій побудоване мережне комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище МАН України, де роль «хмари» відіграють мережні електронні майданчики [105, с. 9-10].

Одним із способів організації предметних колекцій ЕОР є архіви метаданих навчальних об'єктів. IEEE визначає навчальний об'єкт (learning object) як «будь-яку сутність, цифрову або не цифрову, що може бути використана для навчання, освіти або професійної підготовки» [27, с. 6]. IEEE пропонує опис навчального об'єкту за такими категоріями: 1) загальні відомості про навчальний об'єкт; 2) дані про авторів об'єкта, історію його модифікації та поточний стан; 3) дані про структуру метаданих об'єкту; 4) технічні вимоги до використання об'єкту; 5) дидактичні можливості використання об'єкту; 6) права інтелектуальної власності та умови використання об'єкту; 7) зв'язки даного об'єкту з іншими навчальними об'єктами; 8) зауваження щодо методики використання об'єкту; 9) місце об'єкту в певній класифікації.

Комітет стандартів навчальних технологій (LTSC) IEEE визначає

такі цілі стандартизації метаданих навчальних об'єктів:

- надати можливість суб'єктам навчання шукати, оцінювати та використовувати навчальні об'єкти;

- надати можливість ділитися та обмінюватися навчальними об'єктами, використовуючи будь-які технології, підтримувані навчальними системами;

- надати можливість розробки навчальних об'єктів, що підлягають осмисленій комбінації та декомпозиції;

- надати програмам-агентам можливість автоматичного та динамічного складання персоналізованих уроків;

- надати підтримку роботи за стандартами, що концентруються на включенні багатьох навчальних об'єктів до відкритого розподіленого навчального середовища для співпраці;

- надати, за вимогою, документацію та відомості про стан існуючих або нових навчальних та виконавчих цілей, пов'язаних з навчальними об'єктами;

- суттєва та зростаюча економія для навчальних об'єктів, що підтримуються та поширюються на комерційних та на некомерційних засадах;

- надати можливість різним навчальним установам (державним, приватним, комунальним) подавати навчальні дані та стандарти їх використання в стандартизованій формі, незалежній від даних;

- забезпечити необхідну безпеку при поширенні та використанні навчальних об'єктів [56].

Л. М. Кемпбелл (Lorna M. Campbell) зазначає, що стандарт SCORM найбільш повно реалізує прикладний профіль стандарту IEEE метаданих навчальних об'єктів [10, с. 18].

Наприкінці ХХ століття швидке зростання кількості наукових електронних архівів, деякі з яких стали основними середовищами обміну результатами досліджень у своїх галузях, призвело до необхідності їх уніфікації та часткової автоматизації для більш ефективної роботи з ними. Саме питанням співпраці між науковими електронними архівами й була присвячена конференція, організована П. Гінспаргом (Paul Ginsparg), Р. Люцом (Rick Luce) та Г. Ван де Сомпелем (Herbert Van de Sompel) у Санта-Фе в 1999 році. Центральною темою конференції було створення рекомендацій та механізмів спрощення обміну даними між архівами [61]. Результатом роботи конференції стало створення організації «Open Archives Initiative» та прийняття Конвенції Санта-Фе, в якій наведено прості технічні та організаційні основи підтримки базової мобільності електронних архівів [58]. У січні 2001 року на базі Конвенції Санта-Фе спеціалістами Open Archives Initiative було розроблено

протокол збирання метаданих (Protocol for Metadata Harvesting – РМН) [57], перша версія якого вийшла в січні 2001-го року. Протокол збирання метаданих Open Archives Initiative (OAI-РМН) надає програмно незалежне середовище взаємодії на основі збирання метаданих, яке передбачає два типи учасників: постачальники даних, що підтримують OAI-РМН як засіб подання метаданих, та постачальники послуг, що використовують зібрані за допомогою OAI-РМН метадані для надання додаткових послуг [57].

Нами було створено EOP Learning Objects Repository [36] – архів метаданих навчальних об'єктів, доступ до яких надається за протоколом OAI-РМН та які можуть знадобитися при реалізації навчальних фізичних досліджень за допомогою відповідних хмарних ІКТ. До навчальних об'єктів, метадані яких можуть бути агреговані у Learning Objects Repository, відносяться тексти, зображення, відео, аудіо та інші. Також до них можуть відноситись агреговані об'єкти (Web-сторінки, навчальні курси тощо).

Інший спосіб організації предметних колекцій EOP передбачає агрегацію засобів ІКТ навчального призначення, що надаються як послуга. Одним із стандартів, що описують таку можливість, є стандарт мобільності навчальних засобів LTI (Learning Tools Interoperability) [37], застосування якого надає можливість убудовування таких засобів у навчальні портали, зокрема, системи дистанційного навчання (Moodle, Canvas, Sakai, тощо). Прикладами колекцій відкритих засобів ІКТ навчального призначення, що надаються як послуга за стандартом LTI, є www.edu-apps.org, www.eduappcenter.com, developers.imsglobal.org/catalog.html.

Також велику колекцію хмарних засобів, що можуть бути використані в навчальних дослідженнях з фізики, надає G Suite for Education. Google App Engine значно розширює можливості цієї колекції, надаючи можливість реалізовувати програми мовами Python [148], PHP, Java або Go та надавати доступ до них із серверів Google за моделлю SaaS [25].

Таким чином, реалізація стандарту LTI у створених в Google App Engine програм надає можливість побудови спеціалізованих хмарних засобів ІКТ, які можуть бути інтегровані до навчальних порталів. На рис. 2.3 наведено приклад інтеграції у систему Moodle «традиційних» таблиць Google [184], що входять до G Suite for Education, та «нетрадиційної» демонстрації, написаної з використанням GlowScript [204; 205] та перенесеної на платформу Google App Engine.

Для створення навчальних програм з доступом за моделлю SaaS, що підтримують стандарт LTI, може бути застосований Google Course

Builder [24]. Основне призначення даного засобу – автоматизація створення та розміщення на платформі Google App Engine навчальних програм у вигляді навчальних курсів з можливостями використання навчальних матеріалів різного типу, оцінювання навчальних досягнень, зворотного зв'язку, комунікації між суб'єктами навчання, адміністрування курсу тощо.

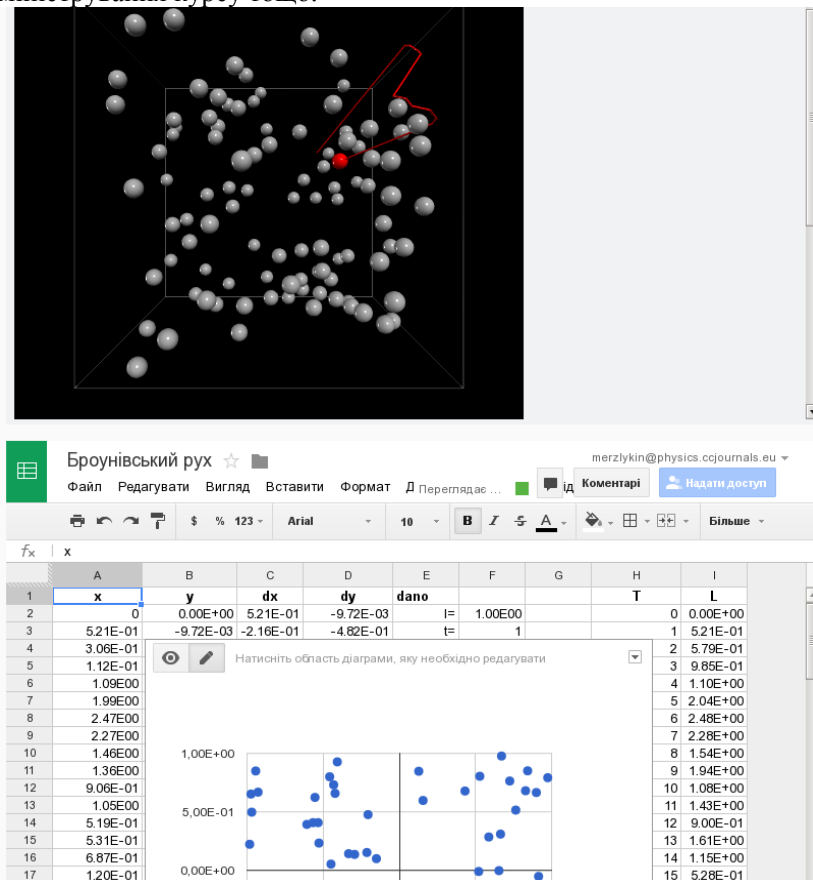


Рис. 2.3. Використання засобів G Suite for Education та створеної у Google App Engine програми у системі Moodle

Приклад використання ХО ЕОР у системі підтримки навчання Moodle [284] наведено на рис. 2.4.

Інтеграція ХО ЕОР та системи підтримки навчання Moodle реалізована за допомогою спільної для Google і Moodle аутентифікації та плагіну boaidr для Moodle, що надає можливість експорту метаданих

створених у Moodle курсів як навчальних об'єктів за протоколом OAI-PMH. У такий спосіб метадані створених у Moodle навчальних об'єктів можуть бути розміщені в архіві навчальних об'єктів log.ccjournals.eu. Заміна на рис. 2.4 системи підтримки навчання Moodle на іншу систему (WebCT, Blackboard, Canvas тощо) можлива за умови підтримки нею стандартів LTI та протоколу OAI-PMH.

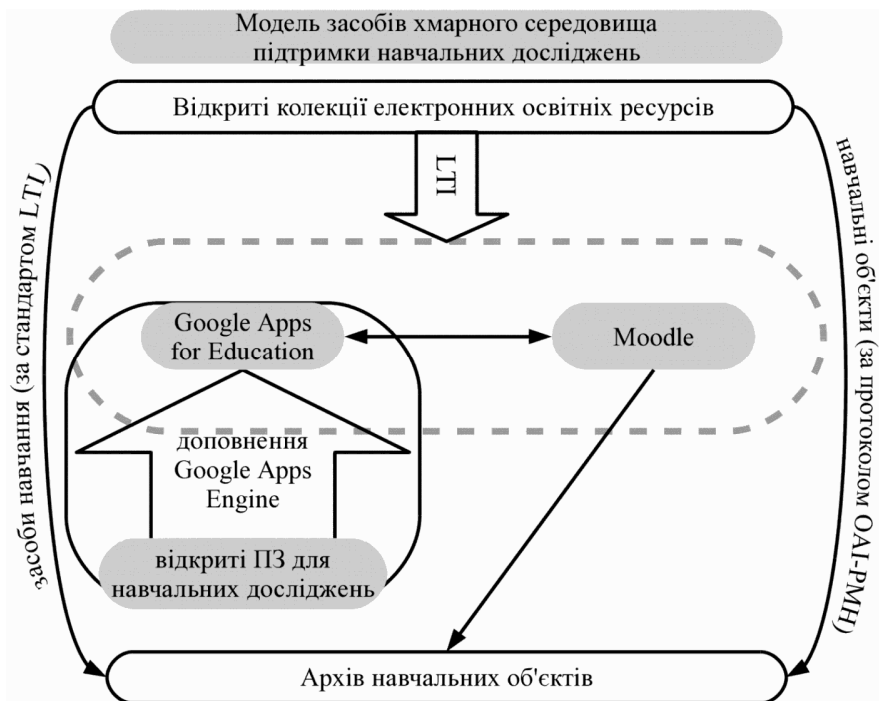


Рис. 2.4. Використання XO EOP у системі підтримки навчання Moodle

Якщо детальніше розглянути змістово-процесуальний компонент моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики (рис. 2.2), можна побудувати модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старших класів у процесі профільного навчання фізики (рис. 2.5).

Центральною складовою моделі є учень, формування дослідницьких компетентностей якого відбувається у процесі профільного навчання фізики. Оскільки в рамках цієї моделі розглянуто лише формування дослідницьких компетентностей, то вони окремо виділені в структурі особистості учня.

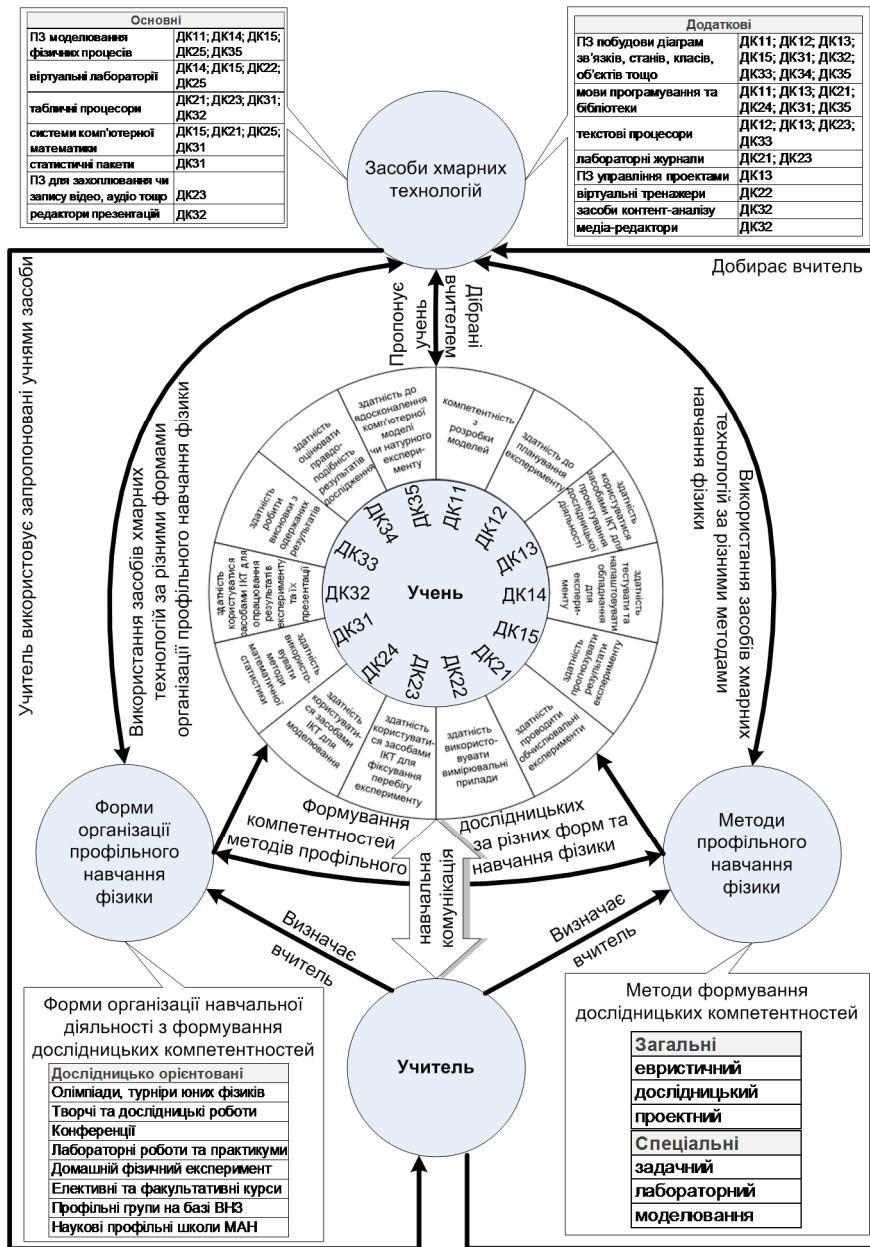


Рис. 2.5. Модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики

Формування дослідницьких компетентностей відбувається за різних форм організації та методів профільного навчання фізики. При цьому певні форми організації та методи є більш придатними для формування дослідницьких компетентностей учнів, ніж інші.

Так, серед форм організації профільного навчання фізики виокремлено форми організації навчальної діяльності з формування дослідницьких компетентностей. Це, зокрема, олімпіади, турніри юних фізиків, творчі та дослідницькі роботи, конференції, лабораторні роботи та практикуми, домашній фізичний експеримент, елективні та факультативні курси, профільні групи на базі ЗВО та наукові профільні школи МАН.

Методи профільного навчання фізики, найбільш придатні для формування дослідницьких компетентностей учнів, у моделі поділені на *загальні*, які можуть бути застосовані як у навчанні фізики, так й інших навчальних дисциплін (евристичний, дослідницький та проектний методи), та *спеціальні*, притаманні саме профільному навчанню фізики (задачний, лабораторний та метод моделювання).

Засоби хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики – це класи ПЗ, найбільш придатні для формування дослідницьких компетентностей. Як було показано вище, будь-який програмний засіб може бути віртуалізований задля використання за хмарною моделлю доступу. Тому в назвах класів засобів, що пропонується використовувати в процесі формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики, увагу на їх хмаро орієнтованості не акцентовано: мається на увазі, що всі вони є хмаро орієнтованими.

Серед засобів хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики на основі результатів аналізу, поданого у п. 3.3, та проведеного опитування експертів у галузі методики навчання фізики та використання ІКТ в процесі навчання фізики, було виокремлено основні (ПЗ моделювання фізичних процесів, віртуальні лабораторії, табличні процесори, системи комп'ютерної математики, статистичні пакети, ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо та редактори презентацій) і додаткові (ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, мови програмування та бібліотеки, текстові процесори, лабораторні журнали, ПЗ управління проектами, віртуальні тренажери, засоби контент-аналізу, медіа-редактори тощо) та вказано компетентності, на формування яких в першу чергу спрямоване використання кожного із виокремлених засобів. Зауважимо, що перелік додаткових засобів може бути розширений з урахуванням конкретних умов реалізації профільного навчання фізики та

специфіки виконуваних навчальних фізичних досліджень.

Також модель включає вчителя як суб'єкта навчального процесу. Саме він визначає форми та методи організації профільного навчання фізики та здійснює первинний добір засобів хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики. Учень також може вносити зміни до переліку цих засобів, пропонуючи нові, більш зручні саме для нього з урахуванням його особистісних потреб.

Оскільки процес навчання в цілому та процес формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики зокрема є інформаційно-комунікаційними процесами, то важливе місце в цій моделі займає навчальна комунікація вчителя з учнями та учнів між собою, що здійснюється безпосередньо або опосередковано, в тому числі й засобами хмарних технологій.

Розроблена модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики є необхідною для розробки відповідної методики, застосування якої сприятиме цілеспрямованому комплексному формуванню дослідницьких компетентностей старшокласників за різних рівнів та форм організації профільного навчання фізики.

Висновки до розділу 2

1. Визначення дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики було виконано на основі проведеного теоретичного аналізу відповідної навчально-дослідницької діяльності, що зумовило їх групування за основними етапами навчально-дослідницької діяльності.

На I етапі (підготовчому) формуються 5 компетентностей: компетентність з розробки моделей; здатність до планування дослідження; здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності; здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження; здатність прогнозувати результати дослідження.

На II етапі (діяльнісному) формуються 4 компетентності: здатність проводити обчислювальні експерименти; здатність використовувати вимірювальні прилади; здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження; здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання.

На III етапі (узагальнювальному) формуються 5 компетентностей: здатність використовувати методи математичної статистики; здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження

та їх презентації; здатність робити висновки з одержаних результатів; здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження; здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту.

Задля оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики були визначені критерії оцінювання кожної дослідницької компетентності за чотирма рівнями (початковий, базовий, підвищений, поглиблений) для всіх її компонентів (когнітивного, праксеологічного, аксіологічного та соціально-поведінкового). Побудовані матриці компетентностей (Додаток А) також виступають як засіб моніторингу процесу формування дослідницьких компетентностей.

2. Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики складається з трьох компонентів, на кожен із яких впливають загальнодидактичні принципи навчання, принципи профільного навчання та зміст профільного навчання фізики:

1) цільовий компонент включає глобальну ціль формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, що визначається зовнішніми вимогами (Державними освітніми стандартами, програмами, концепціями, положеннями, особливостями фізики як природничої дисципліни, потребами суспільства та особистості) та конкретизується для кожної дослідницької компетентності за видами провідної діяльності (з урахуванням засобів, методів, форм її організації);

2) процесуальний компонент відображає відкрите дослідницько орієнтоване середовище профільного навчання фізики, до складу якого входять учнівсько-групова, учительська та технологічна складова (методи навчання, форми організації навчання, система засобів навчання), через яку відбувається взаємодія суб'єктів навчання. Зв'язки між складовими процесуального компоненту моделі відображають різновиди навчальної комунікації між вчителем та учнями, що відбувається за різних форм організації навчання різними методами навчання з використанням різних засобів навчання, а також самостійну навчальну діяльність учнів;

3) діагностично-результатний компонент включає в себе сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, диференційовану за рівнями, критерії їх оцінювання, процес, методи та засоби їх діагностики. Результатом процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики має бути їх сформованість на підвищеному та поглибленому рівнях.

3. Розробка моделі використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики потребувала добору, адаптації та проектування відповідних хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів (навчальних, наукових, інформаційних, довідкових матеріалів та засобів, які розроблені в електронній формі, використовуються за хмарною моделлю доступу, відтворюються за допомогою відповідних електронних цифрових технічних засобів та необхідні для ефективної організації навчально-виховного процесу, в частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами). Технологічною основою перетворення традиційних засобів ІКТ підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики на хмарні є віртуалізація запам'ятовуючих пристроїв (з наданням доступу за моделлю Data as Service), віртуалізація обладнання (за моделлю Hardware as Service), віртуалізація комп'ютера в цілому (за моделлю Infrastructure as Service), віртуалізація системи програмних засобів (за моделлю Platform as Service), віртуалізація «робочого столу» користувача (за моделлю Desktop as Service), віртуалізація інтерфейсу користувача конкретного програмного забезпечення (за моделлю Software as Service).

4. До складу хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів входять програмна (віртуалізовані засоби ІКТ) та інформаційна складова (дані навчального призначення). Конструювання системи хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних фізичних досліджень виконується з урахування стандартів зберігання метаданих навчальних об'єктів (з доступом за протоколом OAI-PMH) та мобільності навчальних засобів (LTI) з використанням відповідних хмарних платформ (зокрема, Google App Engine) на базі LTI-сумісних систем підтримки навчання або платформо-сумісної інфраструктури (зокрема, G Suite for Education).

5. З метою реалізації третьої задачі дослідження була побудована модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики.

У центрі цієї моделі перебуває учень, формування дослідницьких компетентностей якого відбувається у процесі профільного навчання фізики. Серед форм організації профільного навчання фізики виокремлено форми організації навчальної діяльності учнів із формування дослідницьких компетентностей: олімпіади, турніри юних фізиків, творчі та дослідницькі роботи, конференції, лабораторні роботи та практикуми, домашній фізичний експеримент, елективні та факультативні курси, профільні групи на базі ЗВО та наукові профільні

школи МАН. Серед методів профільного навчання фізики, найбільш придатних для формування дослідницьких компетентностей учнів, виокремлено загальні (евристичний, дослідницький та проектний методи) та спеціальні (задачний, лабораторний та метод моделювання).

У моделі на базі проведеного у п. 3.3 аналізу конкретизовано основні та додаткові засоби формування дослідницьких компетентностей. Модель також включає вчителя як суб'єкта навчального процесу, що визначає форми та методи організації профільного навчання фізики та здійснює первинний добір засобів хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики. Учень також може вносити зміни до переліку цих засобів, пропонуючи нові, більш зручні саме для нього з урахуванням його особистісних потреб.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

3.1 Структура методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики

Як зазначається у «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» [214], пріоритетним напрямком розвитку освіти є впровадження ІКТ, що ставить перед педагогічною наукою комплексну проблему створення і використання ІКТ в освіті. Саме тому у 2009 році з'явилась нова наукова спеціальність: 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті (педагогічні науки), яка й досліджує теоретичні та методичні проблеми створення та використання ІКТ в освіті. У захищених за цією спеціальністю дисертаціях мета дослідження найчастіше формулюється як «... розробити методику використання ... [певного засобу ІКТ] у підготовці ...». Проте у науково-педагогічних джерелах відсутнє усталене визначення поняття «методика використання ІКТ».

У «Новій філософській енциклопедії» методику розглядають як фіксовану сукупність прийомів практичної діяльності, що приводить до заздалегідь визначеного результату. Метод вимагає теоретичного обґрунтування отриманого результату, у той час як методика концентрується на технології діяльності та на регламентації дій суб'єкта діяльності [195]. «Сучасний економічний словник» визначає методику як конкретизацію методу, доведення його до інструкції, алгоритму, чіткого опису способу існування [217]. У ДСТУ ISO 9000:2007 «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів» методику (процедуру) трактують як установлений спосіб здійснення діяльності. У багатьох випадках методики документуються (наприклад, методики системи якості). Для позначення документально оформленої методики часто вживають термін «письмова методика» або «задокументована методика». Документ, у якому є методика, можуть називати «методичний документ» [110, с. 9].

Письмова (документальна) методика зазвичай включає: цілі та область діяльності; що повинно бути зроблено і ким (зміст та суб'єкти діяльності); коли, де і як це має бути зроблено (план, форми організації та способи діяльності); які матеріали, документи і яке обладнання повинні бути використані (об'єкти та засоби діяльності); і яким чином це повинно бути проконтрольовано і зареєстровано тощо (звіт про хід та результати

діяльності) [254].

Методика безпосередньо пов'язана з методом (з грецької μέθοδος – метод, методика, спосіб, шлях дослідження або пізнання, теорія, вчення) – систематизована сукупність кроків, які треба здійснити для розв'язування певної задачі, досягнення мети. Філософський енциклопедичний словник визначає метод як спосіб побудови та обґрунтування системи філософського знання; сукупність прийомів та операцій практичного та теоретичного опанування дійсності [250].

Таким чином, **методика використання ІКТ в освіті** – це теоретично обґрунтована сукупність методів, способів, прийомів і форм використання ІКТ для досягнення певної освітньої мети.

Узагальнюючи запропоноване означення, отримуємо: методика використання ІКТ як засобу *A* – це теоретично обґрунтована сукупність методів, способів, прийомів і форм використання ІКТ для досягнення мети *A*. Останнє надає можливість розглядати методику використання ІКТ як конкретизацію технології.

Основними ознаками технології є: цілеспрямованість, відтворюваність, алгоритмічність та документованість, діагностичність, прогнозованість результату, ізоморфність застосування [231]. Наголошуємо на тому, що не можна ототожнювати поняття «технологія використання ІКТ в освіті», у якому первинними є ІКТ як засоби діяльності, з поняттям «технологія навчання із використанням ІКТ», у якому первинною є навчальна діяльність: останнє є ближчим до технологічної підсистеми комп'ютерно орієнтованої методичної системи навчання, яка, за Ю. В. Триусом, складається із комп'ютерно орієнтованих форм організації, методів та засобів навчання [287].

Теоретичне обґрунтування технології використання ІКТ вимагає моделювання умов застосування ІКТ та проектування освітньої діяльності. Для реалізації технології необхідними є її виконавець – людина, що здатна виконати кожен крок технології, тобто технологічно компетентна. При використанні ІКТ у процесі навчання такою людиною є викладач (учитель), у процесі управління освітою – відповідний керівник.

Обґрунтування методики використання ІКТ в освіті здійснюється на трьох рівнях:

1) *рівень моделювання* – визначає суб'єкти, об'єкти, цілі, умови, результати та узагальнені етапи діяльності;

2) *рівень проектування* – конкретизує етапи досягнення цілей діяльності через опис алгоритму діяльності, засоби моніторингу діяльності та діагностування її результатів, способи документування діяльності;

3) *рівень реалізації* – описує особливості реалізації методики за різних умов її застосування.

Рівень реалізації є джерелом розвитку методики використання ІКТ в освіті: зміни умов застосування (стану суб'єктів та об'єктів діяльності, змісту діяльності, зовнішніх факторів тощо), що призводять до статистичного значущого відхилення від прогнозованих результатів діяльності, вимагають модифікації моделі та перепроєктування технології.

Відповідно до вищезазначеного, під *методикою використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики* будемо розуміти теоретично обґрунтовану сукупність методів і форм використання хмарних технологій, застосування якої у профільному навчанні фізики сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів.

Описані у п. 2.3 модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики були необхідними для обґрунтування методики на *рівні моделювання* – у них описано:

- суб'єкти методики: учні старших класів, учитель фізики;
- об'єкти: засоби проведення навчальних досліджень з фізики;
- ціль: формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики;
- умови: профільне навчання фізики у спеціально побудованому навчальному середовищі;
- результат: підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів старших класів.

Узагальнені етапи діяльності відображають ітеративний процес формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики.

Окремі компоненти моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики на *рівні проектування* конкретизуються:

- засоби моніторингу діяльності – у засобах ІКТ, що забезпечують збирання і накопичення даних про діяльність учнів у процесі профільного навчання фізики, та інших засобах педагогічної діагностики, що застосовує учитель;
- засоби діагностування результатів діяльності – насамперед у матрицях дослідницьких компетентностей.

Загальну мету педагогічної діагностики О. Г. Колгатін визначає як

«інформаційне забезпечення системи управління навчальним процесом для вибору доцільного методу навчання в конкретний момент навчального процесу» [128, с. 31]. До ознак педагогічної діагностики відносяться: детальний аналіз за елементами, що складають очікуваний результат; виявлення причин труднощів; опрацювання даних: інтерпретація, класифікація, формування рекомендацій щодо корекції процесу, прогнозування; інтерпретація результатів діагностики здійснюється після накопичення необхідного обсягу даних.

Таким чином, засоби моніторингу та діагностування результатів діяльності є складовою системи педагогічної діагностики – підсистеми системи управління навчальним процесом, «яка здійснює збирання, систематизацію, накопичення й опрацювання даних про навчальні досягнення та властивості особистості ... з урахуванням фактичних умов навчання з метою застосування в системі управління навчальним процесом для корекції зазначених умов, вибору доцільного варіанту реалізації технології навчання в конкретний момент перебігу навчального процесу» [128, с. 36-37].

До основних способів документування навчально-дослідницької діяльності відносяться ведення лабораторного журналу, складання звіту про виконану роботу, запис перебігу діяльності за допомогою засобів ІКТ, створення діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів та ін.

Ведення діаграм Ганта, графіків робіт, використання електронних органайзерів, засобів управління проектами тощо надає можливість спланувати діяльність (конкретизувати її етапи, розподілити обов'язки, описати алгоритми діяльності, визначити необхідні ресурси), документувати її перебіг, коригувати окремі кроки діяльності для досягнення її мети у заплановані терміни, оперативно та ретроспективно аналізувати її хід та результати, узагальнювати їх.

Компоненти моделі використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики на *рівні проектування* конкретизуються у провідних засобах, пов'язаних із кожною компетентністю, формах організації діяльності з їх формування і методах їх формування.

На *рівні реалізації* методики описуються особливості використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики за різних форм організації профільного навчання:

– профільні класи в однопрофільних і багатпрофільних закладах загальної середньої освіти;

– профільне навчання за індивідуальними навчальними планами та програмами (у тому числі за дистанційною формою навчання або у формі

екстернату);

– профільні класи (групи) закладів загальної середньої освіти на базі закладів вищої освіти (дистанційні курси, заочні школи, сесійні види діяльності тощо).

Одним із найбільш ефективних напрямів реалізації дослідницько орієнтованого профільного навчання фізики є узгоджене використання різних форм організації профільного навчання фізики на основі поєднання навчання у профільних класах, навчання за індивідуальними навчальними планами та позакласного навчання (зокрема, на базі ЗВО та Малої академії наук України).

Таким чином, для опису методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики необхідно описати такі її складові:

– засоби хмарних ІКТ формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики;

– компоненти методики використання засобів хмарних технологій для формування кожної з дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики.

Розробку методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики будемо виконувати відповідно до виділених І. В. Сальник напрямів практичної реалізації синергетичних принципів у контексті функціонування системи навчального фізичного експерименту [229], що для розробленої методики утворюють наступні *методичні засади*:

1. Забезпечення прямої та опосередкованої засобами ІКТ комунікації між суб'єктами навчання, залучення учня до процесів планування, управління та моніторингу дослідження, забезпечення повсюдного доступу до освітніх та наукових ресурсів.

2. Використання для підтримки різних видів навчальних досліджень у профільному навчанні фізики однотипних засобів ІКТ, які застосовуються протягом усього терміну навчання за різними формами його організації.

3. Створення відкритого навчального середовища як середовища співпраці вчителя та учня з використанням хмарних технологій навчання та підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів.

4. Залучення до засобів підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з фізики засобів та технологій, що відповідають рівню розвитку фізики як науки, вимогам до її вивчення з метою оволодіння дослідницькими компетентностями на високому рівні.

5. Залучення форм організації навчальної діяльності з формування дослідницьких компетентностей та методів профільного навчання,

кращих зразків навчально-дослідницької діяльності з метою створення найбільш сприятливих умов для формування дослідницьких компетентностей учнів.

3.2 Засоби хмарних ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень

Інформаційно-комп'ютерне забезпечення експерименту – провідного методу дослідження у природничих науках – не просто вдосконалювалось із розвитком засобів ІКТ, а й часто ставало рушійною силою розвитку самих ІКТ: виникненню паралельних та розподілених обчислень, гіпертекстових та мультимедійних систем ми зобов'язані насамперед потребам забезпечення наукових досліджень з фізики. Д. Р. Хаманн зазначає, що в експериментальній фізиці ІКТ часто відіграють одну з найважливіших ролей: «... ЕОМ пронизує весь експеримент: проектування установки, управління експериментом, збирання та опрацювання даних» [301, с.248], тому доцільність застосування ІКТ для комплексної підтримки фізичних досліджень вже понад 30 років не викликає дискусій.

Так, у 1985 році авторський колектив під керівництвом Є. П. Веліхова вказував, що «сучасний стан фізичних досліджень ... висуває настільки високі вимоги до експериментальних установок, що вже неможливо обійтись без їх комплексної автоматизації» [202, с. 34]. На початку 1980-х рр. в Інституті ядерної фізики Московського державного університету ім. М. В. Ломоносова було розроблено трирівневий комплекс засобів автоматизації управління фізичним експериментом, до складу якого увійшло таке обладнання: персональний комп'ютер (мікроЕОМ ПК 8001) – верхній рівень, убудовані одноплатні ЕОМ для управління окремими великими блоками установки – середній рівень, та інтелектуальні пристрої, що керують конкретними вузлами установки (мікроконтролери) – нижній рівень. Складові комплексу об'єднані в локальну мережу. Автори зазначають, що персональний комп'ютер має містити, як мінімум, такі модулі: процесор, оперативна пам'ять, постійний запам'ятовуючий пристрій, інтерфейс для роботи з зовнішніми носіями даних (магнітофон або дисковод), інтерфейс монітора (принаймні, алфавітно-цифрового, можливо, ще графічного), інтерфейс клавіатури, інтерфейс для зовнішніх пристроїв (паралельний інтерфейс), інтерфейс локальної мережі. Розроблена з метою автоматизації управління установкою дистанційного вимірювання параметрів низькотемпературної плазми методами лазерної спектроскопії, а також для опрацювання експериментальних даних, теоретичних розрахунків, ведення архіву даних тощо мікроЕОМ ПК 8001,

більш відома як ПК «Корвет», стала основою для одного з найбільш відомих комплексів навчальної комп'ютерної техніки, що були поширені на початку введення інформатики у школу.

О. М. Желюк [115] розглядає доцільність використання ІКТ для реалізації шкільних навчальних досліджень з фізики в контексті удосконалення шкільного фізичного експерименту. Наприкінці минулого століття автором було розроблено ряд апаратно-програмних комплексів та доведено ефективність їх використання у порівнянні з традиційними лабораторними установками. Таке використання ІКТ на уроках фізики потребує переобладнання фізичного кабінету. Ця проблема була розглянута, зокрема З. Б. Саліховим, який запропонував базовий навчальний комплекс технічних засобів та методика його використання [228].

Р. М. Абдуловим показано ефективність використання інтерактивних засобів навчання у навчальному фізичному експерименті [66, с. 14]. До переваг застосування таких засобів автор відносить активізацію розумової діяльності учнів, підвищення мотивації учнів до навчально-пізнавальної діяльності (зокрема, вчитель отримує можливість варіювати форми навчальної взаємодії з учнями) та активізацію уваги учнів у зв'язку з різноманітними способами подання навчальних відомостей (включення в навчальний процес комп'ютерних презентацій, віртуальних фізичних дослідів і моделей, віртуальних лабораторних робіт, інтерактивних плакатів, відеодослідів, анімації та ін. забезпечують полісенсорне сприйняття навчального матеріалу учнями) [66, с. 9].

В. І. Сельдяєв [232] обґрунтував можливості та визначив ефективні шляхи застосування комп'ютерів для залучення учнів до методів наукового дослідження при виконанні лабораторних робіт на уроках фізики. Автор пропонує систему лабораторних робіт, у яких застосування комп'ютерів для дослідження фізичних процесів є необхідним; розробляє прийоми використання ІКТ у дослідницьких лабораторних роботах, що реалізують різні можливості використання ІКТ (обчислювальні; вимірювальні; керуючі; графічні тощо). В. І. Сельдяєвим показано, що:

1) ІКТ на заняттях з фізики мають слугувати необхідним інструментом для моделювання різних процесів і явищ, виступаючи новим навчальним засобом, що істотно підвищує ефективність проведення дослідницьких лабораторних робіт з фізики;

2) показником ефективності використання ІКТ у навчальних фізичних дослідження є інтелектуальний розвиток учнів, що виражається, перш за все в умінні висувати гіпотези і розв'язувати фізичні проблеми в нових для учнів ситуаціях;

3) при використанні ІКТ на уроках фізики мають бути враховані

індивідуальні можливості учнів, їх пізнавальні інтереси та рівень знань з інформатики.

Дослідником наведена докладна класифікація можливостей використання комп'ютера в лабораторному дослідницькому експерименті, в якому отримання результатів без нього або неможливе, або значно ускладнене (дослідження кінематичних характеристик руху тіла під дією сили тяжіння [274; 265; 267; 271; 272; 273], форми орбіт руху супутника [270], умов виникнення іскрового розряду та ін.), та визначено основні способи використання ІКТ у навчальних дослідженнях: 1) використання обчислювального експерименту в лабораторній роботі в поєднанні з натурним експериментом; 2) використання тільки обчислювального експерименту; 3) використання засобів ІКТ у складі комплекту вимірювального обладнання.

Говорячи про використання ІКТ в фізичних дослідженнях, Д. Р. Хаманн зазначає, що найбільш традиційними способами їх використання є автоматизація обчислень та моделювання фізичних процесів («чисельний аналіз» чи «імітація» [301, с. 240]).

Р. Ф. Фейнман (Richard Phillips Feynman) у своєму курсі лекцій пропонував для визначення орбіт руху планет пропонувати генералізувати «покрокові» розрахунки у вигляді таблиці [297, с. 170-171]. Для спрощення рутинних математичних розрахунків він пропонує користуватися таблицями квадратів, кубів та обернених величин. При цьому Р. Ф. Фейнман наголошує, що навіть в цьому випадку виконання таких розрахунків вручну потребують багато часу, тому доречним для розв'язування таких задач є використання комп'ютера як засобу автоматизації обчислень [297, с. 173].

Ч. В. Мізнер (Charles William Misner) розглядає можливості застосування при виконанні фізичних досліджень *електронних таблиць* (табличних процесорів, табличних редакторів) – класу ПЗ, які використовуються для опрацювання даних, що подані у вигляді двовимірного масиву. Табличні процесори надають можливість автоматизувати виконання значної кількості математичних та логічних дій; надають можливість знаходити чисельні розв'язки рівнянь, виявляти зв'язок між рядами даних, здійснювати статичне опрацювання даних, подавати дані у вигляді діаграм та графіків. Найбільш поширеними сучасними табличними процесорами є Microsoft Excel, LibreOffice Calc, KSpread, Kingsoft Spreadsheets, Google Sheets, Gnumeric.

Головною перевагою електронних таблиць Ч. В. Мізнер називає можливість комбінувати текстові та числові дані, що обумовлює зручність при багаторазовому виконанні схожих «рутинних» дій (як то складання звітів) [44, с. 396]. Також дослідник зазначає, що ряд задач

фізики, що можуть бути розв'язані з використанням електронних таблиць, є значно ширшим (також часто ці задачі є складнішими), ніж задачі, для розв'язання яких і створювався даний клас ПЗ. Перш за все електронні таблиці в фізиці використовуються для виконання розрахунків та побудови допоміжних графіків та діаграм. Ще у 1988 році Ч. В. Мізнер виокремив головні особливості, що роблять доцільним застосування електронних таблиць для розрахунків у фізиці: «гарне співвідношення часу на розробку до часу на виконання розрахунків та потреба в невеликій кількості даних» [44, с. 395].

У профільному навчанні фізики доцільно використовувати електронні таблиці в дослідженнях, що вимагають опрацювання однорідних масивів даних та їх узагальнення у вигляді графіків. Такими дослідженнями, зокрема, є дослідження процесу розрядження конденсатора та визначення його ємності, визначення температурного коефіцієнту опору металів, дослідження корисної потужності та ККД джерела струму, дослідження залежності опору напівпровідників від температур, дослідження вольт-амперних характеристик напівпровідникового діода (рис. 3.1). Доцільним є також застосування електронних таблиць для опрацювання результатів проведення серії однакових дослідів, що актуально для більшості шкільних лабораторних робіт [51].

Д. Р. Хаманн говорить про значний потенціал проблемно-орієнтованих мов програмування, зокрема Максіма та Альтран. Сьогодні для цього класу ПЗ загальноприйнятою є інша назва: *системи комп'ютерної математики* (СКМ) – це клас ПЗ, основним призначенням якого є виконання математичних операцій та перетворень алгебраїчних виразів, заданих у символічній формі. Також більшість сучасних СКМ надають можливість чисельного розв'язування задач, роботи з матрицями, статистичного опрацювання масивів даних. Значна кількість сучасних СКМ також підтримують можливість подання даних у графічному вигляді. Найбільш поширеними сучасними системами комп'ютерної математики є MATLAB, Maple, Mathematica, Mathcad, Scilab, Maxima, Sage [309], Yacas.

У шкільному навчальному дослідженні системи комп'ютерної математики можуть бути застосовані для розв'язання тих же проблем, що й електронні таблиці. Але найбільш ефективним буде їх застосування для досліджень, виконання яких потребує роботи зі значною кількістю математичних абстракцій (зокрема, векторів), наприклад, при дослідженні рівноваги тіла під дією кількох сил за методикою І. Л. Семешука [114] (рис. 3.2), визначенні центра мас плоских фігур.

Статистичні пакети – це клас ПЗ, призначенням якого є

статистичне опрацювання даних. Деякі зі статистичних операцій підтримуються також табличними процесорами та системами комп'ютерної математики. Спектр задач, які можуть бути розв'язані з використанням статистичних пакетів, є більш вузьким, ніж у табличних процесорів та СКМ, але для виконання статистичного опрацювання даних використання статистичних пакетів зазвичай є зручнішим та природнішим. Також статистичні функціональні можливості спеціалізованих пакетів зазвичай є значно ширшими, ніж статистичні функціональні можливості табличних процесорів та систем комп'ютерної математики. Тому для «поглибленого» статистичного аналізу даних краще використовувати саме статистичні пакети. Поширеними статистичними пакетами є, зокрема, Stata, STATISTICA, Minitab, JMP, STADIA, GenStat, Analyse-it, IBM SPSS Statistics.

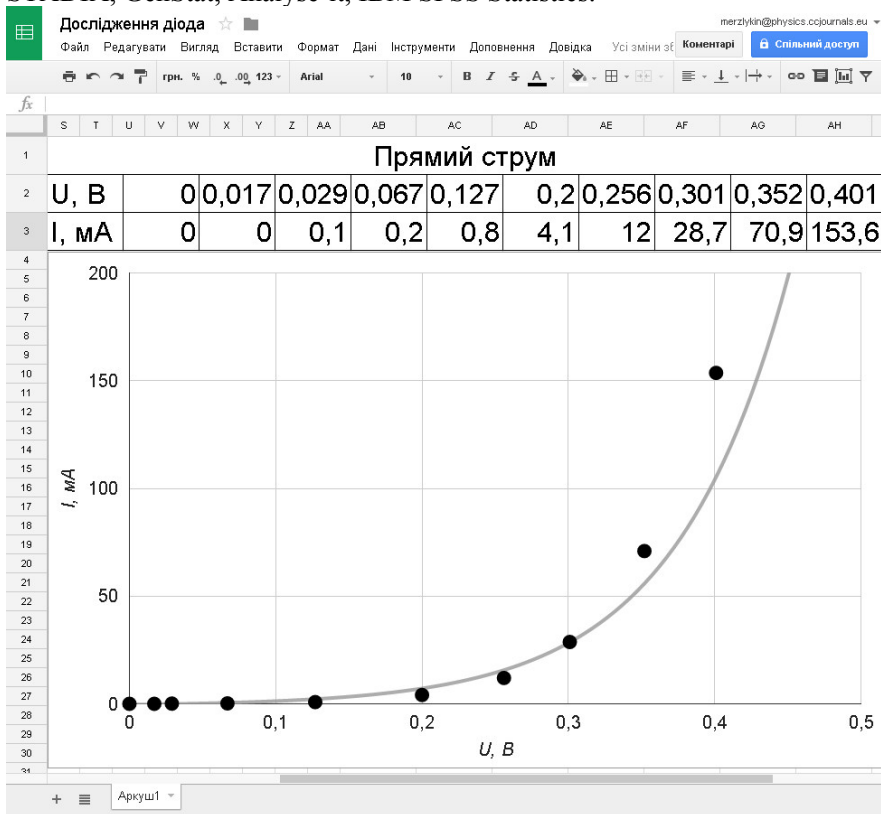


Рис. 3.1. Приклад використання електронних таблиць Google у лабораторній роботі «Дослідження напівпровідникового діода»

програмування та бібліотеки [301, с. 248-251], під якими надалі розумітимемо як власне мови програмування (символьні системи для запису алгоритмів), так й їх транслятори (компілятори чи інтерпретатори). Транслятор мови програмування разом із текстовим редактором, налагоджувачем, засобами вимірювання часу виконання частин програм (профільювання), управління файлами та об'єктами, набором спеціалізованих бібліотек для даної мови програмування тощо можуть бути об'єднані у інтегроване середовище програмування.

У наведеному визначенні мови програмування та бібліотеки виступають як засіб реалізації будь-якого алгоритму у вигляді комп'ютерної програми. Способи подання даних, що опрацьовані таким чином, може бути найрізноманітнішими (текстовим, графічним, відео, аудіо, мультимедіа, у вигляді бази даних тощо). Тому мови програмування можна вважати універсальним засобом для використання на всіх стадіях проведення фізичного дослідження.

За даними бібліотеки програм журналу *Computer Physics Communications* [15], у 2015 році найбільш поширеними мовами програмування загального призначення серед фізиків є C-подібні мови (C, C++, C#) – використовуються у понад 40 % програм, Fortran – близько 25 %, Python – близько 10 %. Крім того, у 15 % використовуються мови систем комп'ютерної математики (Matlab, Mathematica, Maple та SciLab), більш ніж у 5 % – мови сценаріїв (Tcl, Bash, Perl). Доля всіх інших мов програмування у 2015 році складає менш ніж 5 %.

Зазначимо, що, оскільки застосування мов програмування та бібліотек у фізичних навчальних дослідженнях вимагає від учнів не лише компетентностей з проведення фізичних досліджень, а й компетентностей з програмування, використання цього класу ПЗ на уроках фізики навряд чи можна вважати виправданим. Менш з тим мови програмування та бібліотеки можуть стати потужним інструментом формування й розвитку дослідницьких компетентностей учнів з фізики у позашкільній навчальній діяльності (спеціалізовані гуртки, виконання міжпредметних науково-дослідницьких робіт у рамках Малої академії наук України тощо).

На рис. 3.4 показано інтерфейс користувача комп'ютерної програми для демонстрації закону Фарадея у хмаро орієнтованому середовищі GlowScript, створеної за допомогою мови програмування Python з використанням бібліотеки Visual [261].

Віртуальні лабораторії – досить вузький клас програмного забезпечення, який призначений для імітації процесу проведення натурального дослідження. Робота у віртуальній лабораторії передбачає роботу з віртуалізованими об'єктами реальної фізичної лабораторії.

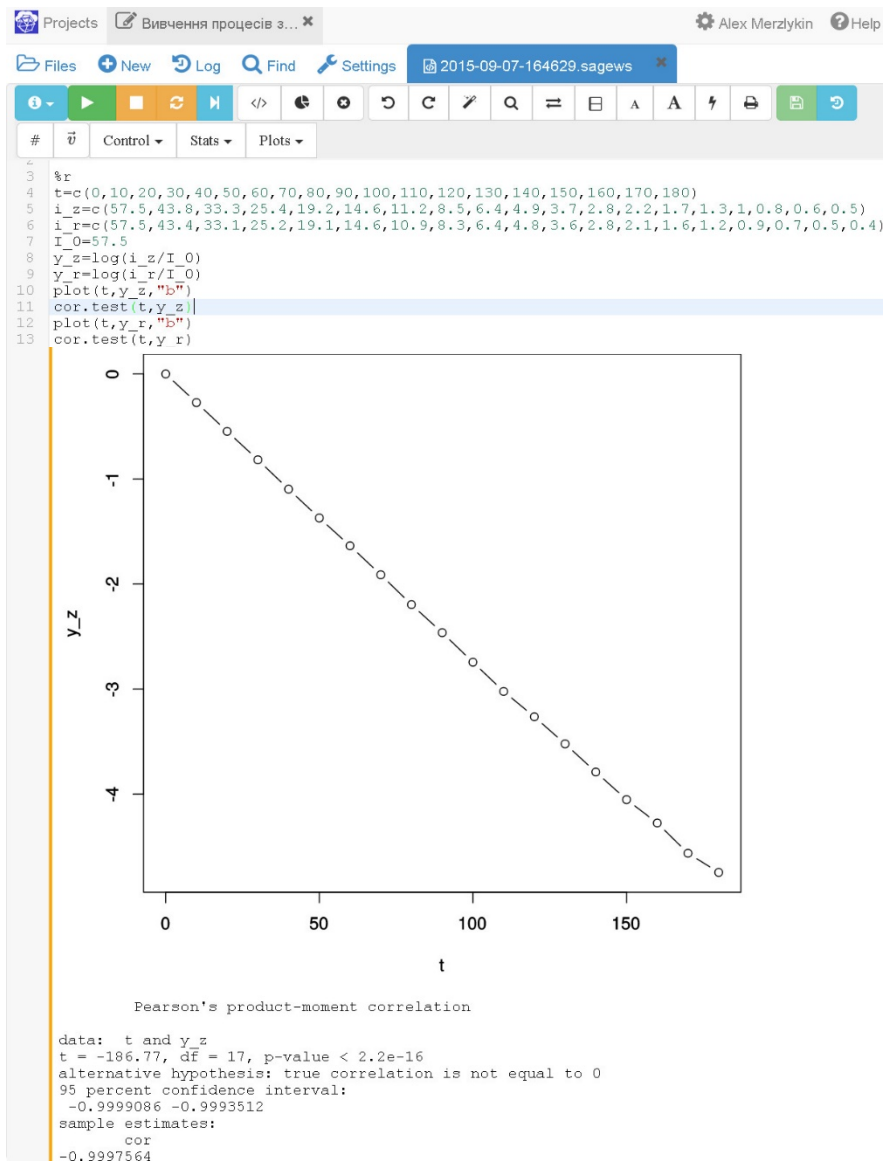


Рис. 3.3. Приклад використання статистичного пакету R у SageMathCloud для встановлення відповідності між процесами зарядки та розрядки конденсатору

Віртуальні лабораторії можуть передбачати створення користувачем

власних дослідів або проведення досліджень, заздалегідь розроблених авторами віртуальної лабораторії чи вчителем. Метою роботи учнів у віртуальній лабораторії є проведення досліду з використанням відповідного набору віртуалізованих приладів та виконанням необхідних вимірювань.

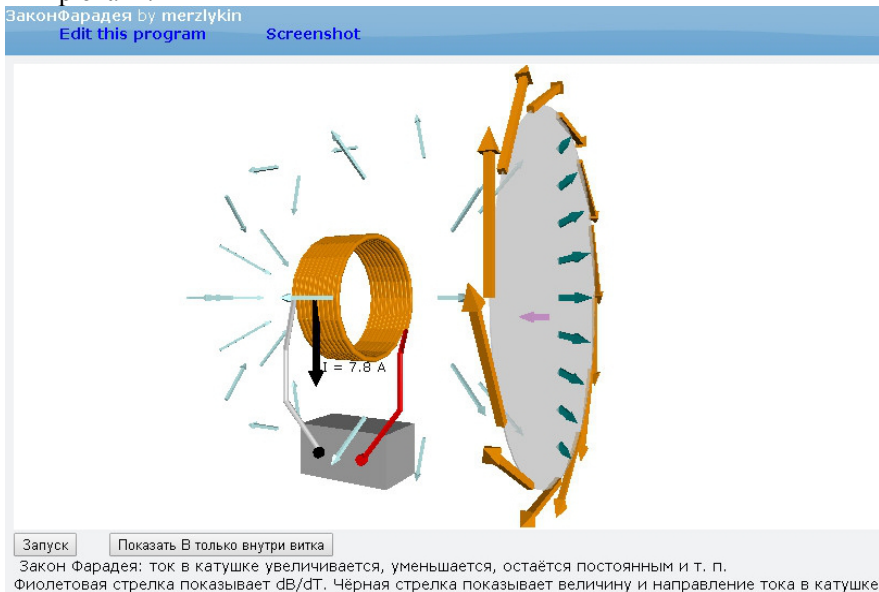


Рис. 3.4. Інтерфейс користувача комп'ютерної програми у VPython для демонстрації закону Фарадея

Віртуальна лабораторія, розроблена Г. Бозеном (Gregory Bothun), Ш. Расселом (Sean Russell) та Е. Халс (Amy Hulse), є частиною пакету фізичних освітніх ресурсів Орегонського університету і є набором Java-аплетів, доступним на сайті університету. Дослідження у віртуальній лабораторії, за словами авторів, призначені для надання студентам доступу до даних, що симулюють реальний фізичний експеримент.

За словами Г. Бозена, попередньо планувалось використовувати віртуальну лабораторію для студентів неприродничих спеціальностей, для яких курс фізики не передбачає лабораторних робіт. Та згодом виявилось, що розроблені Java-аплети завантажувались тисячі разів на місяць та стали популярними на уроках фізики в старшій школі. Кожне дослідження у віртуальній лабораторії складається з двох частин: у одній студенти (учні) працюють з комп'ютерними моделями обладнання, а інша відображає план уроку. Віртуальна лабораторія включає як дослідження, що можуть бути проведені в умовах фізичної лабораторії

(рис. 3.5) так і ті, що не можуть. Для більшості обладнання передбачено можливість некоректного його застосування: у цьому випадку обладнання «віртуально» дасть збій, а користувача буде повідомлено про це відповідним звуковим повідомленням [4]. Це надає можливість вважати частину описаної віртуальної лабораторії *віртуальним тренажером* з використання фізичного обладнання.

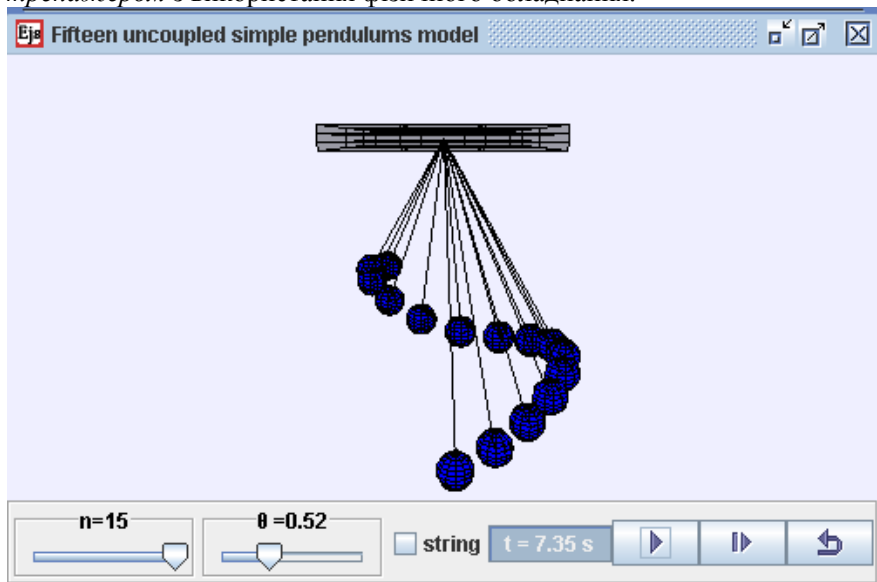


Рис. 3.5. Хвильовий маятник, змодельований засобами Easy Java/Javascript Simulations проекту Open Source Physics

Віртуальні тренажери – це клас ПЗ, близький до віртуальних лабораторій. Головна відмінність між цими двома класами ПЗ полягає в їх меті. Робота з віртуальними тренажерами передбачає перш за все роботу з віртуалізованими приладами як такими, а не зі «схемою» досліду в цілому. Віртуальні тренажери можуть бути використані для наочного ознайомлення учнів з приладами (їх зовнішнім виглядом, правилами налаштування та застосування, способами зняття показів тощо), необхідними для виконання дослідження. Застосування тренажерів забезпечує можливість формування орієнтовних видів діяльності при виконанні лабораторних досліджень у віртуальному просторі і закріплення їх при виконанні реального експерименту в лабораторії. Отже, учні набувають особистісного досвіду експериментаторської діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв’язувати пізнавальні задачі засобами фізичного експерименту

[151, с. 10].

Часто роль віртуальної лабораторії та віртуального тренажеру виконує один й той самий програмний засіб. Таким чином, віртуальні тренажери моделюють обладнання фізичного експерименту, а віртуальні лабораторії моделюють реальне фізичне дослідження.

Віртуальні тренажери в шкільному навчальному дослідженні доцільно використовувати на підготовчому етапі дослідження, щоб надати учням можливість вдома ознайомитися з обладнанням, що буде використовуватись при проведенні дослідження (рис. 3.6). Особливо це актуально в тих випадках, коли учні мають ознайомитися з новими для себе приладами.

7 - ЩІТКИ ДЛЯ ЗЙОМУ ЗАРЯДІВ.

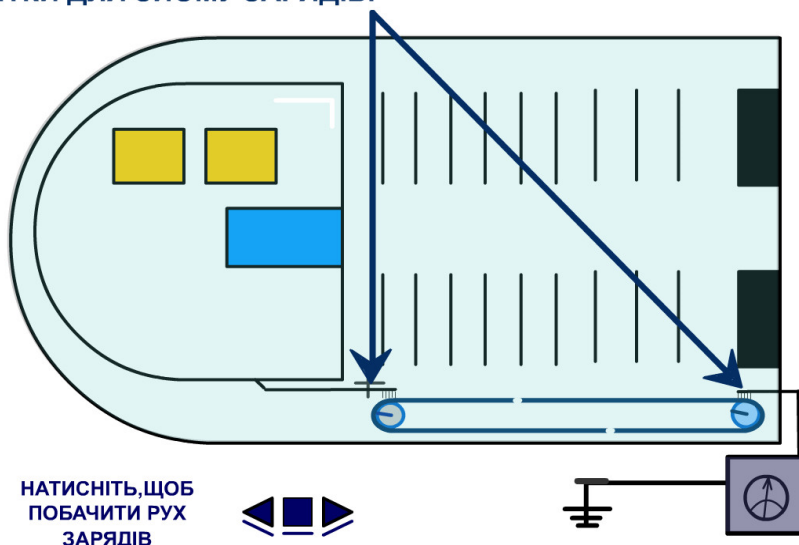


Рис. 3.6. Ознайомлення з електростатичним прискорювачем іонів на сайті Інституту високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Використання комп'ютерного моделювання здатне розширити зміст шкільних навчальних досліджень [247; 248; 268; 269; 275; 266]. Це твердження впливає хоча б з того факту, що будь-яке фізичне явище може бути змодельовано за допомогою комп'ютера. Д. Р. Хаманн зазначає, що для більшості успішних застосувань чисельного моделювання характерними є три елементи – «аналітичне спрощення, що базується на відомій фізичній теорії, гарний алгоритм та вдале графічне подання результатів» [301, с. 247]. У статті [54] представлено ряд моделей, використання яких в навчальному процесі, на думку авторів, є

більш ефективним, ніж реальна демонстрація фізичних явищ.

ПЗ моделювання фізичних процесів – це клас ПЗ, на перший погляд, подібний до віртуальних лабораторій. При використанні віртуальних лабораторій учні оперують готовими моделями фізичних явищ, у той час як при використанні ПЗ моделювання фізичних процесів учні мають побудувати ці моделі, що вимагає більш високого рівня абстракції (робота з цим класом ПЗ зазвичай є менш наочною), ґрунтовнішого розуміння природи фізичних процесів та навичок математичного моделювання. Розробка комп'ютерних моделей за допомогою даного класу ПЗ може потребувати значних витрат часу, тому доцільно організувати таку діяльність у рамках навчального дослідницького проекту. В той же час повна віртуалізація лабораторної роботи за допомогою ПЗ моделювання фізичних процесів виходить за межі профільного навчання фізики.

Способи опису моделей у ПЗ моделювання фізичних процесів можуть суттєво різнитися: від текстового опису за допомогою команд ПЗ (рис. 3.7) з подальшим виконанням у пакетному режимі до їх безпосереднього виконання через графічний інтерфейс.

М. П. Хенчинські (Marek Pawel Chęcinski) пропонує використовувати такі ПЗ в парі: FireFly (PC-Games) для розрахунку властивостей молекулярних структур та MacMolPlt для візуалізації результатів цих розрахунків [13]. Автор розглядає основні можливості обох засобів та надає деякі поради з їх використання.

Ф. Ескембре (Francisco Esquembre) зазначає, що засоби комп'ютерного моделювання мають всі навчальні переваги моделювання та, на додачу, допомагають студентам (учням) прояснити свої поняття та донести своє бачення до інших. При цьому автор також зазначає, що рівень абстракції самих засобів моделювання може дуже відрізнятись: від «чистого програмування» до побудови з високорівневих блоків. Вибір засобів моделювання визначається поставленою задачею. Так Ф. Ескембре рекомендує використовувати Modellus для простих моделей та Easy Java Simulations – для більш складних [19, с. 17].

Тому ПЗ моделювання фізичних процесів по відношенню до віртуальних лабораторій є не більш широким, а іншим класом ПЗ, який має свої специфічні завдання, мету та способи використання. Одним з можливих підходів до розмежування цих суміжних класів ПЗ є класифікація, наведена у табл. 3.1.

Такі класи ПЗ як віртуальні лабораторії, ПЗ моделювання фізичних процесів та мови програмування і бібліотеки в шкільному дослідженні можуть бути використані для моделювання явищ, які неможливо дослідити в шкільній лабораторії (наприклад, для моделювання

радіоактивного розпаду чи для демонстрації положень релятивістської механіки). Також віртуальні лабораторії у шкільній практиці зазвичай використовують у тих випадках, коли з учнями неможливо провести дослід у реальній лабораторії. Зокрема, це зручно за дистанційної форми навчання. Разом з тим корисним може бути порівняння результатів дослідження, отриманих у натурному дослідженні, з результатами, отриманими з використанням віртуальної лабораторії. Не менш корисним буде й порівняння результатів досліджень з використанням різних моделей одного явища. Такі порівняння, зокрема, допомагають учням осмислити межі застосування фізичних законів, усвідомити принцип відповідності та можливість існування декількох адекватних математичних інтерпретацій одного явища.

Таблиця 3.1

Класифікація програмних засобів за критеріями керованості програмним кодом та даними (фрагмент)

Клас ПЗ	Управління програмним кодом	Управління програмними даними
Мови програмування та бібліотеки	Код створюється користувачем з використанням бібліотечних об'єктів; алгоритми програмуються або обираються з бібліотечних	Структури даних визначаються користувачем при створенні коду або автором бібліотечного алгоритму при його використанні; дані вводяться користувачем
ПЗ моделювання фізичних процесів	Код може створюватися користувачем відповідно запропонованого автором ПЗ інтерфейсу або можуть використовуватись готові програмні модулі	Структури даних визначені автором ПЗ; дані вводяться користувачем
Віртуальні лабораторії	Код створений автором ПЗ	Структури даних визначені автором ПЗ; дані вводяться користувачем
Віртуальні тренажери	Код створений автором ПЗ	Структури даних та самі дані визначені автором ПЗ

Г. Буч (Grady Booch) на прикладі реалізації циклу програмної інженерії для розробки віртуальної лабораторії з геометричної оптики наголошує на необхідності побудови такого інструментального ПЗ, за допомогою якого користувач міг би вільно маніпулювати оптичними експериментами, яке не вимагало би від користувача жорсткого слідування певному порядку дій, визначеному даним ПЗ (що характерно

для модальних, пакетно орієнтованих прикладних програм). Натомість Г. Буч пропонує використовувати об'єктно орієнтований підхід до проектування ПЗ, який передбачає *побудову діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо* [89, с. 258]. Концептуальні принципи проектування об'єктно-орієнтованих систем полягають в тому, щоб розглядати світ як поєднання об'єктів, що зв'язуються один з одним для досягнення бажаної функціональності [89, с. 327]. Г. Буч зазначає, що переважна більшість об'єктів реального світу є динамічними, тому для їх подання зручно користуватися діаграмами об'єктів [89, с. 283]. Якщо на етапі проектування не виокремити загальні риси й не встановити зв'язки та ієрархію об'єктів, то на стадії розробки буде виконано більше «необов'язкової» роботи та проблемними будуть подальші модифікації готового проекту [89, с. 284]. Також Г. Буч наголошує, що неможливо уникнути внесення змін до готового проекту, тому необхідним є планування цього процесу. А чутливість до змін є характерною рисою гарно структурованих систем [89, с. 286, 331]. Г. Буч вказує, що питання підвищення продуктивності розробленої системи та внесення змін до неї також значно простіше розв'язуються за умови правильно побудованої структури системи [89, с. 331].

ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо – це досить вузький та неоднорідний клас ПЗ, призначений для об'єктно орієнтованого моделювання, побудови діаграм Ганта, карт знань та будь-яких інших візуалізацій, що допомагають узагальнити, виділити основні та другорядні риси певного процесу чи об'єкту, з'ясувати взаємозв'язки та підпорядкованість одних об'єктів іншим. Цей клас ПЗ, візуалізуючи та систематизуючи ряд даних, дозволяє учням краще, глибше та ефективніше охопити відомості щодо цих даних. Крім того, використання діаграм (та інших об'єктів, побудованих за допомогою такого ПЗ) активізує когнітивні процеси учнів за рахунок підвищення рівня зацікавленості та активізацій зорової уваги і образного мислення. Також процесу побудови такої діаграми передують певні розумові дії, опанування яких є корисним майже для всіх сфер людської діяльності, адже вони пов'язані із загальними методами пізнання. Водночас використання такого ПЗ дозволяє не лише спростити маніпулювання об'єктами, а й зменшити кількість рутинних дій, що їх мав би виконати учень. Прикладами такого ПЗ є, зокрема, Microsoft Visio, SAP Power Designer, Rational Software Architect, Sparx Enterprise Architect, Altova UModel.

ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо в профільному навчанні фізики може бути використане для генералізації знань про фізичні явища, теорії, абстракції, для сприяння кращому

розумінню учнями зв'язків між ними. Побудова таких діаграм може бути окремим видом діяльності учнів, зокрема, на узагальнюючих та вступних заняттях.

```

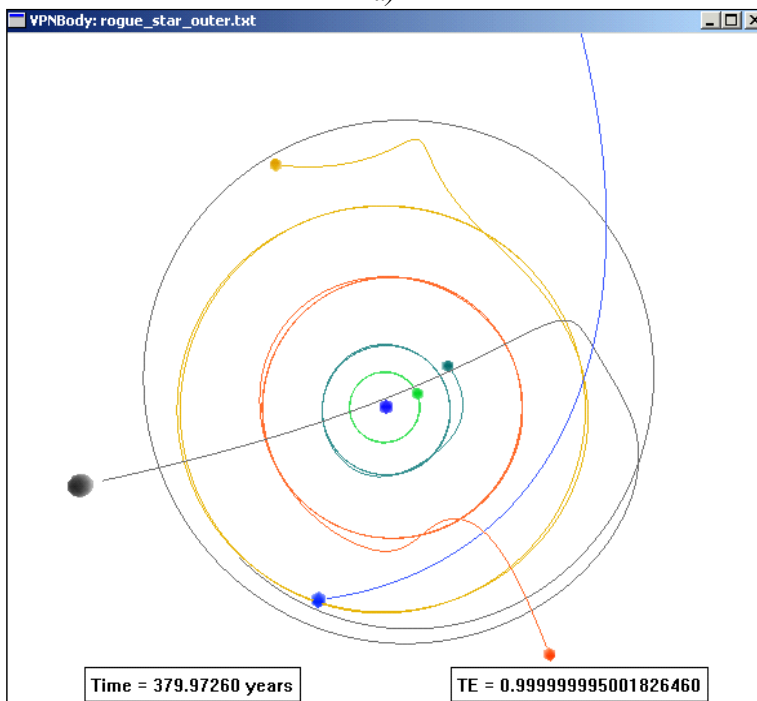
TIME_STEP 90 DAYS # крок моделювання
MAX_TIME 600 YEARS # повний час моделювання
METHOD Candy_Rozmus_Opt # метод інтегрування

OBJECT_DATA # опис об'єкту "блукаюча зірка"
Name Rogue_Star
Free
MASS 1.50 SOLAR_MASSES
COLOR 1 0.85 0
Orbit_color 1 0.85 0.0
POSITION -125 200 0 AU
VELOCITY 0.325 0.0 0 AU/Yr
END_OBJECT_DATA

# опис інших об'єктів Сонячної системи (Сонця, планет)

```

a)



б)

Рис. 3.7. Фрагмент опису комп'ютерної моделі процесу вторгнення в Сонячну систему блукаючої зірки масою в 1,5 маси Сонця у ПЗ моделювання сонячно-подібних систем VPBody (а) та результати моделювання (б)

Так, на рис. 3.8 показано діаграму об'єктів для видів навчальних та наукових фізичних досліджень, побудовану в середовищі об'єктно-орієнтованого проектування GenMyModel. Також побудова таких діаграм є корисною при моделюванні (насамперед – комп'ютерному) задля виокремлення важливих рис об'єкту чи явища, що моделюються.

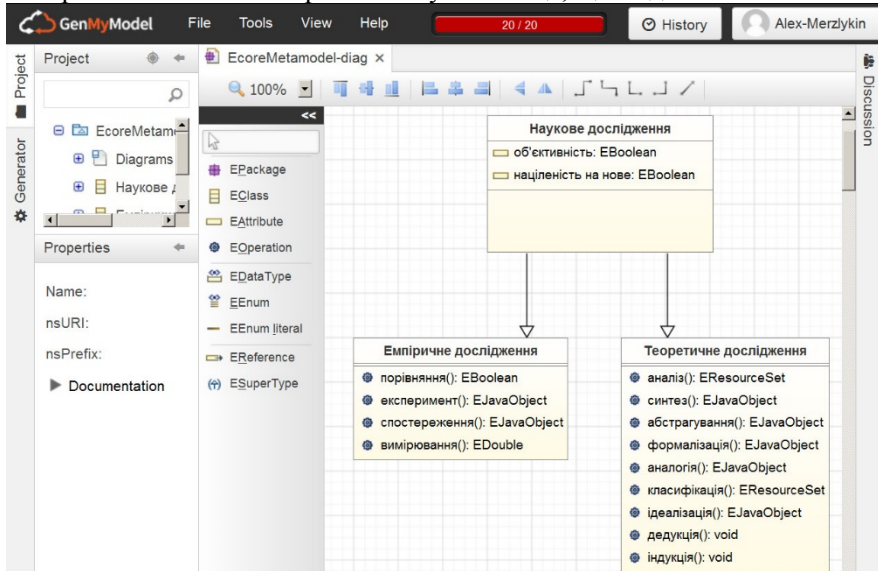


Рис. 3.8. Діаграма об'єктів для фізичних досліджень, побудована в середовищі об'єктно-орієнтованого проектування GenMyModel

Е. Карлсон (Edward H. Carlson) наголошує на необхідності чіткого планування та організації як лабораторного, так й обчислювального фізичного дослідження на основі методів *управління проектами*. На думку автора, вони можуть бути основою гарно організованої роботи (у фізичній лабораторії, при комп'ютерному програмуванні та при розв'язанні фізичних задач) [11, с. 400]. Посилаючись на досвід розробки великих програмних проектів, Е. Карлсон робить висновок про застосовність методів управління проектами для покращення продуктивності та якості розробки фізичного програмного забезпечення як найбільш доступного способу навчання узагальнених умінь розв'язування задач.

ПЗ управління проектами – це клас ПЗ, зазвичай орієнтованого на управління бізнес-проектами. Задачі, що їх покликані розв'язувати такі ПЗ можна поділити на такі групи: планування подій та управління задачами (ідентифікація великих складових проекту – так званих віх (milestones), їх декомпозиція, побудова ієрархічної структури роботи,

планування взаємозалежних подій, розподіл ресурсів за конкретними задачами, розподіл задач між різними виконавцями, розрахунок часу, необхідного на виконання робіт, побудова графіку виконання робіт та діаграми Ганта, сортування задач, управління декількома проектами одночасно), управління даними (переліки задач, збір даних про терміни виконання робіт, попередження про ймовірні ризики, дані про робоче навантаження, хід проекту, показники та їх прогнозування), управління комунікаціями команди проекту (обговорення робочих питань проекту, фіксація проблем та запитів на внесення змін, урахування ризиків проекту, надання доступу до даних про хід проекту). Частина описаного функціоналу може бути корисною і при виконанні навчальних досліджень з фізики. Прикладами ПЗ управління проектами є Microsoft Project, Basecamp, JIRA, Launchpad, Redmine, ProjectLibre, GanttProject.

У профільному навчанні фізики ПЗ управління проектами доцільно використовувати для організації колективних навчальних досліджень, насамперед – у дистанційному режимі. На рис. 3.9 показано приклад використання хмаро орієнтованої системи управління проектами Collabtive для організації навчального дослідження з визначення інтенсивності метеорного потоку Персеїди.

Підбиваючи підсумки застосування кишенькових комп'ютерів у навчальній фізичній лабораторії, Б. Родрігес (Bill Rodriguez) наголошує на перевагах, що їх надають програми-органайзери: «за допомогою кишенькових комп'ютерів студенти можуть збирати, аналізувати дані, складати звіти, використовуючи лише один пристрій; значно спрощується спільне використання даних» [50, с. 43]. Експериментальна група студентів використовувала кишенькові комп'ютери не лише як органайзери (для роботи з конспектами навчальними програмами, передачі даних експериментів, слідкування за щоденними новинами), а й для моделювання фізичних процесів (зокрема, для візуалізації електричних полів та їх градієнтів), для складання звітів, фотографування деяких даних експериментів (з хвильовою ванною, в оптичній лабораторії тощо) та лабораторних установок для включення їх до звіту. Порівняння результатів експериментальної та контрольної груп показало, що студенти, які використовували кишенькові комп'ютери протягом року, отримали оцінку на бал вище, ніж ті, що не використовували кишенькові комп'ютери. Окрім того, Б. Родрігес зазначає, що кишенькові комп'ютери надали можливість студентам легше співпрацювати при виконанні експериментів, зберігати актуальні конспекти та навчальні програми, збирати нотатки та інші відомості, ефективніше готувати та розповсюджувати звіти про виконання лабораторних робіт [50, с. 43].

Навчальні дослідницькі проекти

Визначення інтенсивності метеороного потоку... / Списки завдань

Складання звіту за результатами дослідження				
	Завдання	Користувач	днів	
✓	Аналіз інтенсивності	admin	-1	✎ ✕
✓	Створення презентації	admin	2	✎ ✕

Створити завдання Завершені завдання

Презентація результатів дослідження				
	Завдання	Користувач	днів	
✓	Попередня презентація в гуртку	admin	1	✎ ✕
✓	Загальна презентація	admin	2	✎ ✕

Створити завдання Завершені завдання

Визначення інтенсивності метеороного потоку... / Завершені завдання

Список завдань				
	Завдання	Користувач	днів	
✓	Спостереження пікової актив...			✕
✓	Визначення радіантів потоку			✕

Рис. 3.9. Список завдань, складений у системі управління проектами Collabtive для навчального дослідження з визначення інтенсивності метеороного потоку Персеїди

Електронними органайзерами зазвичай називають як кишенькові персональні комп'ютери (сьогодні їм на зміну прийшли смартфони та комунікатори, що, фактично, є гібридами кишенькових ПК та мобільних телефонів), так і відповідне ПЗ. Нас більше цікавитимуть електронні органайзери саме як клас прикладного ПЗ, призначеного для накопичення даних користувача, оперативного пошуку в них, планування заходів і контролю за їх виконанням, відстеження подій тощо. Існують як органайзери «широкого вжитку», так і вузькоспеціалізовані органайзери

(кулінарні, фінансові, музичні та ін.). Відповідно, й функціонал різних органайзерів може суттєво різнитися. Типовий органайзер зазвичай містить такі складові: календар; менеджери контактів, подій тощо; записник; засоби планування завдань та контролю за їх виконанням; будильник; «нагадувач» про певні події. Прикладами такого ПЗ є, зокрема, Microsoft Outlook, Google Calendar, Evernote, Feng Office Community Edition, Mozilla Sunbird, Akonadi, Lotus Organizer.

У процесі формування дослідницьких компетентностей учнів електронні органайзери надають вчителю можливість використання широкого спектру комунікаційних засобів для моніторингу, оперативного планування та коригування навчально-дослідницької діяльності учнів, зокрема, тих, що на початку реалізації проекту мають базовий рівень сформованості соціально-поведінкової складової дослідницьких компетентностей. Для учнів даний клас ПЗ виступає насамперед засобом самоорганізації та планування колективної роботи. На рис. 3.10 наведено фрагмент тижневого планування колективної роботи зі спостереження за зоряним небом з метою визначення рівня та складання мапи світлової забрудненості.

Рис. 3.10. Тижневе планування спостережень за зоряним небом з метою визначення рівня світлової забрудненості з використанням календарів Google

Д. Р. Хаманн стверджує, що «... переписування показів приладів до лабораторного журналу» не має жодної інтелектуальної цінності, тому має бути автоматизованим [301, с. 248]. *Лабораторні журнали* як клас ПЗ покликані імітувати звичайний лабораторний журнал. Найпростіший лабораторний журнал може бути представлений у вигляді програми-

записника (текстового чи табличного редактора) з відповідними шаблонами. Роль лабораторного журналу також може виконувати електронний органайзер чи система управління базами даних. Існують лабораторні журнали і як спеціалізоване ПЗ: LAB Story, LabJ, MDL Elan, Open Enventory, STARLIMS ELN тощо (рис. 3.11).

Поточний курс

- Літня астрономічна школа
 - Учасники
 - Відзнаки
 - Загальне
 - 1 Липень - 7 Липень
 - 8 Липень - 14 Липень
 - 15 Липень - 21 Липень
 - 22 Липень - 28 Липень
 - 29 Липень - 4 Серпень
 - 5 Серпень - 11 Серпень
 - 12 Серпень - 18 Серпень
 - 19 Серпень - 25 Серпень
- Лабораторний журнал**
 - 26 Серпень - 1 Вересень
 - 2 Вересень - 8 Вересень

Керування

- Керування курсом
- Перемикнути на роль...
- Повернутися до моєї ролі

My ELN Index

Hide annotations Expand annotations

Визначення рівня світлового забруднення

Кількість зір у літньому трикутнику

(created by Олександр Володимирович Мерзликін on Четвер, 20 Червня 2015, 23:05)

- Дата спостереження
- Час спостереження
- Широта місця спостереження
- Довгота місця спостереження
- Кількість зір

Рис. 3.11. Електронний лабораторний журнал (Electronic Laboratory Notebook – ELN) у середовищі підтримки навчання Moodle

Також лабораторні журнали частково можуть генеруватися автоматично за умови автоматизованого зняття показів приладів. Основними перевагами електронних лабораторних журналів перед паперовими є можливість внесення до них змін у будь-який час, що позбавляє від необхідності вести записи на чернетці та «на чистову», повна чи часткова автоматизація рутинних дій та деяких розрахунків, що дозволяє ще на діяльнісному етапі дослідження оцінити правдоподібність

отриманих результатів, проаналізувати похибки, переглянути побудову лабораторної установки.

У профільному навчанні фізики електронні лабораторні журнали доцільно використовувати у складі апаратно-програмних комплексів забезпечення фізичного експерименту за умови автоматизації процесу зняття показів приладів.

Характеризуючи системне програмне забезпечення фізичних досліджень, Д. Р. Хаманн вказує на такі переваги використання UNIX-подібних операційних систем, як стандартизованість, гарна підтримка обчислювальних задач і задач опрацювання текстів (сьогодні таке ПЗ має назву *текстових процесорів*), мобільність, зручність, природна підтримка мережних обчислень тощо [301, с. 252].

Текстові процесори – це клас ПЗ, що використовують перш за все для написання й модифікації документів, компонування макету тексту та, можливо, його друку. Сучасні текстові процесори, окрім форматування тексту (шрифти, кеглі, інтервали, абзаци, вирівнювання, колір тощо), передбачають також роботу з таблицями, графічними зображеннями тощо. Надалі розрізнятимемо текстові процесори, що дозволяють одразу бачити на моніторі результати змін, що їх виконує користувач – текстові процесори, що реалізують підхід WYSIWYG. Найбільш відомими сучасними представниками таких текстових процесорів є Microsoft Word, Google Docs, LibreOffice Writer. У інших текстових процесорах форматування тексту (його компіляція) відбувається лише після завершення редагування тексту. Такі текстові процесори реалізують підхід WYSIWYM, який є менш поширеним, але зазвичай вони використовують більш складні алгоритми верстки, що дозволяє отримати «гарніший» текст. Прикладами таких текстових процесорів є Kile, MiKTeX, TeXworks, TeXmacs, WIRIS, XML Marker, VisualEditor.

Використання текстових процесорів безпосередньо не впливає на формування дослідницьких компетентностей учнів, менш з тим воно надає можливість уніфікувати форму звіту (зокрема, з виконання лабораторної роботи), частково автоматизувати його складання та зменшити час, необхідний на його складання, відтіснивши на другий план рутинні дії, надаючи учневі можливість сконцентруватися безпосередньо на дослідженні. Використання текстових процесорів також полегшує процес обміну результатами дослідження між учнями, що особливо актуально при групових дослідженнях та за дистанційної форми навчання (рис. 3.12).

М. І. Старовіков [256] пропонує дидактичну модель формування й розвитку дослідницької діяльності у школярів в процесі вивчення фізики в умовах інформатизації навчання, у якій основною організаційною

формою навчання є лабораторний практикум, що регулярно проводиться протягом року і фактично є окремим навчальним курсом. Практикум складається не лише з натурних експериментів, а містить також елементи імітаційного [263] та чисельного моделювання. Також передбачено опрацювання даних натурального експерименту за допомогою комп'ютера. Д. Р. Хаманн стверджує, що наочна *презентація* результатів (у тому числі мультимедійна) надає нові можливості для аналізу досліджуваного явища, наводячи як приклад науковий «фільм», знятий «з точки зору демона Максвелла» [301].

Конструювання приладу для вимірювання прискорення вільного падіння

- падіння на ваги (Мачугадзе)
 - як фіксувати покази вагів? (Alex M)
- скочування кульки (Чехута)
 - виходить велика похибка при енергетичному розрахунку
 - чи можна нехтувати тертям?
- маятник (Богун)
 - чи можна якось врахувати загукання?
- автоматизація вимірювання часу (Срмак, Конкін, Боднарюк, Боднарюк)
 -

фотоелемент	електромагіт	електромагнітна індукція

Рис. 3.12. Спільне редагування у Google Docs плану роботи з конструювання приладу для вимірювання прискорення вільного падіння

Редактори презентацій (ПЗ підготовки презентацій) – клас ПЗ, що використовується для подання даних у вигляді слайд-шоу для супроводу доповідей. Редактор презентацій зазвичай виконує три основні функції: текстового редактору, що дозволяє вставляти та формувати текст, медіа-редактору графіки, аудіо, відеоданих та системи показу слайдів для відображення вмісту. ПЗ підготовки презентацій покликані, з одного боку, надати доповідачеві можливість структурувати доповідь, а з

іншого – надати слухачам візуалізовані та генералізовані відомості, що супроводжують усну доповідь. Також у процесі створення презентації учні узагальнюють та генералізують хід та результати проведеного дослідження, тому мультимедійна презентація може слугувати частиною звіту про виконану роботу. Доречнішим виглядає використання такої форми звітування про виконану роботу в тому випадку, коли мова йде про виконаний групою учнів проект, результати якого мають бути презентовані аудиторії. Найбільш поширеними сучасними редакторами презентацій є Microsoft PowerPoint, Google Slides, Prezi, LibreOffice Impress, iWork Keynote, Scribus, Adobe Presenter.

Використання мультимедійних презентацій у будь-яких навчальних фізичних дослідженнях надає можливість учневі генералізувати власні ідеї (перш за все, на етапі планування дослідження), систематизувати результати (на етапі опрацювання результатів дослідження) та зробити висновки (рис. 3.13). Безумовною є користь від використання презентацій задля того, щоб поділитися результатами дослідження (чи його частини) з іншими учнями.

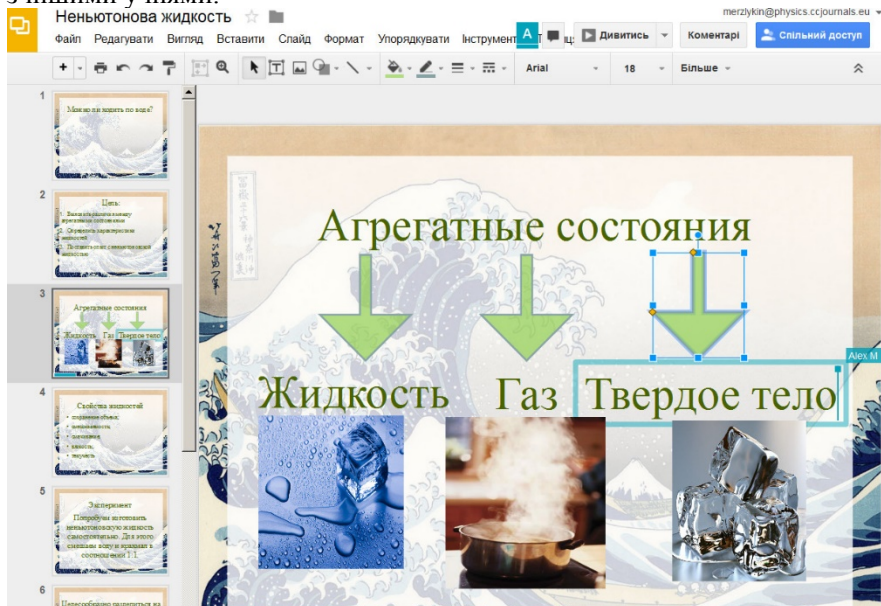


Рис. 3.13. Презентація за результатами дослідження властивостей неньютонівської рідини, створена у редакторі презентацій Google Slides

Систематичний аналіз результатів експериментальної роботи із розробки та використання мультимедійного курсу фізики у 1969-1971 рр. наводить Р. К. Бренсон (Robert K. Branson) [5]. У різних

експериментальних групах використовувались відеокасетні записи тривалістю 15-40 хвилин, «книжки, що розмовляють» (ті ж відеозаписи, але з відповідними звуковими коментарями) та «ілюстровані книги» (ті ж «книжки, що розмовляють», але в яких візуальну інформацію було опрацьовано, виділено головне, а конспект аудіоматеріалу було роздруковано). Подальшим розвитком цього дослідження стала модель педагогічного проектування ADDIE [6].

За словами С. Вейера (Stephen A. Weyer), необхідність застосування мультимедіа в навчанні фізики [283] впливає вже з самої природи пізнання та навколишнього світу: «сприйняття та досвід – дуже динамічні та особисті, – погано передаються статичним текстом» [64, с. 93]. Окрім того застосування мультимедіа, за словами С. Вейера, змінить стиль подання та організації знань. Н. Янkelович (Nicole Yankelovich), К. Сміт (Karen E. Smith), Л. Н. Гарретт (L. Nancy Garrett) та Н. Мейровіц (Norman Meurowitz) описують досвід використання авторського переглядача та редактору гіпермедіа («розширений текст», що, окрім тексту, включає в себе інші види медіаданих: статичні та анімовані графічні об'єкти, відео, звук, музику тощо [65, с. 39]) – Intermedia в навчанні. Intermedia включає в себе п'ять прикладних програм: текстовий редактор InterText, графічний редактор InterDraw, переглядач сканованих зображень InterPix, переглядач тривимірних об'єктів InterSpect, редактор графіків InterVal. Гіпермедіа-функціональність інтегрована в кожен з п'яти програм таким чином, що гіпермедіа-посилання створюються в процесі редагування документу в відповідній програмі [65, с. 40-41].

Надалі під *медіа-редакторами* розумітимемо як редактори мультимедіа, так і суто графічні, відео-, аудіоредактори. Кожен з цих типів ПЗ (окрім редакторів мультимедіа) призначений для редагування відповідного типу даних. Так графічні редактори дозволяють створювати, опрацьовувати, редагувати цифрові (векторні чи растрові, статичні чи анімовані) зображення. Найбільш популярними є такі графічні редактори: Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, GIMP, Corel Draw, Inkscape. Аудіоредактори дозволяють записувати, відтворювати, відображати, перетворювати, аналізувати цифрові звукозаписи. Функціонал аудіоредакторів може відрізнитися в залежності від призначення програми. Часто звукозапис подається в аудіоредакторі у вигляді сигналів. Прикладами сучасних аудіоредакторів є Audacity, FL Studio, Steinberg Cubase, Logic Pro, GarageBand, Adobe Audition, REAPER, Sound Forge, Reason, ACID Pro. Відеоредактори, відповідно, слугують для записування, монтажу, аналізу та опрацювання відеозаписів. Зазвичай ПЗ, що позиціонується його розробниками як відеоредактори, підтримує також накладання на відеодоріжку тексту, малюнків та звукової доріжки.

Тобто таке ПЗ фактично є редакторами мультимедіа. Прикладами таких редакторів є WAX, Windows Movie Maker, Adobe After Effects, Sony Vegas Pro, iMovie, FFmpeg, Corel VideoStudio, Pinnacle Studio, Lightworks, Avidemux, YouTube Video Editor.

На рис. 3.14 наведено приклад використання YouTube Video Editor для адаптації ненавчального відео для навчальних цілей: вирізання лише значущих для даної навчальної теми частин, комбінування декількох відеофайлів, створення субтитрів та додаткових текстових коментарів рідної мовою, акцентування уваги учнів за допомогою візуальних ефектів.

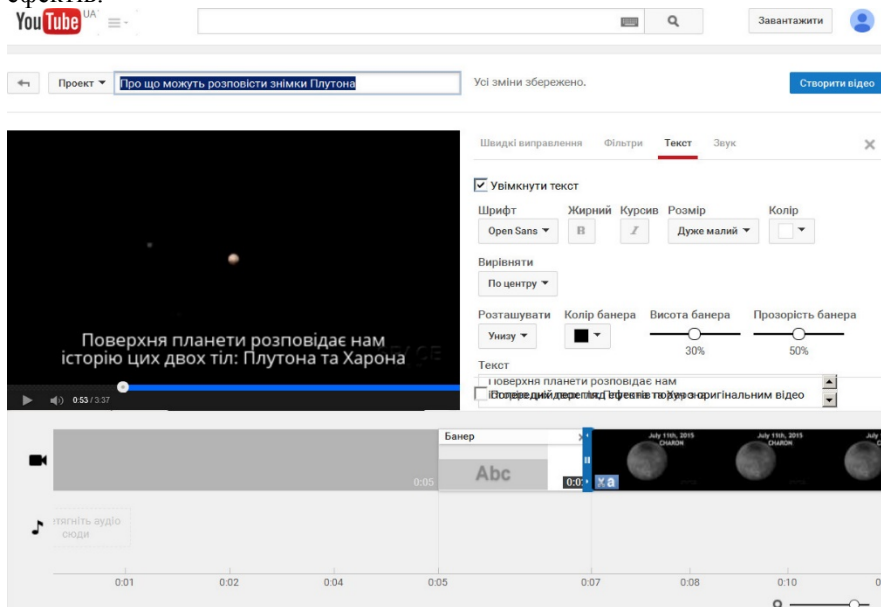


Рис. 3.14. Використання медіа-редактору YouTube Video Editor для створення навчального відео

Захоплення (запис) даних навчального фізичного експерименту з метою подальшого аналізу також має досить давню історію й тісно пов'язано із використанням мультимедіа у курсі фізики. ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо є класом ПЗ, що працює з відповідним обладнанням (фото- чи відеокамерою, мікрофоном тощо). Фактично ПЗ цього класу складається з двох «шарів» – системного (драйвер відповідного обладнання) та прикладного (програма, що має інтерфейс користувача та зв'язується з обладнанням через драйвер). Системна частина ПЗ визначається обладнанням, що використовується в дослідженні, а прикладна зазвичай окрім безпосередньо захоплення

даних надає можливість для їх редагування, тобто фактично є медіа-редактором.

М. Ю. Гармашов задля підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей пропонує використовувати «відеокомп'ютерний експеримент», під яким автор розуміє один з різновидів експерименту, проведеного з застосуванням відеоаналізу: «відеокомп'ютерний експеримент являє собою спосіб організації шкільного фізичного експерименту, в ході якого здійснюються реальний (натурний) експеримент і відеозйомка процесу з подальшим створенням комп'ютерної моделі для вивчення швидкоплинних фізичних явищ стробоскопічним методом» [97, с. 8]. При цьому, на думку автора, актуалізуються такі складові дослідницької компетентності: розуміння технічної та соціальної значущості застосування сучасних технологій для дослідження фізичних процесів; здатність виявляти проблеми, визначати цілі й задачі їх розв'язання за допомогою відеокомп'ютерного експерименту; вміння проектувати теоретичну модель проведення експерименту; готовність реалізовувати відеокомп'ютерний фізичний експеримент і інтерпретувати його дані.

На рис. 3.15 наведено приклад використання ПЗ для відеозапису вільного падіння з метою подальшого аналізу отриманих відеоданих для визначення характеристик руху. Використання відеозапису для цього досліду надає можливість мінімізувати похибки, пов'язані зі швидкоплинністю досліджуваного процесу.

У 1988 році під час свого майстер-класу П. Ловс (Priscilla W. Laws) та Дж. Лютцельшваб (John W. Luetzelschwab) розповідали про п'ятирічний досвід використання у коледжі Дікінсон «комп'ютерно орієнтованих вимірювань, аналізу даних, побудови графіків та чисельного розв'язування задач» [35, с. 240]. Зокрема, використання ними оптичних рамок (photogates – приладів, що визначають час між подіями, які переривають світловий промінь) передбачало застосування студентами програмного забезпечення для автоматичного (чи напівавтоматичного) збереження даних з оптичної рамки та подальшого аналізу сигналів – *контент-аналізу* з метою визначення координат, швидкості, прискорення.

Засоби контент-аналізу – це клас ПЗ, близький до медіа-редакторів. Засоби контент-аналізу використовуються для аналізу отриманих раніше графічних, аудіо- чи відеоданих. Відповідно, розрізняють засоби графічного, аудіо- та відеоаналізу. На заняттях з фізики засоби контент-аналізу використовують для визначення певних фізичних характеристик на основі аналізу записів фізичних досліджень, спрямованого на перевірку гіпотез про характер перебігу досліджуваних процесів,

отримання та опрацювання результатів дослідження. Так, наприклад, фіксуючи перебіг експерименту з метою його подальшого аналізу, стає можливим дослідження швидкоплинних та занадто повільних фізичних процесів у рамках шкільного курсу фізики. Окрім відповідних медіа-редакторів, що зазвичай включають в себе функції контент-аналізу, існують ще спеціалізовані засоби контент-аналізу.

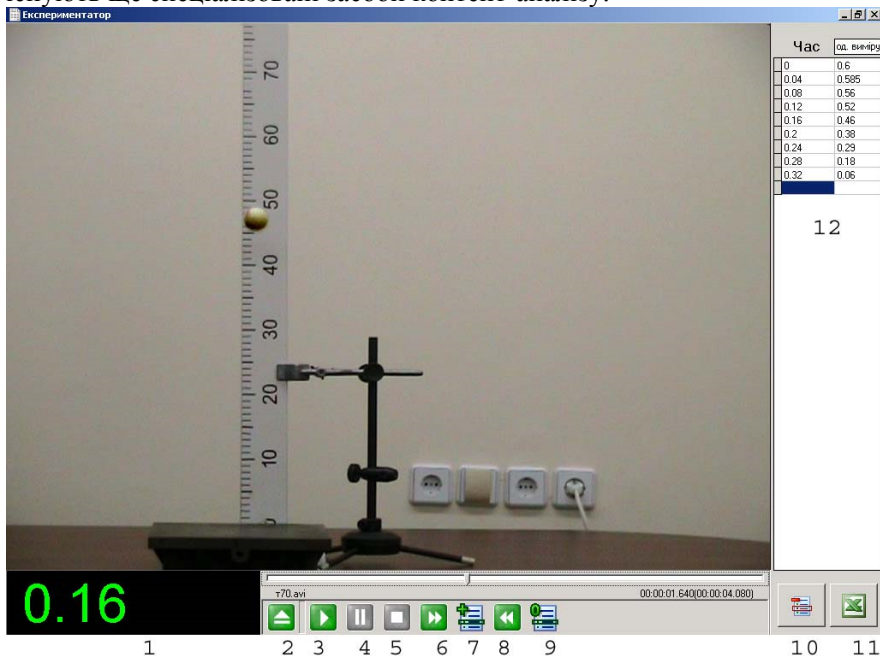


Рис. 3.15. Інтерфейс програми «Експериментатор» для запису та подальшого аналізу відеоданих

К. Р. Нейв (Carl Rod Nave) та Д. Л. Белл (Darrell L. Bell) повідомляють про досвід використання комп'ютера для іншого різновиду контент-аналізу – *аудіоаналізу*. Розроблене ними програмне забезпечення надає можливість захоплення звуку з відповідним аналогово-цифровим перетворенням, виконання швидкого Фур'є-аналізу захоплених або збережених у інший спосіб даних, візуалізації записаних даних та їх амплітудно-частотної характеристики [45, с. 236]. Автори відзначають, що такий аналіз може бути застосований також при вивченні електромагнетизму та оптики.

У шкільному навчальному дослідженні аудіоаналіз може бути використаний, наприклад, для визначення за сигналограмою часу між зіткненнями тіл (зіткненням відповідають піки на сигналограмі –

рис. 3.16). У шкільних лабораторних таким чином, зокрема, можна визначати швидкості при перевірці законів збереження.

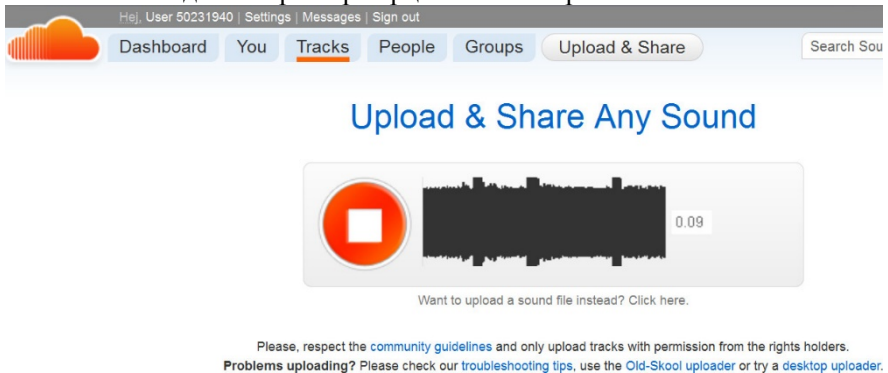


Рис. 3.16. Запис звуку в SoundCloud для подальшого аудіоаналізу

Р. Дж. Байхнер (Robert J. Beichner), М. Дж. Демарко (Michael J. DeMarco), Д. Дж. Еттестад (David J. Etestad) та Е. Глісон (Edward Gleason) наводять приклад програмного забезпечення для опрацювання відеоданих, що студенти записують на відеокамеру під час фізичного експерименту (зіткнення візків, коливання пружинного маятника) або спостереження (прискорення автомобілю, приземлення літака). Подальше відтворення запису на відповідному програвачі супроводжується захопленням окремих кадрів, їх оцифруванням та збереженням у графічному форматі, що може опрацьований MacPaint. За допомогою авторського програмного забезпечення VideoGraph студенти можуть обрати початок координат, калібрувати зображення шляхом встановлення відповідності між візуальними та реальними розмірами, виконати маркування точок, отримати графіки зміни координат, швидкості та прискорення в проекціях на вісі [2, с. 244]. Серед переваг даного різновиду контент-аналізу – відеоаналізу – перед традиційним стробоскопічним методом автори виділяють можливість аналізу раніше проведених експериментів (у тому числі виконаних іншими) як в умовах лабораторії, так і вдома, що розширює можливості кінематичних дослідження.

Відеоаналіз зазвичай використовують для аналізу двовимірного механічного руху. Так, І. С. Чернецький [303] пропонує таку схему проведення лабораторних роботах з механіки:

1. Відеозйомка засобами Web-камери або відеокамери.

2. Опрацювання відеозапису за допомогою DataPoint: «Головна ідея виконання робіт – це створення і аналіз таблиць екранних координат точок, що належать досліджуваному рухомому об'єкту» [303, с. 299]. За

допомогою DataPoint формується таблиця екранних координат.

3. Аналіз табличних даних за допомогою електронних таблиць.

Дж. А. Брайан (Joel Arthur Bryan) [8], А. Александрова (Aleksandrija Aleksandrova) та Н. Нанчева (Nadezhda Nancheva) [1] пропонують використовувати відеоаналіз не лише на лабораторних роботах з кінематики, а й для досліджень, що ілюструють закони збереження в механіці. Порівнюючи застосування відеоаналізу із застосуванням комп'ютерних комплексів для автоматизації фізичного експерименту, Дж. А. Брайан, посилаючись на роботи попередників (зокрема, [7]), зауважує, що опрацювання «на льоту» та відкладене у часі мають однаковий навчальний вплив. До основних *переваг відеоаналізу* Дж. А. Брайан відносить такі [8, с. 55]: можливість аналізу на одному запису більш ніж одного об'єкту та можливість порівняння руху різних об'єктів у одній системі; відеоаналіз не потребує складного обладнання для комп'ютеризації фізичного експерименту та є більш фінансово доступним; відеоаналіз може бути виконаний як над швидкоплинними, так і над довготривалими процесами (в тому числі й тими, що перебігають одночасно); відеоаналіз може бути виконаний як над спеціально зробленими записами, так й над будь-якими іншими. Найбільш поширеними засобами навчального фізичного відеоаналізу є VideoPoint Physics Fundamentals [63], DataPoint [17], Measurement-in-Motion [40], Logger Pro [38], Tracker [59], Physics ToolKit [49], KCS Motion [29], Coach [14], «Експериментатор» [129]. За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що найбільш придатним для формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики засобом є Tracker [170].

Засоби контент-аналізу в шкільному дослідженні доцільно використовувати разом із засобами захоплення чи запису відео, аудіо тощо. Особливо корисним є використання відеоаналізу в механіці. Зокрема, дослідження руху тіл під дією сили тяжіння з використанням відеоаналізу надає учням можливість безпосередньо переконатись у справедливості відомих закономірностей у кожен момент часу, побачити траєкторію руху тіла, розрахувати значення прискорення вільного падіння з непоганою точністю. Застосування відеоаналізу при дослідженні законів збереження надає учням можливість виміряти миттєві швидкості та переміщення в різні моменти часу. Таким чином вони можуть перевірити закони збереження імпульсу, збереження та перетворення механічної енергії, оперуючи результатами прямих вимірювань. Використання відеоаналізу при дослідженні маятників надає можливість вимірювати затухання через кожен період і таким чином визначити декремент затухання. Для нитяного маятника за допомогою

відеоаналізу можна також оцінити динаміку зміни площини коливання. Використання аудіоаналізу при виконанні шкільних досліджень з механіки, наприклад, надає можливість, аналізуючи хвильові форми аудіозапису, більш точно виміряти відрізки часу між зіткненнями тіл при дослідженні закону збереження імпульсу.

Таким чином, для підтримки навчальних досліджень з фізики доцільно застосовувати наступні засоби хмарних технологій:

- віртуальні лабораторії;
- віртуальні тренажери;
- електронні органайзери;
- засоби контент-аналізу;
- лабораторні журнали;
- медіа-редактори;
- мови програмування та бібліотеки;
- ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо;
- ПЗ моделювання фізичних процесів;
- ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо;
- ПЗ управління проектами;
- редактори презентацій;
- системи комп'ютерної математики;
- статистичні пакети;
- табличні процесори;
- текстові процесори.

3.3 Використання засобів хмарних технологій у процесі формування окремих дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики

Задля визначення можливостей застосування кожного з визначених у 3.2 засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень при формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики було проведено опитування експертів (81 % – фахівці вищої школи, 13 % – середньої, 6 % – працівники фізичних лабораторій). Всього в опитуванні взяло участь 32 експерти, яким було запропоновано оцінити важливість використання засобів ІКТ для формування кожної дослідницької компетентності за чотирибальною шкалою: -1 (не потрібно); 0 (не завадить); 1 (потрібно); 2 (необхідно). За результатами бланкового (додаток Г) та онлайн анкетування [171] було визначено важливість кожного класу засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень для формування кожної дослідницької компетентності старшокласників з фізики.

Будь-яке навчальне дослідження повинно розпочинатися зі

складання його плану. З рис. 3.17 видно, що жоден із засобів ІКТ формування здатності до планування дослідження, на думку експертів, не є провідним: жоден із трьох класів засобів, що були оцінені як найбільш придатні, не подолав межу в 32 (у середньому оцінку 1 (потрібно) обрав кожен експерт), що статистично відповідає значенню «є потрібним для формування даної компетентності». Це пов'язано із тим, що планування є розумовою діяльністю, безпосередньо не пов'язаною з використанням засобів ІКТ – вони здатні лише певним чином спростити фіксацію процесу планування та його результатів.

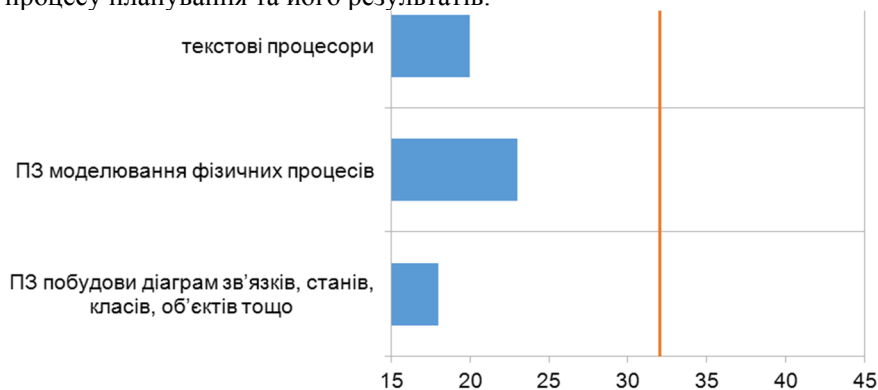


Рис. 3.17. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності до планування дослідження

Використовуючи ПЗ для моделювання фізичних процесів, учні можуть отримати відомості про характер перебігу процесу, його параметри та діапазони їх зміни, вплив параметрів на перебіг процесу тощо. Це створює умови для складання плану дослідження, що містить необхідні етапи у правильній послідовності, визначити перелік необхідного обладнання, дібрати адекватні процесу моделі, скласти схему досліду та ін.

Текстові процесори у процесі планування дослідження виконують роль нотатника або дошки, що надають можливість легко змінювати план, автоматично нумерувати етапи дослідження, відслідковувати версії плану, візуально виділяти необхідні складові плану як індивідуально, так й у процесі його колективного складання. Складений із використанням текстового процесору план може бути складовою звіту про виконане дослідження, що економить навчальний час.

Побудова діаграм зв'язків між об'єктами дослідження, віхами (етапами) дослідження, суб'єктами дослідницької діяльності, визначення станів суб'єктів діяльності відповідно до розподілених ролей (готовність

до виконання, потреба у допомозі з боку вчителя, необхідність обговорення з однокласниками тощо), витрат ресурсів (часу, матеріалів, обладнання), із використанням відповідного ПЗ надає можливість автоматизації укладання комплексного плану дослідження, його перегляду, проектування навчально-дослідницької діяльності учнів.

Як приклад розглянемо побудову плану дослідження зі створення моделі планетної системи. Використання ПЗ для моделювання фізичних процесів при цьому може бути доцільним хіба що на самому початку складання плану. За допомогою цього класу ПЗ учні можуть переконатись у тому, що при подальшому моделюванні можна обмежитись врахуванням лише гравітаційних взаємодій та визначитись з тілами, які будуть враховані при побудові моделі. При цьому доцільно скористатись вже існуючими моделями. Таким чином учні матимуть певні уявлення про бажаний результат роботи.

На рис. 3.18 наведено приклад діаграми процесу цього дослідження, створену засобами хмарного сервісу побудови діаграм GenMyModel.

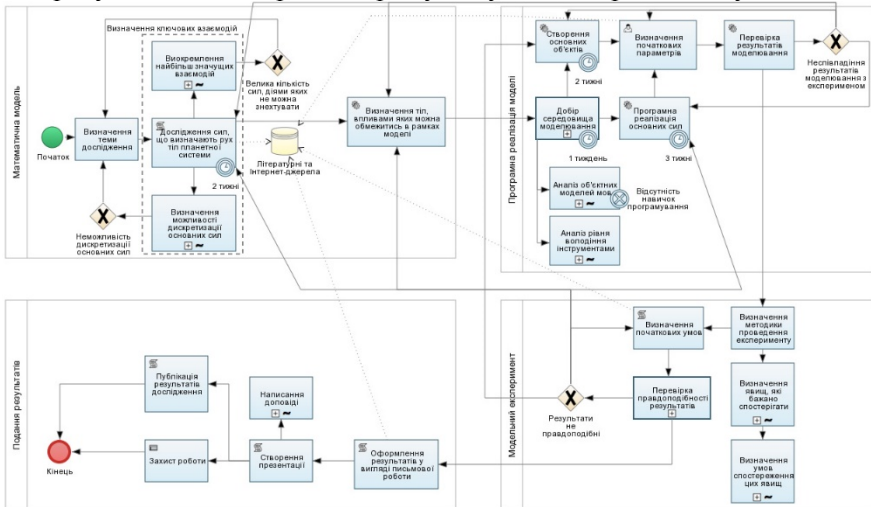


Рис. 3.18. Діаграма процесу дослідження зі створення моделі планетної системи

Текстові процесори при побудові плану дослідження зі створення моделі планетної системи можуть виступати хіба що середовищем колективного чи індивідуального редагування цього плану.

Здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності, на думку експертів, залучених до оцінювання внесків кожної із дослідницьких компетентностей старшокласників з

фізики у сформованість їх системи [155, с. 44], є найменш значущою із усіх дослідницьких компетентностей. Із цим пов'язано неузгодженість думок експертів щодо оцінювання ролі відповідних засобів ІКТ у формуванні цієї компетентності (рис. 3.19).



Рис. 3.19. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності

Так, поза увагою експертів залишились електронні органайзери як клас ПЗ, ефективність якого показана у зарубіжних дослідженнях [50]. На нашу думку, це пов'язано із недостатньою визначеністю поняття «електронний органайзер» у вітчизняних дослідженнях, його трактуванням як КПК-подібного пристрою, відсутністю описаних методик та традицій використання у вітчизняній системі освіти.

Ураховуючи, що процес проектування дослідницької діяльності є продовженням її планування, методика використання таких класів засобів ІКТ, як ПЗ для моделювання фізичних процесів, ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, об'єктів тощо та текстові процесори для формування даної компетентності не відрізняється від методики їх використання для формування попередньої. У зв'язку із цим розглянемо можливості використання інших виокремлених експертами класів засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності.

Використання віртуальних лабораторій в процесі проектування дослідницької діяльності є подібним до використання ПЗ для моделювання фізичних процесів. Це пов'язано із схожістю цих класів ПЗ та виконуваних ними функцій у межах навчальних фізичних досліджень.

Вибір мов програмування та бібліотек і систем комп'ютерної математики (останні можна розглядати як спеціалізовані математичні мови програмування, інтегровані з бібліотеками математичних об'єктів

та методів) як засобів проектування дослідницької діяльності може бути зумовлений тим, що більшість сучасних технологій розробки ПЗ орієнтовані на реалізацію проектного підходу: так, традиційним є розподіл ролей у програмному проекті, сфер відповідальності, об'єктів та ресурсів тощо, підтримуваний відповідними системами управління програмними проектами. Використання цих засобів є доцільним у наукових дослідженнях з фізики, що виконуються великими розподіленими колективами.

Водночас в учнівських навчальних фізичних дослідженнях потреби у використанні систем управління програмними проектами зазвичай не виникає: більш актуальним для них є ПЗ управління проектами загального призначення [159, с. 69-71].

Використання табличних процесорів для проектування дослідницької діяльності обґрунтоване їх універсальністю та широким вживанням, зокрема, у навчанні фізики. Зазначимо, що автоматизація засобами табличних процесорів дій з проектування навчальних досліджень може потребувати застосування вбудованих мов програмування, які учні опановують у навчанні інформатики, що створює умови для активізації міжпредметних зв'язків фізики та інформатики.

Основним засобом ІКТ формування компетентності з розробки моделей, на думку експертів, є ПЗ моделювання фізичних процесів, а додатковими – системи комп'ютерної математики, віртуальні лабораторії, ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, мови програмування та бібліотеки (рис. 3.20).



Рис. 3.20. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування компетентності з розробки моделей

Як приклад розглянемо можливості, що надають засоби формування компетентності з розробки моделей, створені в рамках проекту Open

Source Physics (OSP) [47] – продовження проекту Physlet, метою якого була розробка аплетів для навчання фізики.

Всі компоненти OSP описані мовою Java. Базовим компонентом OSP є набір бібліотек для моделювання фізичних процесів, об'єктів та явищ. Використання бібліотеки OSP спонукає до застосування шаблону проектування Model-View-Controller, згідно якого програмний код, що реалізує відповідну модель, є відносно незалежним від коду, що реалізує подання процесу та результатів моделювання і діалог з користувачем. Це створює умови для розподілу ролей у процесі моделювання.

Використання бібліотек OSP є доцільним у тих навчальних фізичних дослідженнях, що потребують розробки авторського ПЗ для реалізації дослідження. Як правило, це тривалі позаурочні дослідницькі проекти, що виконуються у рамках МАН, фізичних гуртків, факультативів тощо. Розроблені з використанням бібліотек OSP моделі після відповідного доопрацювання (локалізації англійською, документування тощо) можуть бути включені до бібліотеки моделей OSP (рис. 3.21) та надалі використовуватись як віртуальні лабораторії, тренажери або ПЗ для моделювання фізичних процесів, об'єктів та явищ. Це суттєво впливає на розвиток ціннісно-мотиваційних складових відповідної дослідницької компетентності.

Browse OSP Compiled Simulations

Astronomy

[Exoplanets](#), [Astronomy Education](#), [Instrumentation](#), [Fundamentals](#), [Historical Astronomy](#), [The Sun](#), [Solar System](#), [Stars](#), [Milky Way](#), [Galaxies](#), [Cosmic Time and Distance](#)

Education Foundations

[Assessment](#)

Electricity & Magnetism

[General](#), [Electrostatics](#), [Electric Fields and Potential](#), [Capacitance](#), [DC Circuits](#), [Magnetic Materials](#), [Magnetic Fields and Forces](#), [Inductance](#), [Electromagnetic Induction](#), [Electromagnetic Radiation](#), [AC Circuits](#)

General Physics

[General](#), [Equipment](#), [Collections](#), [Curriculum](#), [History](#), [Measurement/Units](#), [Computational Physics](#)

Modern Physics

[General](#), [Atomic Physics](#), [Condensed Matter](#), [Chaos & Non-linear Dynamics](#), [Biophysics](#), [Medical Physics](#)

Oscillations & Waves

[General](#), [Oscillations](#), [Wave Motion](#), [Acoustics](#), [Instruments](#), [Resonance](#)

Quantum Physics

[General](#), [Probability](#), [Waves](#), [and Interference](#), [Bound State Systems](#), [Scattering and Continuum State Systems](#), [Spin and Finite Dimensional Systems](#), [Approximation Techniques](#), [Entanglement and Quantum Information](#), [Foundations and Measurements](#), [Quantum Experiments](#)

Thermo & Stat Mech

[General](#), [Thermal Properties of Matter](#), [First Law](#), [Phase Transitions](#), [Kinetics and Dynamics](#), [Statistical Physics](#), [Second and Third Law](#), [Probability](#), [Ensembles](#), [Models](#)

Classical Mechanics

[General](#), [Motion in One Dimension](#), [Motion in Two Dimensions](#), [Relative Motion](#), [Newton's First Law](#), [Newton's Second Law](#), [Newton's Third Law](#), [Statics of Rigid Bodies](#), [Applications of Newton's Laws](#), [Gravity](#), [Work and Energy](#), [Linear Momentum](#), [Rotational Dynamics](#)

Education Practices

[Active Learning](#), [Curriculum Development](#), [Instructional Material Design](#), [Pedagogy](#), [Technology](#)

Fluid Mechanics

[General](#), [Statics of Fluids](#), [Dynamics of Fluids](#)

Mathematical Tools

[Algebra](#), [Trig and Pre-cal](#), [Calculus](#), [Complex Variables](#), [Vector Algebra](#), [Differential Equations](#), [Linear Algebra and Tensors](#), [Series and Functions](#), [Numerical Analysis](#), [Probability](#), [Non-linear Equations](#), [Statistics](#), [Problem-Solving Techniques](#)

Optics

[General](#), [Geometrical Optics](#), [Photometry](#), [Diffraction](#), [Interference](#), [Color](#), [Polarization](#)

Other Sciences

[Chemistry](#), [Engineering](#), [Mathematics](#), [Computer Science](#), [Meteorology](#), [Life Sciences](#)

Relativity

[Galilean Relativity](#), [Special Relativity](#), [General Relativity](#), [Spacetime Fundamentals](#), [Reference Frames](#)

Рис. 3.21. Категорії бібліотеки моделей OSP

У процесі розробки моделей з використанням бібліотек OSP учні

набувають й інформатичних компетентностей з об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування, формування яких підтримується пропонованими розробниками бібліотек засобами програмування – інтегрованих середовищ Eclipse, NetBeans тощо, до складу яких входять інструменти для побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо. Застосування останніх у процесі розробки моделей сприяє більш глибокому розумінню учнями сутності проекту, надає можливість співвідношення складових програмного проекту із віхами та етапами навчального фізичного дослідження, підвищує наочність процесу моделювання.

До складу бібліотек OSP входять класи для побудови графіків, управління інтерфейсом користувача, анімації динамічних процесів у площині та просторі, відображення скалярних та векторних полів, комплексних функцій, таблиць значень та ін. Застосування багатопотоковості надає можливість реалізації моделей декількох процесів, що відбуваються одночасно.

Математичні класи бібліотек OSP є достатньо розвиненими для використання як центрального компонента системи комп'ютерної математики. Чільне місце у них займають методи моделювання динамічних систем, описаних диференціальними рівняннями: на відміну від класичних алгоритмів інтегрування диференціальних рівнянь, у них ураховані закони збереження. Серед інших можна відзначити класи для різних способів подання функцій, знаходження їх похідних, інтегралів, нулів, розвинення у функціональні ряди.

Яскравим прикладом використання мультимедійних класів бібліотек OSP є Tracker [59] – інший компонент OSP, що позиціонується його розробниками як засіб для аналізу зображень та відео й як ПЗ для моделювання.

Easy Java/Javascript Simulations (EjsS) – середовище комп'ютерного моделювання фізичних процесів, об'єктів та явищ, особливістю якого є автоматична генерація для створеної у EjsS моделі програмного коду мовою Java з використанням бібліотек OSP. Застосування EjsS надає можливість учням зосередитись під час моделювання на фізичних законах, об'єктах, процесах тощо – тобто на сутності моделі, а не способі її реалізації мовою програмування Java. Згенерований у середовищі моделювання код є цілком працездатним та за бажанням може бути модифікований учнем у середовищі програмування.

Розглянемо приклад використання EjsS у процесі дослідження руху двох тіл внаслідок їх гравітаційної взаємодії. Для цього використаємо відповідну математичну модель, описану в [264, с.151-159], з урахуванням означення швидкості як похідної координатного вектору за часом та прискорення як похідної швидкості за часом.

Реалізацію моделі в EjsS розпочнемо з її опису. Для його створення достатньо використати вбудований HTML-редактор (рис. 3.22).

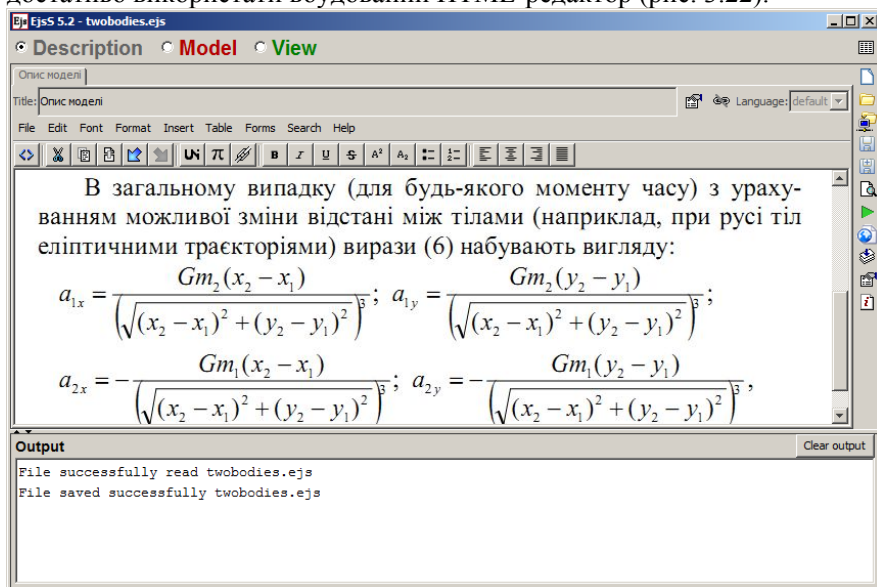


Рис. 3.22. Текстовий опис моделі в EjsS

Наступний крок – визначення змінних та сталих: універсальної гравітаційної сталої, часу та тривалості кроку моделювання, мас тіл, початкових: відстані між тілами, проекцій швидкостей та координат тіл (рис. 3.23).

Далі визначаються закони зміни параметрів моделі, які можуть бути описані програмним кодом або системою диференціальних рівнянь (рис. 3.24).

Зазначимо, що опис моделі програмним кодом є найбільш універсальним та гнучким, але його використання при побудові моделей у фізичних навчальних дослідженнях має (хоча й у меншій мірі) всі недоліки використання мов програмування та бібліотек для тих же цілей. Доцільність застосування мов програмування та бібліотек при побудові моделей буде розглянута нижче.

Опис фізичної моделі системою диференціальних рівнянь є дуже зручним при навчанні фізики у закладах вищої освіти. Що ж стосується використання такого способу опису моделі при навчанні старшокласників, то він потребує від вчителя певних додаткових пояснень. Так, у процесі експериментальної роботи було виявлено, що учні здатні ефективно використовувати такий інструмент, якщо

розглядати диференціал як нескінченно малий приріст відповідної величини та використовувати означення проекцій прискорення як зміни відповідних проекцій швидкості зі зміною часу, а проекцій швидкості – як зміни відповідних координат зі зміною часу.

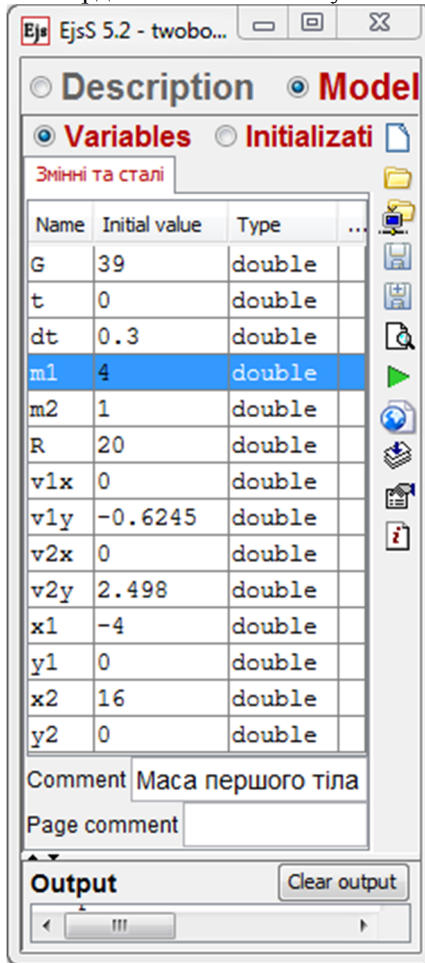


Рис. 3.23. Визначення параметрів (змінних та сталих) моделі

Після того, як модель описана текстово та математично (програмно), будується інтерфейс користувача.

Використаємо шаблони `DrawingFrame` для відображення руху тіл та `PlottingFrame` для відображення їх траєкторій. У створених вікнах продублюємо візуальні елементи для відображення тіл та траєкторії і

пов'яжемо їх із відповідними параметрами моделі. Остання дія – відображення в окремому вікні відомостей про модель.

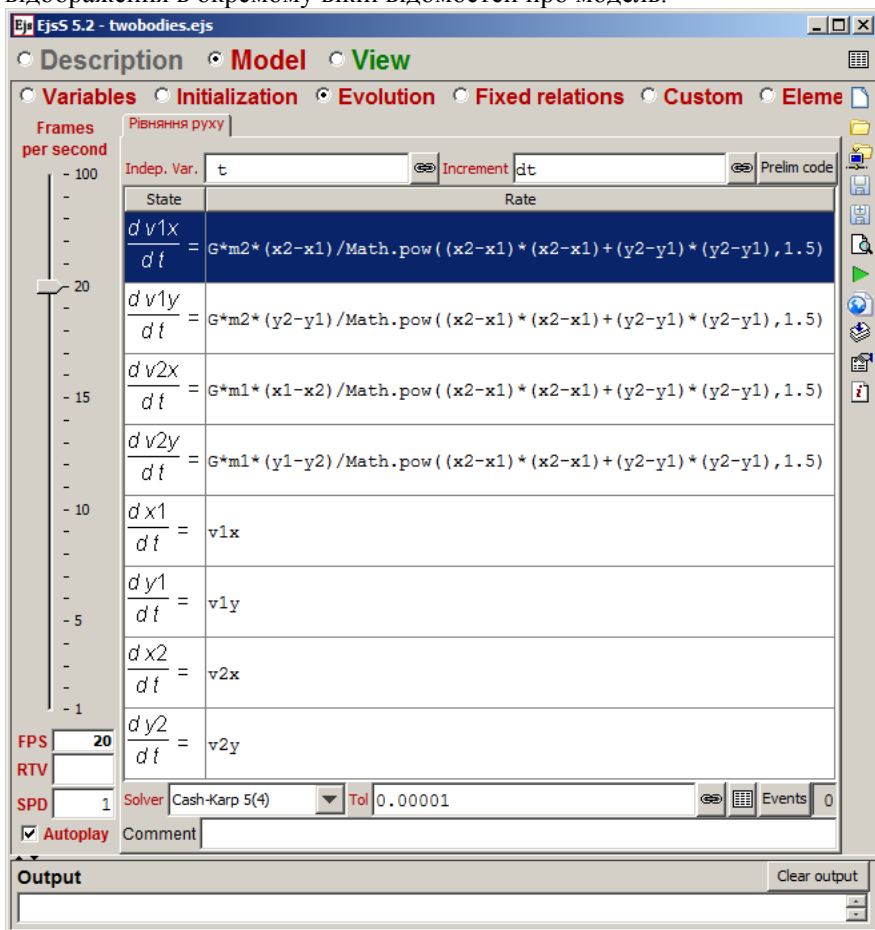


Рис. 3.24. Визначення системи рівнянь руху

Описана в EjsS модель може бути експортована у вигляді автономного модуля, виконуваного за межами середовища моделювання (рис. 3.25).

Зауважимо, що використання EjsS як середовища моделювання є його основною, проте не єдиною функцією: так, EjsS 5.2 надає можливість використання обладнання для управління фізичними приладами на основі програмно-апаратних комплексів Arduino, CoachLab II+, Phidget, TX60L, Scara, доступу до інших програмних засобів (у тому

числі Tracker), статистичного опрацювання даних тощо.

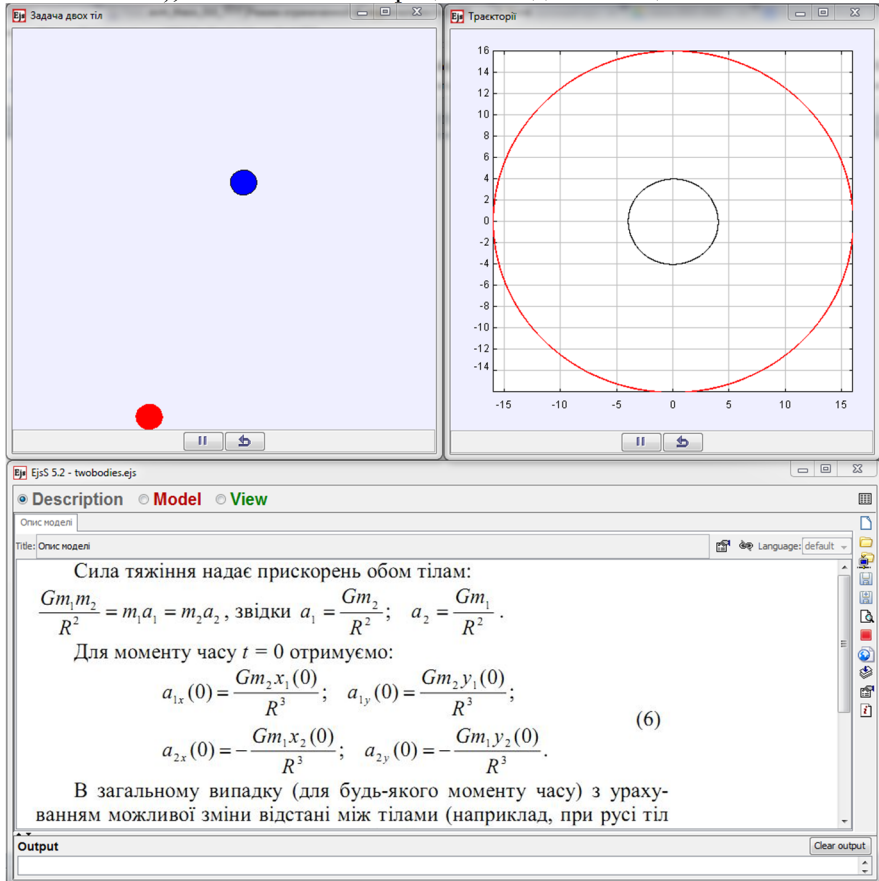


Рис. 3.25. Програмний модуль для моделювання руху двох тіл внаслідок їх гравітаційної взаємодії

Використання мов програмування та бібліотек для моделювання фізичних процесів надає найвищий рівень гнучкості для розробника програмного забезпечення, але вимагає високого рівня сформованості компетентностей в програмуванні, які у профільному навчанні фізики цілеспрямовано не формуються. Використання мов програмування та бібліотек є виправданим лише у випадку, коли розроблена у ході навчального фізичного дослідження модель не може бути реалізована іншими засобами моделювання.

Системи комп'ютерної математики можна розглядати як частинний випадок мов програмування та бібліотек, тому на їх застосування

накладається ті ж самі обмеження.

Використання віртуальних лабораторій не передбачає розробки моделей фізичних процесів, а лише проведення обчислювального експерименту з ними. Тому при розробці моделей віртуальні лабораторії можуть бути використані як зразок інтерфейсу, параметрів моделювання тощо.

ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо може бути використане як на початку моделювання (для виокремлення суттєвих у контексті дослідження параметрів фізичного процесу, об'єкту чи явища), так й при реалізації моделі у пов'язаному з даним ПЗ середовищем програмування.

Основними засобами ІКТ формування здатності прогнозувати результати дослідження, на думку експертів, є віртуальні лабораторії, ПЗ моделювання фізичних процесів та системи комп'ютерної математики, а додатковими – ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо та табличні процесори (рис. 3.26).

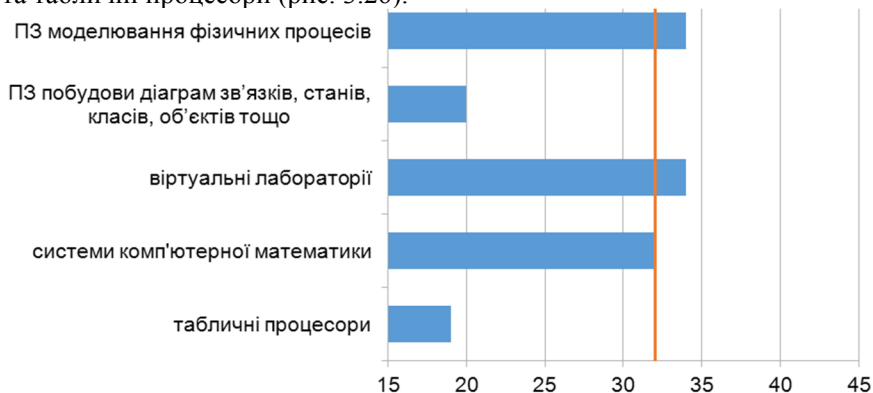


Рис. 3.26. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності прогнозувати результати дослідження

Вибір віртуальних лабораторій та ПЗ моделювання фізичних процесів як основних засобів ІКТ формування здатності прогнозувати результати дослідження базується насамперед на розумінні моделювання як методу прогнозування природних явищ. Ураховуючи, що системи комп'ютерної математики надають можливість використання широкого спектру методів прогнозування (зокрема, методів екстраполяції, ранжування, кореляційного аналізу тощо) як «чорного ящика» (від користувача вимагається знання умов застосування, способу доступу до методу та здатність до інтерпретації результатів його застосування), їх також віднесено до основних засобів ІКТ формування здатності

прогнозувати результати дослідження.

Табличні процесори надають доступ до більш вузького спектру методів прогнозування – вони є менш універсальним засобом ІКТ для прогнозування результатів дослідження, ніж системи комп'ютерної математики, через що й були віднесені до додаткових засобів.

ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо можна використовувати лише як засіб підтримки інтуїтивного прогнозування, за допомогою якого визначаються основні, відправні пункти прогнозування [200, с. 247] – у даному класі ПЗ методи наукового прогнозування не реалізовані.

Як видно з результатів опитування (рис. 3.27), основними засобами ІКТ формування здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження на думку експертів є ПЗ моделювання фізичних процесів та віртуальні лабораторії.

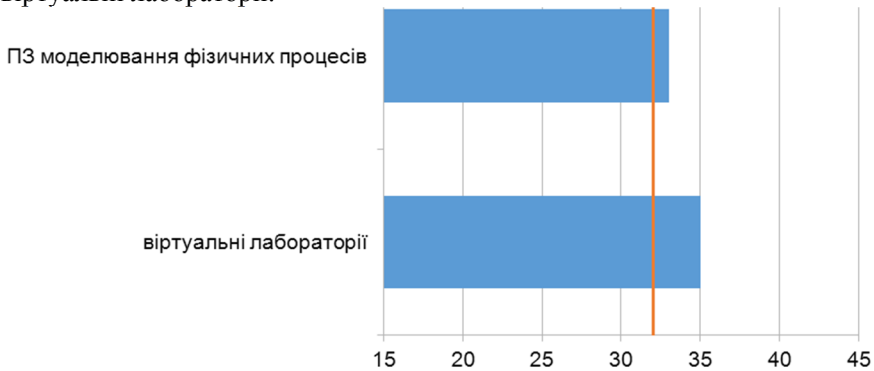


Рис. 3.27. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження

У пункті 3.2 було визначено, що віртуальні тренажери призначені для роботи з віртуалізованим обладнанням і тому можуть бути використані для наочного ознайомлення учнів з приладами та формування здатностей їх тестування та налаштування. Разом з тим цей клас ПЗ не був названий експертами ні провідним, ні навіть допоміжним. На нашу думку, цей факт можна пояснити тим, що зазвичай віртуальні лабораторії та віртуальні тренажери є фактично одним і тим же засобом. Відрізняється лише спосіб його застосування. А, оскільки поняття «віртуальна лабораторія» є дещо ширшим, ніж поняття «віртуальний тренажер», то вочевидь використання віртуальних лабораторій для формування здатності тестувати та налаштовувати обладнання, на думку експертів, включає в себе й використання віртуальних тренажерів для тієї ж мети. Отже віртуальні лабораторії доцільно використовувати для

ознайомлення учнів з віртуалізованими приладами, з реальними аналогами яких їм належить працювати при виконанні навчального дослідження.

ПЗ моделювання фізичних процесів у процесі формуванні здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження використовується насамперед для моделювання перебігу фізичних процесів у лабораторному обладнанні. Отримані у процесі моделювання результати (допустимі значення вимірюваних величин, їх зв'язок тощо) можуть бути використані для перевірки справності та коректності роботи обладнання. При використанні даного класу ПЗ обладнання розглядається спочатку як «чорний ящик», який у процесі формування здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження стає «сірим», а на найвищому рівні її сформованості – «білим», чого не відбувається при використанні віртуальних лабораторій (тренажерів).

На діяльнісному етапі дослідження здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження розвивається до здатності використовувати вимірювальні прилади. Як видно з результатів опитування (рис. 3.28), основним засобом її формування на думку експертів є віртуальні лабораторії, а додатковими – віртуальні тренажери, ПЗ моделювання фізичних процесів та ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо.



Рис. 3.28. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності використовувати вимірювальні прилади

Обґрунтування використання віртуальних лабораторій, віртуальних тренажерів та ПЗ моделювання фізичних процесів при формуванні здатності використовувати вимірювальні прилади є таким самим, як і для попередньої дослідницької компетентності. Стосовно ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо пояснимо, що тут

використовуються результати його роботи для фіксування дій з вимірювальними приладами, що виконуються досвідченим дослідником (наприклад, коментований відеозапис правильного використання обладнання в ході дослідження).

На думку експертів (рис. 3.29), провідними засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження, що використовуються для формування відповідної компетентності, є ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо та табличні процесори, а додатковими – текстові процесори, лабораторні журнали, віртуальні лабораторії та ПЗ моделювання фізичних процесів.



Рис. 3.29. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ для фіксування перебігу дослідження

Використання ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо доцільне не лише у натурному експерименті, а й у процесі моделювання – у такий спосіб можна відтворити як динаміку процесу, так і його окремі стадії. Зокрема, якщо результатом захоплення є набір числових значень, що характеризують перебіг фізичного процесу, доцільним може бути використання табличного процесору разом із ПЗ для захоплення: за такого підходу захоплені дані одразу потрапляють у відповідне середовище для їх опрацювання.

Табличні та текстові процесори, електронні лабораторні журнали при формуванні здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження моделюють традиційний лабораторний журнал, у якому фіксується умови, перебіг та результати експериментального дослідження. Отримані дані надалі опрацьовуються на узагальнювальному етапі дослідження. Таким чином, табличні та текстові процесори, електронні лабораторні журнали доцільно використовувати за умови застосування відповідних ІКТ опрацювання та

презентації перебігу та результатів дослідження.

ПЗ моделювання фізичних процесів та віртуальні лабораторії доцільно використовувати насамперед як джерело даних для захоплення відповідним ПЗ. Крім того, більшість ПЗ моделювання фізичних процесів та віртуальних лабораторій надають можливість автоматичного збереження зміни параметрів процесу, що моделюється, для подальшого опрацювання.

Найбільш придатними для формування здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання, на думку експертів (рис. 3.30), є: ПЗ моделювання фізичних процесів, віртуальні лабораторії та системи комп'ютерної математики. Додатковими засобами були визначені мови програмування та бібліотеки, табличні процесори та ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо.



Рис. 3.30. Результати експертного оцінювання ПЗ формування здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання

Розглядаючи дану компетентність як результат процесу навчання використанню відповідних засобів ІКТ для здійснення моделювання, виокремимо спільні складові, наявні в обраних експертами засобах (крім ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо), що можуть бути застосовані у процесі їх опанування:

1) документація з використання ІКТ є основним джерелом відомостей про способи задання параметрів моделі, підтримувані методи моделювання та способи подання перебігу та результатів моделювання;

2) приклади моделей, розроблених із використанням опановуваного ІКТ, можуть бути використані для побудови подібних моделей або дослідження на готовій моделі можливостей середовища моделювання.

За наявності, можуть бути використані також засоби автоматизації дій із моделювання (зокрема, т. з. «майстри», у яких пропонуються

набори дібраних експертами параметрів моделей).

Використовуючи ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо, можна створювати мультимедійні демонстрації використання засобів ІКТ для моделювання.

Оцінюючи придатність різних засобів ІКТ для формування здатності проводити обчислювальні експерименти (рис. 3.31), експерти виокремили системи комп'ютерної математики та табличні процесори як провідні, а ПЗ моделювання фізичних процесів, мови програмування та бібліотеки, віртуальні лабораторії, ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо та лабораторні журнали як допоміжні.



Рис. 3.31. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності проводити обчислювальні експерименти

Методичні особливості використання табличних процесорів як засобу розвитку інтелектуальних здібностей учнів у профільному навчанні фізики обґрунтовані Ю. В. Єчкало [112]. На користь використання цього класу ПЗ говорить також його поширеність та той факт, що він широко вивчається в шкільному курсі інформатики та існують створені для вітчизняної системи освіти посібники з комп'ютерного фізичного моделювання засобами електронних таблиць [264].

І. О. Теплицький вказує, що використання табличних процесорів для проведення обчислювальних експериментів є не завжди доцільним: так, при розв'язанні задач, що передбачають організацію циклів з великою кількістю повторень, організація великих масивів даних викликає значні утруднення, позбавляючи користувача змоги простежити динаміку зміни значень будь-якої величини. Табличні процесори є непридатними для задач, що вимагають візуалізації поточних станів об'єкту (процесу) – такі задачі доцільно розв'язувати з використанням середовищ, створених на

основі мов програмування високого рівня [264], зокрема – систем комп'ютерної математики.

У системах комп'ютерної математики реалізовано широкий спектр математичних абстракцій та дій над ними, що використовуються у процесі моделювання, тому використання їх як середовища для проведення обчислювального експерименту як складової процесу моделювання є доцільним та таким, що відповідає призначенню даного класу ПЗ.

Використання мов програмування та бібліотек для проведення обчислювальних експериментів схоже на використання для тих же цілей систем комп'ютерної математики. Але мови програмування та бібліотеки порівняно з системами комп'ютерної математики є менш спеціалізованим засобом та мають більший «порог входження». Тому, за оцінками експертів, вони є лише додатковим засобом.

Перехід від використання табличних процесорів до мов програмування та бібліотек надає ряд нових можливостей: 1) групування подібних між собою змінних у масиви; 2) послаблення обмежень на кількість ітерацій та кількість змінних; 3) графічна інтерпретація динаміки моделі в процесі обчислювального експерименту.

Як ПЗ моделювання фізичних процесів, так й віртуальні лабораторії є середовищами для проведення обчислювальних експериментів. Але у віртуальних лабораторіях цей процес є прихованим від користувача, через що даний клас ПЗ, на думку експертів, є значно менш придатним для виконання обчислювальних експериментів, ніж ПЗ моделювання фізичних процесів.

Лабораторні журнали при проведенні обчислювальних експериментів є допоміжним засобом, використання якого надає учням можливість документувати перебіг та результати обчислювального експерименту. За допомогою ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо можна створювати мультимедійні демонстрації використання засобів ІКТ для проведення обчислювальних експериментів, ходу цих експериментів тощо.

На думку експертів (рис. 3.32), провідними засобами ІКТ формування здатності використовувати методи математичної статистики є системи комп'ютерної математики, табличні процесори та статистичні пакети, а додатковими – мови програмування та бібліотеки, ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, ПЗ моделювання фізичних процесів та віртуальні лабораторії.

Статистичні пакети можна розглядати як спеціалізовані системи комп'ютерної математики, основним призначенням яких є саме статистичне опрацювання даних. Разом із тим для статистичного

опрацювання результатів більшості шкільних навчальних досліджень з фізики достатньо функціоналу табличних процесорів та систем комп'ютерної математики. Тому, на думку експертів, у таких випадках слід використовувати саме системи комп'ютерної математики та табличні процесори, а до спеціалізованих статистичних пакетів звертатись лише в тих нечастих випадках, коли статистичного функціоналу табличних процесорів та систем комп'ютерної математики недостатньо.



Рис. 3.32. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності використовувати методи математичної статистики

Також статистичне опрацювання результатів дослідження може бути виконано засобами мов програмування та бібліотек, але їх використання пов'язане з описаними вище обмеженнями та недоліками. Тому їх використання в профільному навчанні фізики для більшості випадків слід обмежити та послуговуватись замість них тими засобами, які були визначені експертами як основні.

Різні ПЗ моделювання фізичних процесів та віртуальні лабораторії часто мають вбудовані засоби статистичного опрацювання експериментальних даних. Але ці засоби не можуть слугувати основним засобом формування здатності використовувати методи математичної статистики через свою обмеженість.

Стосовно ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо зазначимо, що вони безпосередньо не впливають на формування здатності використовувати методи математичної статистики, а здатні лише допомогти учням здійснити попередню генералізацію експериментальних даних перед їх безпосереднім статистичним опрацюванням.

До основних засобів ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації експерти віднесли редактори презентацій та табличні

процесори, а до додаткових – ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, системи комп'ютерної математики, статистичні пакети, медіа-редактори та засоби контент-аналізу (рис. 3.33).



Рис. 3.33. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації

Характер здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації передбачає їх використання за двома основними напрямками: опрацювання результатів дослідження та їх презентації. Відповідно, на думку експертів, основним засобом ІКТ для опрацювання результатів дослідження є табличні процесори, а для їх презентації – редактори презентацій.

ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо є класом засобів, який може бути використаний і для опрацювання результатів дослідження, і для їх презентації, оскільки цей клас ПЗ здатен допомогти учням у визначенні структури досліджуваних фізичних об'єктів та явищ, а побудовані за допомогою цих засобів діаграми є гарною візуалізацією зв'язків між об'єктами дослідження та всередині них.

Статистичні пакети є потужним засобом математичного опрацювання результатів дослідження, але їх використання є обмеженим: можуть бути використані лише для статистичного опрацювання даних у числовій формі. Використання систем комп'ютерної математики суттєво розширює можливості учнів із опрацювання результатів дослідження. На думку експертів, для опрацювання результатів шкільних навчальних досліджень з фізики функціональність табличних процесорів є цілком достатньою, тому вони були обрані основним засобом, а системи комп'ютерної математики – додатковим.

Засоби контент-аналізу та медіа-редактори можуть виступати потужною «зв'язкою» для опрацювання та подання результатів ряду

фізичних досліджень, зокрема, дослідження швидкоплинних або повільних механічних процесів. Разом з тим для великої кількості фізичних досліджень використання цих засобів не є доцільним.

Щодо формування здатності робити висновки з одержаних результатів, то використання засобів ІКТ в цьому процесі не є визначальним, а як додаткові можуть виступати такі засоби ІКТ: ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, ПЗ моделювання фізичних процесів, статистичні пакети, табличні та текстові процесори (рис. 3.34).



Рис. 3.34. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності робити висновки з одержаних результатів

Здатність робити висновки може базуватись на виокремленні та аналізі зв'язків та станів досліджуваних об'єктів та явищ, віх дослідження, важливих рис об'єктів дослідження та їх моделей тощо. З цією метою доцільно використовувати ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо.

Використовувати ПЗ моделювання фізичних процесів для формування здатності робити висновки з одержаних результатів доцільно для порівняння результатів натурного чи модельного дослідження з результатами моделювання, виконаного засобами ПЗ моделювання фізичних процесів та модифікованого для різних умов однієї моделі та різних моделей одного процесу.

Надійним підґрунтям для того, щоб зробити висновки з одержаних результатів фізичного дослідження, є результати опрацювання даних. Тому додатковими засобами формування здатності робити висновки з одержаних результатів, на думку експертів, є статистичні пакети та табличні процесори. Текстові ж процесори при цьому можуть виконувати роль певного «нотатника», використання якого може посприяти

акцентуванню уваги на певних фактах, виділенню закономірностей тощо, що також може посприяти процесу формулювання правильних висновків.

Використання засобів ІКТ, на думку експертів, не є визначальним фактором для формування здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження, тому жоден клас ПЗ не було віднесено до основних. Допоміжними ж засобами формування здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження, на думку експертів, є статистичні пакети, системи комп'ютерної математики, ПЗ моделювання фізичних процесів, табличні процесори та ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо (рис. 3.35).



Рис. 3.35. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження

Оцінка правдоподібності результатів дослідження може ґрунтуватись на результатах перевірки статистичних гіпотез та на оцінці похибок вимірювань. Найбільш придатними засобами ІКТ для здійснення цих операцій є статистичні пакети та системи комп'ютерної математики.

Іншим підходом до оцінювання правдоподібності результатів дослідження є їх співвіднесення з попереднім досвідом проведення досліджень чи з результатами моделювання. Щодо першого, то в окремих випадках доцільним може виявитись використання статистичних пакетів чи систем комп'ютерної математики для порівняння масивів даних, а щодо другого, то як середовище моделювання можуть виступати будь-які засоби ІКТ, придатні до створення фізичних моделей та експериментування з ними – ПЗ моделювання фізичних процесів було відзначено експертами як найбільш універсальний клас засобів такого призначення.

Табличні процесори є універсальним класом засобів і при формуванні здатності оцінювати правдоподібність результатів

дослідження можуть бути застосовані в кожному з описаних аспектів. При цьому ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо відіграють допоміжну роль та можуть бути використані для візуалізації результатів дослідження.

Основним засобом ІКТ формування здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту, на думку експертів, є ПЗ моделювання фізичних процесів, а додатковими – віртуальні лабораторії, системи комп'ютерної математики, мови програмування та бібліотеки, табличні процесори та ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо (рис. 3.36).



Рис. 3.36. Результати експертного оцінювання засобів ІКТ формування здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту

За своїм змістом здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту є подібною до компетентності з розробки моделей. Тому використання ПЗ моделювання фізичних процесів, віртуальних лабораторій, систем комп'ютерної математики, мови програмування та бібліотеки є подібним до їх застосування в процесі розробки моделей. Табличні процесори можуть виступати середовищем моделювання і, відповідно, використовуватись для вдосконалення натурального експерименту чи комп'ютерної моделі за методикою, описаною у [264].

Процес вдосконалення існуючої моделі може здійснюватися за двома напрямками: в бік її спрощення та в бік підвищення адекватності. Дії за кожним з цих напрямків передбачають оцінку впливів різних факторів на адекватність комп'ютерної моделі чи методичну обґрунтованість лабораторної установки. Важливим засобом ІКТ підтримки цих дій є ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо.

Провідні засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики

Етап	Дослідницька компетентність	Засоби ІКТ
Підготовчий	здатність до планування дослідження	для даної компетентності ІКТ не є провідними засобами її формування
	здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності	для даної компетентності ІКТ не є провідними засобами її формування
	компетентність з розробки моделей	ПЗ моделювання фізичних процесів
	здатність прогнозувати результати дослідження	ПЗ моделювання фізичних процесів
	здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження	віртуальні лабораторії
Діяльнісний	здатність використовувати вимірювальні прилади	віртуальні лабораторії
	здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження	ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо
	здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання	ПЗ моделювання фізичних процесів
	здатність проводити обчислювальні експерименти	системи комп'ютерної математики
Узагальнювальний	здатність використовувати методи математичної статистики	системи комп'ютерної математики
	здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації	редактори презентацій
	здатність робити висновки з одержаних результатів	для даної компетентності ІКТ не є провідними засобами її формування
	здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження	для даної компетентності ІКТ не є провідними засобами її формування
	здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту	ПЗ моделювання фізичних процесів

За результатами опитування експертів було визначено провідні хмаро орієнтовані засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики (табл. 3.2):

– ПЗ моделювання фізичних процесів є провідним засобом формування компетентності з розробки моделей, здатності прогнозувати

результати дослідження, здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження, здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання, здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту;

– віртуальні лабораторії є провідним засобом формування здатності прогнозувати результати дослідження, здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження, здатності використовувати вимірювальні прилади, здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання;

– системи комп'ютерної математики є провідним засобом формування здатності прогнозувати результати дослідження, здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання, здатності проводити обчислювальні експерименти, здатності використовувати методи математичної статистики;

– табличні процесори є провідним засобом формування здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження, здатності проводити обчислювальні експерименти, здатності використовувати методи математичної статистики, здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації;

– статистичні пакети є провідним засобом формування здатності використовувати методи математичної статистики;

– ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо є провідним засобом формування здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження;

– редактори презентацій є провідним засобом формування здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації.

На рис. 3.37 відображено кількість дослідницьких компетентностей, при формуванні яких виокремлені хмаро орієнтовані засоби ІКТ є провідними.

Використання хмаро орієнтованих засобів у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників із фізики надає такі можливості:

а) для вчителя – моніторингу дій з виконання навчального дослідження на всіх його етапах, активізації відповідної діяльності, оперативного коригування плану, проекту, моделі, схеми досліду, управління навчальною діяльністю учнів у процесі створення плану дослідження, реалізації проекту, опрацювання та презентації результатів дослідження, розподілу обов'язків та оцінювання результатів діяльності як кожного учня окремо, так й учнівської групи в цілому; надає

можливість ефективніше розподілити час, необхідний на проведення навчального дослідження за рахунок винесення частини дій на виконання «за межами лабораторії»;

б) для учня – застосування різних апаратних засобів ІКТ, просторової та навчальної мобільності, мобільної комунікації та співпраці, самоорганізації та саморефлексії; спрощує процес самостійної роботи; надає можливість більш ефективної підготовки до виконання навчального дослідження.

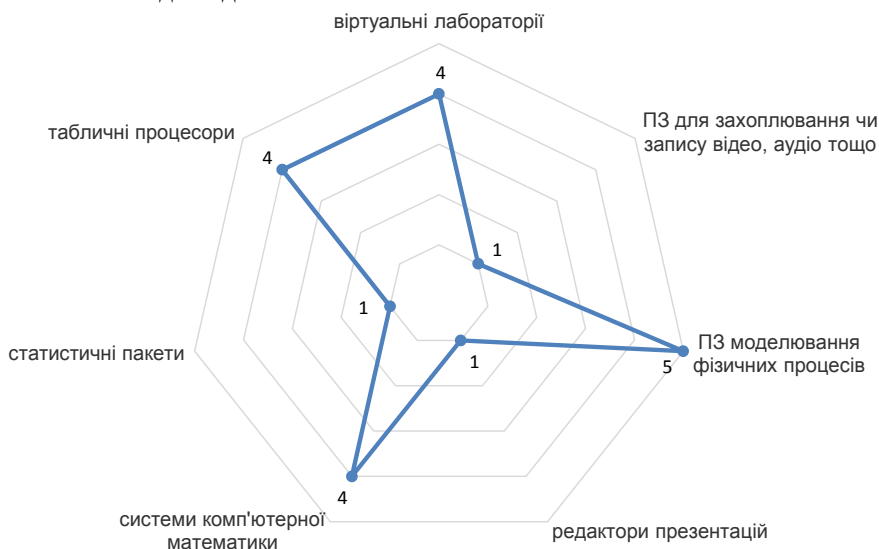


Рис. 3.37. Провідні хмаро орієнтовані засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики

Висновки до розділу 3

1. Виходячи з трактування методики використання ІКТ в освіті як теоретично обґрунтованої технології використання ІКТ для досягнення певної освітньої мети, під методикою використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики будемо розуміти теоретично обґрунтовану сукупність методів і форм використання хмарних технологій, застосування якої у профільному навчанні фізики сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів.

2. Методика використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики на рівні моделювання конкретизується у моделі формування

дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, що описує суб'єкти методики (учні старших класів, учитель фізики), об'єкти (засоби проведення навчальних досліджень з фізики), ціль (формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики), умови (профільне навчання фізики у спеціально побудованому навчальному середовищі), прогнозований результат (підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів старших класів). Узагальнені в моделі етапи діяльності відображають ітеративний процес формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики.

3. На рівні проектування конкретизуються такі компоненти методики формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики: засоби моніторингу процесу формування дослідницьких компетентностей (у засобах ІКТ, що забезпечують збирання і накопичення даних про діяльність учнів у процесі профільного навчання фізики, та інших засобах педагогічної діагностики, що застосовує учитель), засоби діагностування рівня сформованості дослідницьких компетентностей (у матрицях дослідницьких компетентностей).

4. Результати комплексного аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду використання ІКТ підтримки наукових та навчальних фізичних досліджень надали можливість виокремити такі засоби хмарних технологій підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики: віртуальні лабораторії; віртуальні тренажери; електронні органайзери; засоби контент-аналізу; лабораторні журнали; медіа-редактори; мови програмування та бібліотеки; ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо; ПЗ моделювання фізичних процесів; ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо; ПЗ управління проектами; редактори презентацій; системи комп'ютерної математики; статистичні пакети; табличні процесори; текстові процесори. Проведене опитування експертів надало можливість обґрунтувати вибір провідних засобів ІКТ формування кожної із дослідницьких компетентностей.

5. Провідними засобами хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики є ПЗ моделювання фізичних процесів, віртуальні лабораторії, системи комп'ютерної математики, табличні процесори, статистичні пакети, ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо та редактори презентацій. Комплексне використання цих засобів на всіх етапах навчального фізичного дослідження надає можливість формування 10 із 14 дослідницьких компетентностей. Показано, що у процесі формування

решти дослідницьких компетентностей (здатностей до планування дослідження, користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності, робити висновки з одержаних результатів та оцінювати правдоподібність результатів дослідження) засоби ІКТ відіграють лише допоміжну роль.

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ

4.1 Завдання та зміст дослідно-експериментальної роботи

Провідна ідея дослідження полягала у тому, що:

1) зміст дослідницьких компетенцій учнів повинен відображати процес навчального фізичного дослідження (як реального, так й віртуального);

2) концепція віртуалізації є важливою як для проектування змісту ІКТ-підтримуваних дослідницьких компетентностей, так й для розвитку засобів ІКТ навчання фізики, що за її застосування перетворюються на засоби хмарних технологій;

3) застосування хмарних технологій в процесі формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики вимагає відповідного методичного обґрунтування їх використання як нового засобу навчання.

Гіпотеза дослідження – впровадження хмарних технологій у процес профільного навчання фізики сприятиме розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

З метою перевірки гіпотези дослідження та ефективності розробленої методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики було проведено педагогічний експеримент.

Експеримент – один із основних методів наукового дослідження, в якому вивчення явищ відбувається за допомогою доцільно вибраних або штучно створених умов [92, с. 340]. Структура організації експерименту містить: цілепокладання, планування, розробку інструментарію, безпосереднє проведення дослідження, збір і опрацювання результатів, аналіз та інтерпретацію експериментальних даних [197, с. 66-67].

В. Ф. Савченко розглядає педагогічний експеримент як своєрідний навчальний процес, організований так, щоб можна було спостерігати педагогічні явища в контрольованих умовах [179]. Дослідник визначає такі основні ознаки педагогічного експерименту, які одночасно становлять і його суть:

– внесення в навчальний процес певних змін у відповідності з планом і гіпотезою дослідження;

– створення умов, у яких можна найбільш яскраво бачити зв'язки між різними сторонами навчального процесу;

– облік результатів навчального процесу і формулювання остаточних висновків.

За С. У. Гончаренком, педагогічний (психолого-педагогічний) експеримент – це комплексний метод дослідження, який забезпечує науково-об’єктивну і доказову перевірку правильності визначеної гіпотези. Він надає можливість глибше, ніж інші методи, перевірити ефективність тих або інших новацій в галузі навчання і виховання, порівняти значущість різних факторів у структурі педагогічного процесу і обрати найкраще (оптимальне) для відповідних ситуацій їх поєднання, виявити необхідні умови реалізації певних педагогічних завдань [100, с. 253].

Мета експерименту з окресленої теми дослідження полягає у перевірці ефективності реалізації у освітньому процесі закладів загальної середньої освіти методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики, а саме у виявленні достовірності параметрів ефективності основних компонентів педагогічної системи: цілей та завдань, змістового ресурсу, форм організації, методів, технологічного забезпечення, критеріїв оцінювання якості за її кінцевим результатом – підвищенням рівня сформованості у старшокласників дослідницьких компетентностей з фізики.

Логіка етапів педагогічного експерименту в цілому відображала послідовність наступних дій:

- підготовка педагогічного дослідження:
 - а) вибір теми;
 - б) визначення її актуальності;
 - в) визначення ступеня вивченості;
- розробка програми дослідження:
 - а) окреслення об’єкта та предмета дослідження;
 - б) визначення мети;
 - в) постановка завдань;
 - г) розроблення робочої гіпотези;
 - д) визначення методів дослідження;
 - е) опрацювання даних;
 - ж) розроблення календарного плану;
- збір емпіричних відомостей, їх кількісне та якісне опрацювання;
- оформлення результатів, висновків і рекомендацій наукового дослідження;
- упровадження результатів дослідження у навчальний процес закладів загальної середньої освіти.

На кожному етапі було використано комплекс методів науково-педагогічного дослідження:

- теоретичний аналіз джерел з проблеми дослідження;

- вивчення та узагальнення досвіду роботи вчителів фізики та викладачів профільних кафедр педагогічних ЗВО, аналіз конкретних експериментальних досліджень;

- цілеспрямоване педагогічне спостереження;

- бесіда, анкетування вчителів фізики, викладачів ЗВО, працівників педагогічних НДІ;

- теоретичний аналіз дидактичних можливостей застосування засобів хмарних технологій у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики;

- методи статистичного опрацювання результатів педагогічного експерименту;

- вивчення й аналіз результатів діяльності учнів і вчителів.

Результати теоретичного дослідження надали можливість розробити систему дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики та модель їх формування у профільному навчанні фізики, обґрунтувати можливості використання хмарних технологій у процесі профільного навчання фізики, виконати розробку моделі використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики та відповідної методики й упровадити її у навчальний процес.

З урахуванням цих результатів розроблено програму експериментального дослідження.

У процесі розробки програми дослідження були виділені такі кроки її реалізації:

1) *підготовчий крок* передбачав:

- аналіз сучасних підходів до профільного навчання фізики;
- аналіз державних стандартів середньої освіти, навчальних програм, концепцій профільного навчання;
- визначення бази та завдань дослідно-експериментальної частини дослідження;
- формулювання теми та гіпотези, постановка проблеми, визначення цілей та задач дослідження;

2) *констатувальний крок* передбачав:

- аналіз базових понять досліджуваної проблеми;
- виявлення дослідницьких компетентностей;
- дослідження особливостей використання засобів ІКТ підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики;

3) *проектувальний крок* передбачав:

- отримання вихідних даних;

- виокремлення компонентів дослідницьких компетентностей;
- уточнення структури, змісту, критеріїв оцінювання та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики;
- проектування хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних фізичних досліджень;
- відбір навчальних груп для проведення експерименту;
- проведення необхідних діагностичних досліджень;

4) *концептуальний крок* передбачав розробку моделі використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики;

5) *змістово-технологічний крок* передбачав:

- розробку технологічних засад віртуалізації електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних фізичних досліджень;
- розробку компонентів методики використання засобів хмарних технологій у процесі формування окремих дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики;
- конструювання системи хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних фізичних досліджень;

6) *організаційно-педагогічний крок* передбачав застосування в експериментальній групі розробленої методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики;

7) *когнітивно-операційний крок* передбачав упровадження теоретичних і практичних результатів у навчальний процес закладів загальної середньої освіти та вищої освіти України;

8) *оцінно-результативний крок* передбачав:

- отримання кінцевих даних;
- статистичне опрацювання й аналіз результатів;
- систематизацію й узагальнення результатів дослідження;
- формування прогностичних напрямів розвитку методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики.

4.2 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи

Реалізація програми дослідження проходила у три етапи:

1) аналітико-констатувальний (2012-2013 роки);

2) проєктувально-пошуковий (2013-2015 роки);

3) формувально-узагальнювальний (2015-2017 роки).

Завданням першого етапу дослідно-експериментальної роботи було вивчення існуючого стану досліджуваного явища та виділення вихідних положень дослідження. Для реалізації поставленого завдання було виконано аналіз стандартів середньої освіти, навчальних програм, планів, монографій та підручників з фізики, методики навчання фізики, ІКТ навчання, науково-методичної літератури з проблеми формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики, досвіду реалізації навчальних досліджень з фізики в профільній школі, засобів ІКТ підтримки навчальних досліджень з фізики в профільній школі, хмарних технологій навчання, що надало можливість сформулювати актуальність дослідження та його гіпотезу.

Результати аналітико-констатувального етапу педагогічного експерименту виявили наступне:

1. Згідно Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти елементи дослідницької діяльності притаманні більшості освітніх галузей. Дослідницькі компетентності старшокласників у профільному навчанні фізики є системним особистісним утворенням, що включає в себе набуті в процесі навчально-дослідницької діяльності знання, засвоєні способи й набуті навички дослідницької діяльності та сформовані якості соціально відповідальної поведінки при виконанні навчальних досліджень, згруповані за етапами навчально-дослідницької діяльності. Дослідницькі компетентності, що формуються при виконанні натурних та модельних експериментів, можуть дещо відрізнятися.

2. Дослідницькі компетентності є розвитком загальнонавчальної компетентності (уміння вчитися). Найвищою стадією розвитку дослідницьких компетентностей старшокласників у подальшому стає система академічних компетентностей випускника ЗВО відповідного профілю.

3. Основним видом дослідницької діяльності учнів у профільному навчанні фізики є навчальний фізичний експеримент. Інформаційно-комп'ютерне забезпечення фізичного експерименту не просто вдосконалювалось із розвитком засобів ІКТ, а й часто стало рушійною силою розвитку самих ІКТ: виникненню паралельних та розподілених обчислень, гіпертекстових та мультимедійних систем ми зобов'язані насамперед потребам забезпечення наукових досліджень з фізики. Застосування засобів ІКТ у навчальному фізичному експерименті відбувається за такими основними напрямками: 1) автоматизація проведення експерименту; 2) автоматизація опрацювання результатів експерименту; 3) комп'ютерне моделювання явищ та процесів; 4)

поєднання натурного та обчислювального експерименту.

4. Широке впровадження програмно-апаратних комплексів забезпечення навчального фізичного експерименту стримується їх недостатнім поширенням та обмеженням доступу, у зв'язку з чим виникає необхідність їх розподіленого (у тому числі й віддаленого) спільного використання як у навчальний, так і позанавчальний час. Це є однією з передумов використання хмарних технологій для реалізації навчальних досліджень. Використання хмарних технологій також надає можливість комплексного моніторингу процесу формування дослідницьких компетентностей учнів при виконанні ними навчальних фізичних досліджень. Методично обґрунтоване застосування хмарних технологій для підтримки навчальних фізичних досліджень надає змогу підвищити рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики. Таким чином, використання хмарних ІКТ сприятиме вдосконаленню навчальних фізичних досліджень через розширення можливостей учнів та вчителів із доступу до лабораторного обладнання, спільне використання ресурсів різних закладів освіти, інтеграції аудиторної та позакласної навчально-дослідницької роботи на основі хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів.

5. Незважаючи на поширеність хмаро орієнтованих засобів підтримки дослідницької діяльності з фізики, у процесі профільного навчання фізики в цілому та при проведенні навчальних фізичних досліджень зокрема, вони використовуються фрагментарно.

Виявлені невідповідності

– між дослідницькою спрямованістю профільного навчання фізики та нерозробленістю відповідної системи дослідницьких компетентностей учнів;

– між системністю процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та несистемним характером застосування засобів хмарних технологій у навчально-дослідницькій діяльності;

– між педагогічним потенціалом використання засобів хмарних технологій для підтримки навчальних досліджень із фізики у профільній школі та нерозробленістю методики їх використання зумовили вибір мети дослідження – розробки методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики.

Тому основною задачею другого етапу дослідно-експериментальної роботи було визначення структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у

профільному навчанні фізики та розробка моделі їх формування.

Із метою оцінювання адекватності визначених структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та розробки моделі їх формування у профільному навчанні фізики було проведено експертне оцінювання дослідницьких компетентностей за відповідною анкетною (додаток В, [173]). Опитування охопило 38 експертів, 66 % з яких – фахівці вищої школи, 24 % – середньої, 2,5 % – педагогічних НДІ, 5 % – аспіранти, 2,5 % – навчально-допоміжний персонал.

Перша частина опитування була спрямована на корегування складу дослідницьких компетентностей. Експертам було запропоновано визначитися з основними дослідницькими компетентностями учнів у профільному навчанні фізики (викреслити зайві або додати ті, яких, на їхню думку, не вистачає). За результатами опрацювання пропозицій експертів до складу системи дослідницьких компетентностей були додатково включені:

- до компетентностей підготовчого етапу із підготовки експерименту: ДК14 – здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження; ДК15 – здатність прогнозувати результати дослідження;

- до компетентностей із проведення експерименту: здоров'язбережувальна компетентність;

- до компетентностей із опрацювання результатів експерименту: ДК34 – здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження; ДК35 – здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту.

Оскільки у новій редакції Концепції профільного навчання у старшій школі [210] здоров'язбережувальна компетентність віднесена до ключових, вона була виключена із системи дослідницьких компетентностей.

Метою другої частини опитування було визначення внесків компонентів кожної компетентності (рис. 4.1) та кожної компетентності у групу компетентностей і співвідношення груп у системі дослідницьких компетентностей учнів старшої школи з фізики (рис. 4.2). Кожну компетентність експерти оцінювали за наступною шкалою: 0 (незначуща), 1 (мало значуща), 2 (дуже важлива), 3 (визначальна).

Е. Гьонці (А. Gonczi) та П. Хагер (P. Hager) [23, с. 409], розглядаючи зв'язок компетентностей з оцінюванням навчальних досягнень, вказують на привабливість застосування атомарних показників сформованості компонентів кожної компетентності для простого покрокового оцінювання через спостереження за процесом розв'язання навчальних

задач. Проте цей підхід призводить до неприйнятних витрат часу на оцінку безлічі дискретних завдань та оцінювання лише поверхових аспектів діяльності без урахування її цілісного характеру.

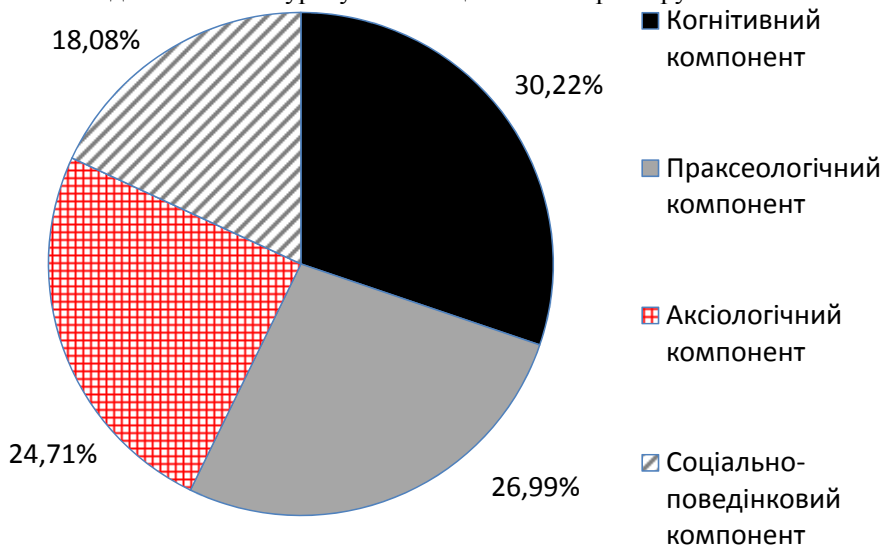


Рис. 4.1. Внесок компонентів у кожну дослідницьку компетентність старшокласників з фізики (за результатами експертного оцінювання)

У зв'язку з цим (та враховуючи суб'єктивний характер компетентностей та їх складну структуру) визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики є нетривіальною задачею. Причому, наразі не існує загальноприйнятих засобів діагностики рівня сформованості компетентностей, які б ураховували комплексний характер компетентностей, були досить зручні в застосуванні та надавали можливість отримати вірогідні результати.

Розв'язання задачі визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики передбачає необхідність оцінити рівень сформованості 56 компонентів (14 компетентностей, по 4 компоненти в кожній). Причому деякі з них (аксіологічні, соціально-поведінкові) можуть бути оцінені вчителем лише в процесі спостереження за навчально-дослідницькою діяльністю учнів. Така оцінка є якісною. Здійснювати її можна за матрицями компетентностей (критеріями сформованості компетентностей, наведеними у таблицях А.1-А.14), користуючись 4-бальною шкалою (0 – початковий рівень сформованості; 1 – базовий рівень сформованості; 2 – підвищений рівень

сформованості; 3 – поглиблений рівень сформованості).



Рис. 4.2. Внесок кожної компетентності та її компонентів у систему дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики

Матриці компетентностей надають можливість у повній мірі оцінити рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, однак є громіздким і не надто зручним для використання інструментом. Також до недоліків використання матриць компетентностей слід віднести їх суб'єктивний характер (оцінка формується на основі вражень вчителя від спостереження за діяльністю учнів), недостатню мобільність (оцінювання може виконати лише людина, яка протягом значного проміжку часу здійснювала спостереження за навчально-дослідницькою діяльністю учнів – вчитель фізики, керівник спеціалізованого гуртка чи, можливо, лаборант) та неможливість здійснення швидкого оцінювання. Усі ці недоліки суттєво утруднюють використання матриць компетентностей для здійснення вхідного оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики.

Тому постає проблема розробки засобу оцінювання рівня

сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, який дозволяв би, зокрема, здійснити вхідне оцінювання, надавав більшу мобільність та мінімізував залежність від особистості того, хто здійснює оцінювання.

Серед дослідницьких компетентностей є базові, формування яких відбувається неперервно протягом усього навчання фізики, та ІКТ-орієнтовані, формування яких відбувається лише за умови використання при проведенні навчальних досліджень відповідних засобів ІКТ. Причому, кожна ІКТ-орієнтована компетентність фактично є своєрідною надбудовою над певною базовою компетентністю (здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності – над здатністю до планування дослідження; здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання – над здатністю проводити обчислювальні експерименти; здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження – над здатністю використовувати вимірювальні прилади; здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації – над здатністю використовувати методи математичної статистики). Тому, на нашу думку, для здійснення оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики слід насамперед провести анкетування, яке б показало рівень володіння учнями відповідними засобами ІКТ. Оскільки до системи дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики входять чотири ІКТ-орієнтовані компетентності, то достатньо, щоб анкета містила питання, наведені нижче.

1. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для проектування (планування) дослідницької діяльності з фізики. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

2. Назвіть відомі Вам засоби, що можуть бути застосовані для фіксування (запису) перебігу дослідження. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

3. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для моделювання фізичних явищ. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

4. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для опрацювання результатів фізичного дослідження та їх презентації. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

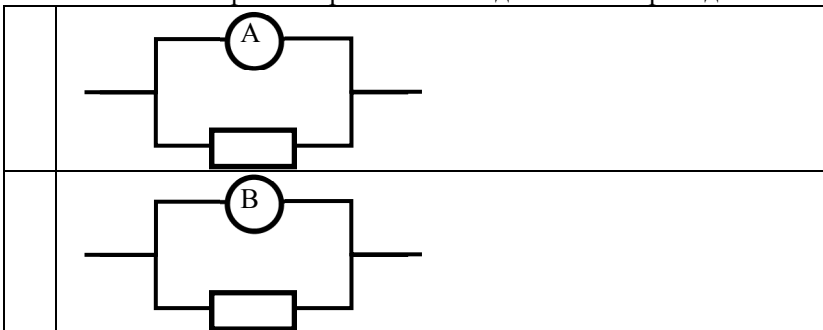
Метою даної анкети було виявлення необхідності у вхідному діагностуванні рівня сформованості тих дослідницьких компетентностей,

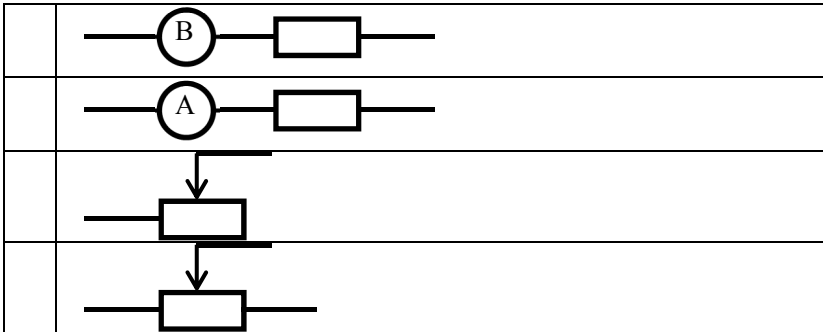
що виступають ІКТ-надбудовами над іншими дослідницькими компетентностями. У випадку, коли учень не знайомий із певним класом ПЗ, діагностування рівня сформованості відповідної йому ІКТ-надбудованої дослідницької компетентності не виконувалось, а результати анкетування використовувались для коригування процесу навчання з метою початкового ознайомлення із відповідними ПЗ. Таким чином, початковому діагностуванню підлягали лише базові дослідницькі компетентності, а для ІКТ-надбудованих у випадку неознайомленості учня із засобом обирався початковий рівень сформованості, у інших випадках – підвищений рівень.

Одним із найбільш зручних інструментів оцінювання є тестування, оскільки його результати легко піддаються формалізації та подальшому опрацюванню. Однак, оскільки система дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики відображає готовність та здатність до здійснення відповідної навчально-дослідницької діяльності, то й рівень сформованості цих компетентностей можна оцінити лише в процесі цієї діяльності. В рамках тестування неможливо повністю імітувати навчально-дослідницьку діяльність, але для деяких компетентностей можливо дібрати завдання різного рівня трудності, спрямовані на перевірку володіння певними елементами діяльності, провідної для даної компетентності.

Для добору завдань використовувались джерела, що пройшли відповідну апробацію (зокрема, [216] та [298]); окремі задачі були розроблені автором дослідження. Слід також урахувати, що для зручності проведення тестування час, відведений на виконання тесту учнями, не має перевищувати тривалість уроку. Тестування, яке ми пропонуємо використовувати для визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, розраховане на 30 хвилин та містить завдання, наведені нижче.

1. Позначте варіанти правильного підключення приладів.





2. Перед Вами стоїть задача змодельовати рух штучного супутника Землі. Вкажіть, які взаємодії Ви врахуєте в своїй моделі (дії яких сил є суттєвими при розв'язуванні цієї задачі).

	Сила Архімеда
	Сила опору повітря
	Сила тяжіння з боку Землі ($F=mg$)
	Сила тяжіння з боку Місяця
	Сила тяжіння з боку Сонця
	Гравітаційна сила з боку Землі $\left(F = G \frac{M_1 M_2}{r^2} \right)$
	Гравітаційна сила з боку Місяця
	Гравітаційна сила з боку Сонця
	Сила тиску сонячного світла

3. На поверхні води плаває дерев'яна кулька. Як зміниться глибина занурення кульки, якщо густина повітря над нею збільшиться? Вкажіть, яка сила (чи декілька сил) стала причиною такої поведінки кульки.

	Кулька зануриться глибше
	Кулька підніметься над поверхнею води
	Глибина занурення кульки не зміниться

4. Вимірювання прискорення вільного падіння різними способами дали такі значення. Позначте той ряд значень, який, на Вашу думку, відповідає найкращому способу. Якщо можете, прокоментуйте свій вибір.

	10,26 м/с ² ; 9,36 м/с ²
	10,00 м/с ² ; 10,05 м/с ² ; 9,97 м/с ² ; 13,21 м/с ² ; 9,95 м/с ²
	9,78 м/с ² ; 9,62 м/с ² ; 10,02 м/с ² ; 9,99 м/с ²

5. Учень досліджує рух тіла. Отримані ним дані подані в таблиці. Зробіть Ваші припущення про характер цього руху.

Час, с	0,5	1	1,5	2	3	4	5	7
Координата x, м	17,5	35,4	53,0	70,7	106,0	141,4	176,8	247,5

Координата у, м	16,5	30,4	42,0	51,0	61,9	63,0	54,2	7,1
-----------------	------	------	------	------	------	------	------	-----

6. Учень провів експеримент з визначення коефіцієнту пружності пружини. При цьому відомо, що частину вимірювань учень провів насправді, а частину фальсифікував. Позначте ті результати, які, на Вашу думку, були «підроблені» учнем.

	Маса тягарців (m), г	Видовження пружини (Δx), мм
	100	6
	200	10
	300	14
	400	16
	500	24
	600	29
	700	40
	800	42
	900	47
	1000	57

7. При проведенні лабораторної роботи з дослідження прискорення вільного падіння учень однією рукою кидає кульку з висоти 1,5 метри, а іншою вимірює час за допомогою секундоміру. Він запускає секундомір, коли відпускає кульку та зупиняє його в момент удару кульки об підлогу. Середнє значення прискорення вільного падіння, вираховане за результатами такого дослідження дорівнювало $11,2 \text{ м/с}^2$. Запропонуйте шляхи підвищення точності такого експерименту.

8. У Вашому розпорядженні є терези (ваги з коромислом) та динамометр з набором тягарців, вага кожного з яких має бути 1 Н. Опишіть, яким чином Ви підготуєте обладнання для проведення дослідів.

9. Поштові голуби здатні знаходити свою домівку, незважаючи на значні відстані та проміжки часу. Наразі точно невідомий механізм, за допомогою якого їм це вдається. Запропонуйте схему дослідів, який дозволяв би перевірити, чи пов'язано це явище зі здатністю птахів запам'ятовувати шлях.

Завдання складені таким чином, що кожне з них містить здебільшого елементи провідної діяльності, характерної для однієї дослідницької компетентності. Таким чином, виникає можливість співвіднести одне завдання тесту з однією дослідницькою компетентністю. Так, перше завдання надає можливість оцінити рівень сформованості здатності використовувати вимірювальні прилади (ДК22); друге – компетентності з розробки моделей (ДК11); третє – здатності прогнозувати результати дослідження (ДК15); четверте – здатності використовувати методи математичної статистики (ДК31); п'яте – здатності робити висновки з

одержаних результатів (ДК33); шосте – здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження (ДК34); сьоме – здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту (ДК35); восьме – здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження (ДК14); дев'яте – здатності до планування дослідження (ДК12).

При оцінюванні учень отримував оцінку від 0 до 1 в залежності від повноти виконаної роботи. У шкалі «1» відповідає повністю виконаній роботі, «0» – роботі, до виконання якої учень не приступив. Також проставляються проміжні оцінки, що відповідають частці виконаної роботи. Далі оцінка за кожне завдання була помножена на відсотковий коефіцієнт, що відповідає внеску компетентності, провідної для даного завдання (рис. 4.2). Сума оцінок нормується на 100 % з урахуванням того, що оцінці підлягали 9 із 14 компетентностей системи.

Слід розуміти, що таке тестування надає можливість оцінити лише когнітивну та праксеологічну складові компетентностей. Крім того, більшість завдань тесту побудовані таким чином, що надають змогу виявити розбіжності в рівні сформованості компетентностей для тих випадків, коли він є низьким.

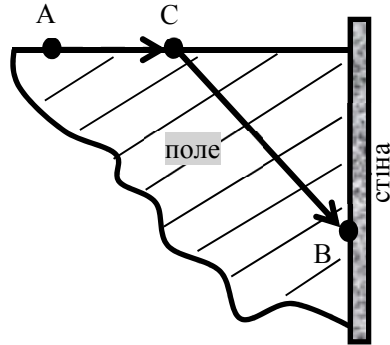
Задля того ж, щоб більш точно оцінити рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики на підвищеному та поглибленому рівні, доцільно запропонувати учням навчальне дослідження, сформульоване у вигляді творчої задачі. Декілька творчих задач можуть бути об'єднані в контрольну роботу та запропоновані учням на додачу до анкети та тестування, наприклад, у формі домашньої контрольної роботи. Нижче наведено приклад такої контрольної роботи.

1. У Вашому розпорядженні є резистор невідомого опору, два шкільних вольтметри та стара на вигляд батарейка «Крона». На першому вольтметрі стоїть маркування «– 6 В, 6 кОм», на другому – «– 2 В, 200 Ом». Ваша задача – визначити опір резистора. Опишіть послідовність своїх дій. Виконайте рисунки електричних схем.

2. Визначте експериментально швидкість кулі, що вилетіла з пружинного пістолету. Придумайте найбільш підходящий експеримент та опишіть його.

3. Один винахідник запропонував такий спосіб вимірювання швидкості корабля. В каюті до стелі підвішено тягарець на нитці. За задумом винахідника, в стані спокою висок має розміщуватись вертикально, а при русі корабля – під кутом до горизонту. За кутом нахилу виска винахідник запропонував вимірювати швидкість корабля. Прорецензуйте цей проект.

4. Пішохід, йдучи по тротуару, проходить 1,5 м за 1 с, а по ораному ґрунті – 0,9 м за 1 с. Він вийшов з точки А, що знаходиться на відстані 42 м від стіни, й рухається до точки В, що знаходиться на 36 м південніше вздовж стіни. Яким чином можна визначити найменший час, необхідний пішоходу для того, щоб дістатися з точки А в точку В.



Четверте завдання контрольної роботи може бути розв'язано як шляхом аналогового моделювання (з використанням законів заломлення світла), так й шляхом побудови математичної моделі задачі оптимізації та проведення відповідного обчислювального експерименту (з використанням чисельних методів). Останнє надає можливість оцінити рівень сформованості здатності до проведення таких експериментів, оцінювання якої засобами, відмінними від матриць компетентностей, не передбачається.

Таким чином, для визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики пропонуємо використовувати трикомпонентну систему оцінювання, яка складається з *анкетування*, спрямованого на з'ясування факту сформованості чи несформованості в учнів ІКТ-орієнтованих компетентностей; *тестування*, яке має на меті виявлення в першому наближенні рівня сформованості базових дослідницьких компетентностей та *домашньої контрольної роботи*, за допомогою якої здійснюється уточнення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників на підвищеному та поглибленому рівнях.

Рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики за трикомпонентною системою оцінювання визначається за шкалою, наведеною у таблиці 4.1.

Для визначення рівня сформованості кожної дослідницької компетентності учнів старшої школи з фізики та всієї системи доцільно використовувати шкалу оцінювання, мінімальне значення якої (0) відповідає неспостереженню оцінюваної компетентності, а максимальне значення (12) – найвищому рівню її сформованості.

Згідно рекомендацій І. В. Бургун [88, с. 26] розроблено засіб фіксації рівня розвитку дослідницьких компетентностей учнів: електронний журнал моніторингу дослідницьких компетентностей учнів, що містить

перелік дослідницьких компетентностей, опис компонентів, критеріїв та рівнів їх сформованості у вигляді матриць компетентностей, перелік учнів, сторінки для фіксування рівня сформованості компонентів дослідницьких компетентностей (рис. 4.3).

Таблиця 4.1

Визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики за трикомпонентною системою оцінювання

Рівень сформованості дослідницьких компетентностей	Бали (у відсотках)
початковий рівень	[0 %; 10 %)
базовий рівень	[10 %; 40 %)
підвищений рівень	[40 %; 70 %)
поглиблений рівень	[70 %; 100 %]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		Прізвище, ім'я	ДК11	ДК12	ДК13	ДК14	ДК15	ДК21	ДК22	ДК23	ДК24	ДК31	ДК32	ДК33	ДК34	ДК35	Оцінка		
3			К	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2	2	1	1	0		
4	1	Аноцька Валерія	П	0	2	0	1	0	2	1	2	0	2	2	2	2	1	0	
5			А	0	3	0	1	0	2	2	3	2	1	3	3	1	0	4,49	
6			С	0	3	0	2	0	1	3	2	0	3	2	3	2	0		
7			К	1	2	3	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	
8	2	Антощенко Дмитро	П	1	2	0	1	1	1	1	1	0	1	2	1	2	0		
9			А	2	0	0	2	0	1	2	2	0	1	3	2	2	0	4,21	
10			С	3	1	0	2	1	1	2	2	1	2	1	3	2	0		
11			К	2	2	0	1	1	0	1	2	0	2	2	3	3	1		
12	3	Башинська Катерина	П	1	2	0	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	4,98	
13			А	1	1	0	1	0	0	1	3	1	2	2	1	1	1		
14			С	1	1	0	1	1	1	2	2	0	3	2	2	2	0		
15			К	2	3	1	3	2	2	3	1	1	3	2	3	2	1		
16	4	Богун Михайло	П	2	3	0	2	1	2	3	1	1	2	2	3	3	2	7,69	
17			А	2	2	2	2	1	1	3	2	2	2	3	2	2	2		
18			С	3	3	0	1	1	2	3	2	2	3	3	2	3	1		
19			К	0	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	1	0		

Рис. 4.3. Фрагмент електронного журналу моніторингу дослідницьких компетентностей учнів

Визначення числового значення рівня сформованості дослідницьких компетентностей виконувалось відповідно до внеску кожної компетентності ДКХУ та її компонентів (K_{XY} , P_{XY} , A_{XY} , C_{XY}) у систему дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики (рис. 4.2, таблиця 4.2).

Обчислення числового значення $V(ДКХУ)$ рівня сформованості дослідницької компетентності ДКХУ виконувалось за формулою:

$$V(ДКХУ) = 4(V_K K_{XY} + V_P P_{XY} + V_A A_{XY} + V_C C_{XY}),$$

де

K_{XY} , P_{XY} , A_{XY} , C_{XY} – вагові коефіцієнти когнітивного, праксеологічного, аксіологічного та соціально-поведінкового компонентів компетентності ДКХУ відповідно;

V_K , V_P , V_A , V_C – відповідні числові значення рівня їх сформованості (0 – початковий рівень сформованості, 1 – базовий рівень сформованості,

2 – підвищений рівень сформованості, 3 – поглиблений рівень сформованості);

4 – коефіцієнт для переведення у 12-бальну шкалу.

Таблиця 4.2

Вагові коефіцієнти для визначення числового значення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики

Шифр компетентності \ Компонент	когнітивний (К)	праксеологічний (П)	аксіологічний (А)	соціально-поведінковий (С)
ДК11	2,15%	1,92%	1,75%	1,28%
ДК12	2,29%	2,04%	1,87%	1,37%
ДК13	1,65%	1,47%	1,35%	0,99%
ДК14	1,70%	1,52%	1,39%	1,02%
ДК15	1,79%	1,60%	1,47%	1,07%
ДК21	2,45%	2,18%	2,00%	1,46%
ДК22	3,02%	2,69%	2,47%	1,80%
ДК23	2,38%	2,12%	1,94%	1,42%
ДК24	2,48%	2,21%	2,03%	1,48%
ДК31	2,10%	1,87%	1,71%	1,25%
ДК32	2,09%	1,86%	1,71%	1,25%
ДК33	2,31%	2,06%	1,89%	1,38%
ДК34	2,08%	1,86%	1,70%	1,24%
ДК35	1,75%	1,56%	1,43%	1,05%

Відповідність між оцінкою за 12-бальною шкалою та рівнем сформованості встановлюється у такий спосіб: 0-3 бали – початковий рівень, 4-6 балів – базовий, 7-9 балів – підвищений, 10-12 – поглиблений.

Числова оцінка рівня сформованості дослідницьких компетентностей (СДК) старшокласників у профільному навчанні фізики $V(\text{СДК})$ здійснювалась за формулою:

$$V(\text{СДК}) = \sum_{XY} V(\text{ДКХУ}).$$

Результати проектувально-пошукового етапу дозволили перейти до третього етапу дослідно-експериментальної роботи, на якому було проведено формувальний етап педагогічного експерименту з упровадження розробленої-методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики.

У контрольній групі (24 учні) в процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників із фізики використовувалися традиційні засоби ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень, в експериментальній (15 учнів) – засоби хмарних технологій за розробленою методикою.

Вхідне оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей у контрольній (КГ) та експериментальній (ЕГ) групах показало, що більшість учнів не знайомі з засобами ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень (рис. 4.4).

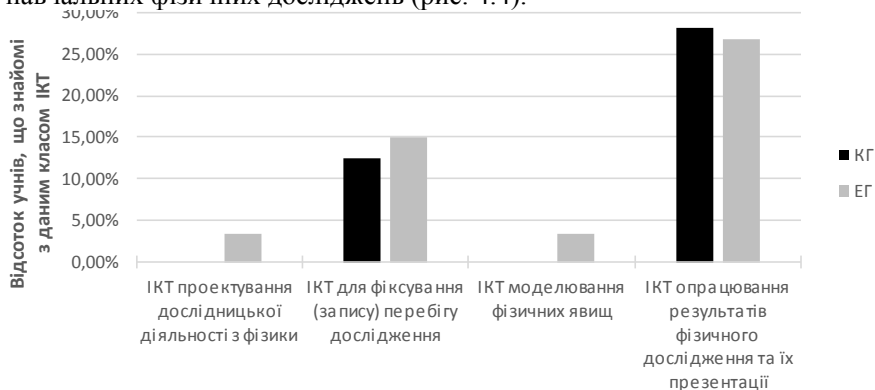


Рис. 4.4. Рівень володіння учнями контрольної та експериментальної груп засобами ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень до початку формувального етапу педагогічного експерименту

Вхідне оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики не показало суттєвих відмінностей між контрольною та експериментальною групами (рис. 4.5).

Підсумкове оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, проведене на основі аналізу журналів моніторингу дослідницьких компетентностей учнів, показало наявність відмінностей між контрольною та експериментальною групами (рис. 4.6).

Результати формувального експерименту в контрольній та експериментальній групах наведено у табл. 4.3.

Зміна рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах на початку («КГ-до», «ЕГ-до») та наприкінці («КГ-після», «ЕГ-після») формувального етапу педагогічного експерименту показана на рис. 4.7.

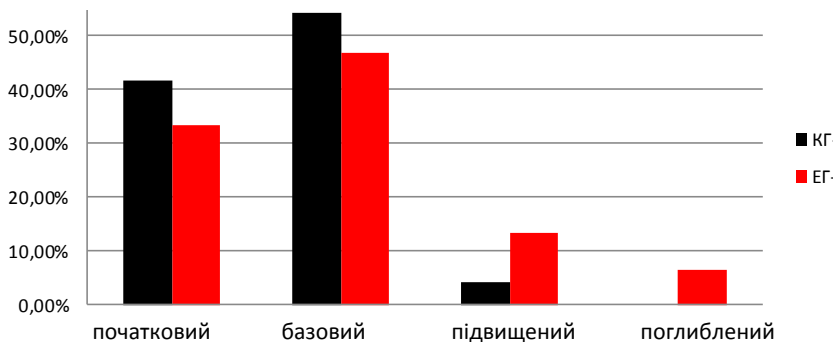


Рис. 4.5. Рівень сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту

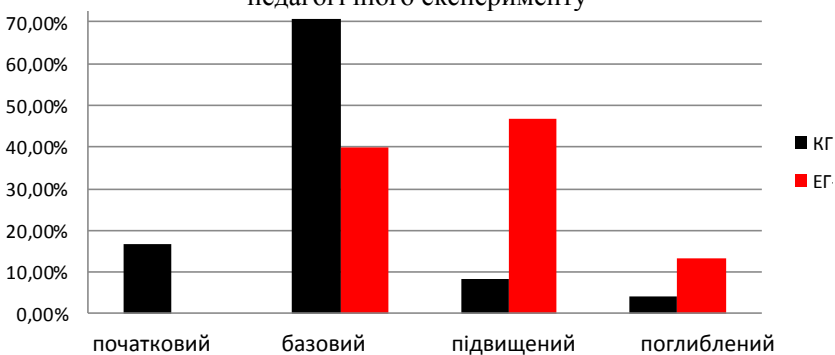


Рис. 4.6. Рівень сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту

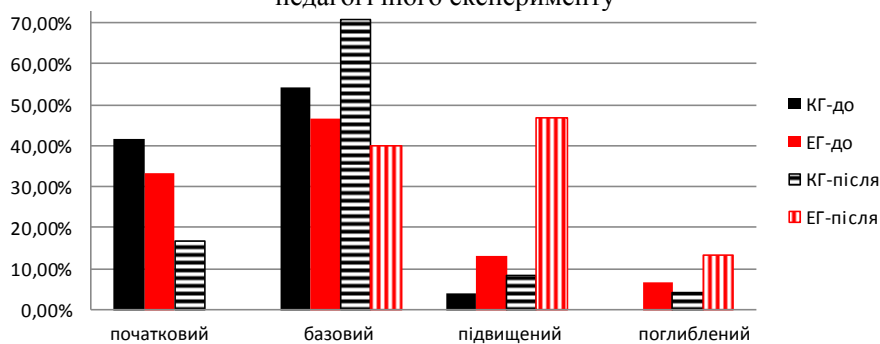


Рис. 4.7. Рівень сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту

**Порівняльний розподіл учнів за рівнем сформованості
дослідницьких компетентностей з фізики у контрольній та
експериментальній групах**

Шифр компетентності	Відсоток учнів з відповідним рівнем на початку формувального етапу педагогічного експерименту								Відсоток учнів з відповідним рівнем наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту							
	початковий		базовий		підвищений		поглиблений		початковий		базовий		підвищений		поглиблений	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
ДК11	33,3	46,7	16,7	40,0	45,8	0,0	4,2	13,3	20,8	0,0	20,8	6,7	54,2	60,0	4,2	33,3
ДК12	70,8	40,0	8,3	33,3	8,3	20,0	12,5	6,7	20,8	0,0	29,2	53,3	37,5	33,3	12,5	13,3
ДК13	91,7	80,0	8,3	6,7	0,0	13,3	0,0	0,0	79,2	33,3	16,7	26,7	4,2	40,0	0,0	0,0
ДК14	54,2	13,3	29,2	40,0	12,5	40,0	4,2	6,7	0,0	0,0	62,5	20,0	29,2	53,3	8,3	26,7
ДК15	75,0	33,3	8,3	46,7	0,0	20,0	16,7	0,0	25,0	6,7	37,5	46,7	16,7	40,0	20,8	6,7
ДК21	95,8	80,0	4,2	6,7	0,0	13,3	0,0	0,0	75,0	20,0	8,3	40,0	16,7	33,3	0,0	6,7
ДК22	83,3	26,7	0,0	33,3	4,2	40,0	12,5	0,0	12,5	0,0	25,0	40,0	45,8	46,7	16,7	13,3
ДК23	79,2	26,7	4,2	33,3	4,2	20,0	12,5	20,0	29,2	0,0	50,0	6,7	8,3	46,7	12,5	46,7
ДК24	83,3	80,0	16,7	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	75,0	20,0	20,8	40,0	4,2	33,3	0,0	6,7
ДК31	29,2	26,7	0,0	33,3	0,0	13,3	70,8	26,7	12,5	0,0	8,3	13,3	12,5	60,0	66,7	26,7
ДК32	41,7	20,0	12,5	33,3	33,3	46,7	12,5	0,0	20,8	0,0	37,5	0,0	29,2	86,7	12,5	13,3
ДК33	66,7	20,0	20,8	33,3	0,0	33,3	12,5	13,3	12,5	6,7	45,8	13,3	20,8	60,0	20,8	20,0
ДК34	58,3	33,3	12,5	33,3	8,3	26,7	20,8	6,7	12,5	0,0	45,8	40,0	12,5	53,3	29,2	6,7
ДК35	62,5	53,3	12,5	20,0	12,5	13,3	12,5	13,3	50,0	13,3	25,0	13,3	16,7	46,7	8,3	26,7
СДК	41,7	33,3	54,2	46,7	4,2	13,3	0,0	6,7	16,7	0,0	70,8	40,0	8,3	46,7	4,2	13,3

Діаграми зміни рівня сформованості окремих дослідницьких компетентностей подано у додатку Д. На рис. 4.8-4.11 відображено числові значення за 12-бальною шкалою рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики. Вибір пелюсткової діаграми надає можливість відобразити відмінності між рівнями сформованості як окремих компетентностей (чим далі від центру, тим рівень вище), так й системи в цілому (чим більше площа багатокутника, тим рівень вище).

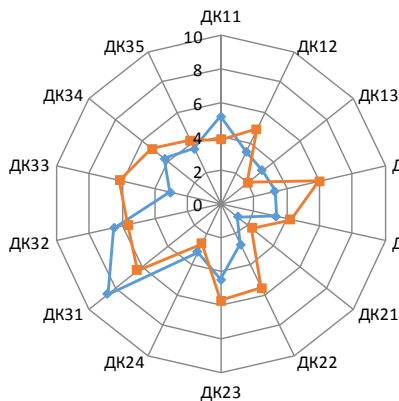


Рис. 4.8. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній (—◆—) та експериментальній (—■—) групах на початку формувального етапу педагогічного експерименту

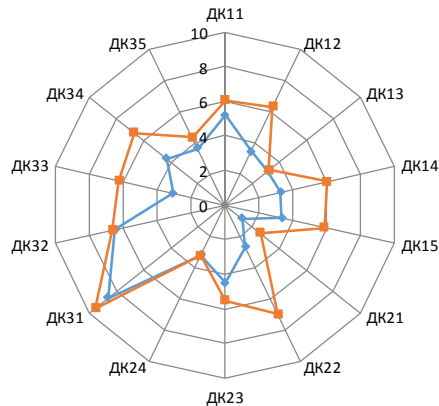


Рис. 4.9. Зміна рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на початку (—◆—) та наприкінці (—■—) формувального етапу педагогічного експерименту

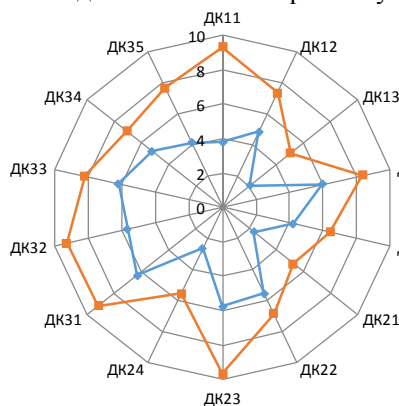


Рис. 4.10. Зміна рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи на початку (—◆—) та наприкінці (—■—) формувального етапу педагогічного експерименту

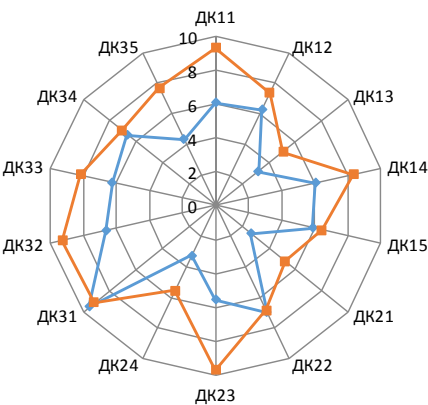


Рис. 4.11. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній (—◆—) та експериментальній (—■—) групах наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту

4.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формуального етапу педагогічного експерименту

Опрацювання результатів педагогічного експерименту та оцінка ефективності розробленої методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики здійснювалась методами математичної статистики. Оскільки задача полягала у виявленні відмінностей в розподілі певної ознаки (рівня сформованості дослідницьких компетентностей) при порівнянні двох емпіричних розподілів (учні контрольної та експериментальної груп), згідно [238, с. 71] доцільно скористатись U -критерієм Манна-Уїтні.

Вибір саме цього критерію зумовлено розміром вибірок та тим фактом, що дослідницькі компетентності жодного з учнів контрольної групи на початку формуального дослідження не були сформовані на поглибленому рівні, що унеможливує використання деяких критеріїв, які традиційно використовують в психолого-педагогічних дослідженнях (зокрема, кутового перетворення Фішера [238, с. 160]).

U -критерій Манна-Уїтні застосовується для перевірки ідентичності двох сукупностей. Об'єднуючи вибірки із двох сукупностей і групуючи їх значення в порядку зростання, обчислюються ранги. В результаті за формулою:

$$U = (n_1 \times n_2) + n_{\max} \frac{(n_{\max} + 1)}{2} - R_{\max},$$

де n_1 – обсяг вибірки 1 (кількість учнів в експериментальній групі);

n_2 – обсяг вибірки 2 (кількість учнів у контрольній групі);

n_{\max} – обсяг вибірки з більшою сумою рангів;

R_{\max} – більша з двох рангових сум;

формується статистика U , величина якої дозволяє зробити відповідний висновок.

Нульова гіпотеза H_0 полягає в тому, що сукупності рівномірні, тобто обидві вибірки обирались випадково і незалежно одна від одної із однієї генеральної сукупності. Результат буде значущим на рівні значущості α , якщо виконується нерівність

$$P(U \leq U_\alpha) = \alpha,$$

де U_α – таблична величина критерію Манна-Уїтні, яка відповідає рівню значущості α і об'ємам вибірок, які порівнюються.

Якщо умова $P(U \leq U_\alpha) = \alpha$ не виконується, то приймається альтернативна гіпотеза H_1 , яка полягає в тому, що на рівні значущості α маємо дві різні сукупності, тобто вибірки із різних генеральних сукупностей.

Для перевірки гіпотези дослідження за результатами оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей на початку і наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту було проведено статистичне опрацювання даних і перевірка гіпотези про значущість відмінностей у групах за рівнем сформованості системи дослідницьких компетентностей та кожної дослідницької компетентності окремо. Результати педагогічного експерименту були статистично опрацьовані за U -критерієм Манна-Уїтні. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються перетворенням Манна-Уїтні (може використовуватися за чисельності вибірок в межах від 3 до 60). Сформулюємо гіпотези:

H_0 : рівень сформованості дослідницьких компетентностей (чи конкретної дослідницької компетентності) у експериментальних групах не більше, ніж у контрольних;

H_1 : рівень сформованості дослідницьких компетентностей (чи конкретної дослідницької компетентності) у експериментальних групах більше, ніж у контрольних.

Після опрацювання даних отримаємо значення $U_{\text{емп}}$, наведені в таблицях Е.1-Е.12 (Додаток Е). Зокрема:

1) для рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 212$;

2) для рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 84$;

3) для рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 205$;

4) для рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 54$.

Критичні значення $U_{\text{кр}}$, які відповідають прийнятим у психолого-педагогічних дослідженнях рівням статистичної значущості, відповідно дорівнюють [238, с. 316-318]:

1) для обсягу вибірок $n_1=15$ (кількість учнів експериментальної групи), $n_2=24$ (кількість учнів контрольної групи): $U_{0,01} = 98$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 122$ (для $p \leq 0,05$);

2) для обсягу вибірок $n_1=15$ (кількість учнів експериментальної групи), $n_2=24$ (кількість учнів контрольної групи): $U_{0,01} = 98$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 122$ (для $p \leq 0,05$);

3) для обсягу вибірок $n_1=24$, $n_2=24$ (кількість учнів контрольної

групи): $U_{0,01} = 174$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 207$ (для $p \leq 0,05$);

4) для обсягу вибірок $n_1=15$, $n_2=15$ (кількість учнів експериментальної групи): $U_{0,01} = 56$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 72$ (для $p \leq 0,05$).

Тоді:

1) до проведення формувального етапу педагогічного експерименту справджується нерівність $U_{\text{емп}} > U_{\text{кр}}$, що дає нам підставу для прийняття нульової гіпотези H_0 та твердження про те, що до початку формувального етапу педагогічного експерименту різниця у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп є статистично незначущою $U_{\text{емп}} = 212 > 122 = U_{0,05}$ (рис. 4.12 а);

2) після проведення формувального етапу педагогічного експерименту справджується нерівність $U_{\text{емп}} < U_{\text{кр}}$, що дає нам підставу для відхилення нульової гіпотези H_0 та прийняття альтернативної гіпотези H_1 , що після формувального етапу педагогічного експерименту різниця у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп є статистично значущою. Ураховуючи, що $U_{\text{емп}} = 84 < 98 = U_{0,01}$, отримаємо результат: достовірність відмінностей у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після формувального етапу педагогічного експерименту складає 0,99 (рис. 4.12 б);

3) при перевірці рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи за час проведення формувального етапу педагогічного експерименту справджується нерівність $U_{0,01} < U_{\text{емп}} < U_{0,05}$, тобто ми не можемо з упевненістю ані прийняти, ані відхилити нульову гіпотезу H_0 , що свідчить про те, що підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи за час проведення формувального етапу педагогічного експерименту є недоведеним: $U_{\text{емп}} = 205 < 207 = U_{0,05}$, $U_{\text{емп}} = 205 > 174 = U_{0,01}$ (рис. 4.12 в);

4) при перевірці рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи за час проведення формувального етапу педагогічного експерименту справджується нерівність $U_{\text{емп}} < U_{\text{кр}}$, що дає нам підставу для відхилення нульової гіпотези H_0 та прийняття альтернативної гіпотези H_1 , що за час проведення формувального етапу педагогічного експерименту зміна у рівні сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи є статистично значущою. Ураховуючи, що $U_{\text{емп}} = 54 < 56 = U_{0,01}$, отримаємо результат: достовірність відмінностей у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів

експериментальної групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту складає 0,99 (рис. 4.12 з).

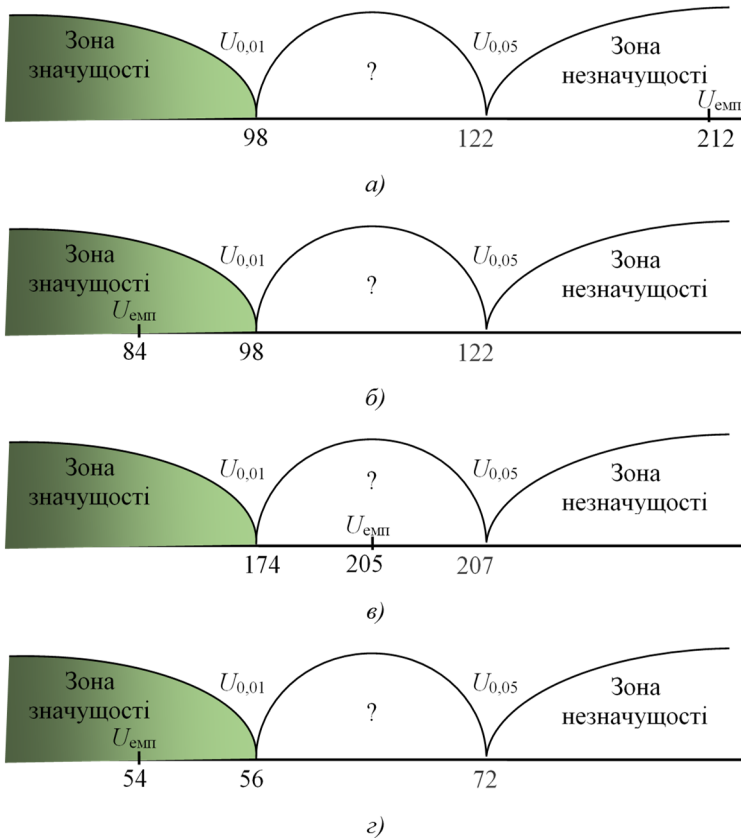


Рис. 4.12. Вісь значущості для U -критерію для КГ та ЕГ на початку формувального етапу педагогічного експерименту (а), для КГ та ЕГ наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту (б), для КГ на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту (в) та для ЕГ на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту (з)

Таким чином, можна стверджувати, що використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики забезпечує більш підвищення рівня сформованості відповідних дослідницьких компетентностей. Використання методів математичної статистики дозволяє стверджувати, що запропонована методика використання

хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики є ефективною.

У результаті теоретичного і експериментального дослідження була підтверджена правомірність гіпотези про те, що впровадження хмарних технологій у процес профільного навчання фізики сприятиме розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

Висновки до розділу 4

1. Дослідно-експериментальна робота з перевірки ефективності реалізації у освітньому процесі закладів загальної середньої освіти методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики проходила у три етапи: аналітико-констатувальний, проектувально-пошуковий та формувально-узагальнювальний.

Виявлені у результаті аналітико-констатувального етапу суперечності (між високим рівнем розвитку хмарних технологій підтримки наукових фізичних досліджень та неадаптованістю їх до використання у навчальних фізичних дослідженнях; між потребою у формуванні дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики та нерозробленістю системи таких компетентностей; між можливостями використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики та нерозробленістю відповідної методики) зумовили необхідність визначення структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та розробки моделі їх формування.

2. З метою оцінювання адекватності визначених на проектувально-пошуковому етапі структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики було проведено їх експертне оцінювання, за результатами якого було виявлено:

– внески кожної дослідницької компетентності та кожної групи компетентностей у систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики: компетентності підготовчого етапу дослідницької діяльності – 31,71 %, компетентності діяльнісного етапу дослідницької діяльності – 34,15 %, компетентності узагальнювального етапу дослідницької діяльності – 34,15 %;

– внески компонентів у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики:

когнітивного – 30,22 %, праксеологічного – 26,99 %, аксіологічного – 24,71 %, соціально-поведінкового – 18,08 %.

З метою оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики для кожної компетентності були побудовані відповідні матриці, у рядках кожної з яких відображені когнітивний, праксеологічний, аксіологічний та соціально-поведінковий критерії сформованості компетентності, у стовпцях – рівні сформованості компетентності (початковий, базовий, підвищений, поглиблений), а у комірках – показники сформованості компетентності на певному рівні та електронний журнал моніторингу дослідницьких компетентностей учнів як засіб фіксації рівня розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

3. Формувальний етап педагогічного експерименту з упровадження розробленої методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики передбачав у контрольних групах використання традиційних засобів ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень, у експериментальних групах – відповідних хмаро орієнтованих засобів. Після завершення експериментального навчання було виявлено, що у 16,67 % учнів контрольної групи дослідницькі компетентності сформовані на початковому рівні, у 70,83 % – на базовому рівні, у 8,33 % – на підвищеному та у 4,17 % – на поглибленому, в той час як в учнів експериментальної групи переважає підвищений та поглиблений рівні (46,67 % та 13,33 % відповідно), причому в 40 % учнів дослідницькі компетентності сформовані на базовому рівні, а учні з початковим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей відсутні взагалі.

4. Опрацювання результатів формувального етапу педагогічного експерименту та оцінка ефективності розробленої методики у процесі профільного навчання фізики здійснювалась методами математичної статистики. Оскільки задача полягала у виявленні відмінностей в розподілі певної ознаки (рівня сформованості дослідницьких компетентностей) при порівнянні двох емпіричних розподілів (учні контрольної та експериментальної груп), було використано U -критерій Манна-Уїтні.

За його допомогою було виявлено, що після формувального етапу педагогічного експерименту учні контрольної та експериментальної груп мають статистично значущі відмінності в рівні сформованості системи дослідницьких компетентностей ($U_{\text{емп}} = 84 < 98 = U_{0,01}$, достовірність відмінностей у рівнях сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після

формувального етапу педагогічного експерименту складає 0,99).

Також виявлено, що статистично значущою є зміна у рівні сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи за час проведення формувального етапу педагогічного експерименту ($U_{\text{emp}} = 54 < 56 = U_{0,01}$, достовірність відмінностей складає 0,99).

ВИСНОВКИ

У відповідності до поставленої мети в ході вирішення наукової проблеми використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики отримано такі **основні результати**: проведено теоретичний аналіз проблеми організації навчальних досліджень у профільному навчанні фізики; визначено структуру, зміст, критерії та рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики та розроблено модель їх формування; дібрані хмаро орієнтовані електронні освітні ресурси підтримки навчальних фізичних досліджень; розроблено модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики; розроблено основні компоненти методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики та експериментальним шляхом перевірено її ефективність.

Отримані результати дослідження дають підстави зробити **висновки**:

1. Елементи дослідницької діяльності притаманні більшості освітніх галузей, проте лише у навчанні природничих дисциплін дослідницьких підхід може бути реалізований у повному обсязі: сам процес навчального дослідження з фізики відображає процес творчого пізнання у фізиці як науці. При цьому етапи розвитку наукового мислення учнів у навчанні фізики в цілому відповідають послідовності розв'язування фізичних задач та етапам навчально-дослідницької діяльності учнів: підготовчому (отримання наукових фактів; узагальнення та систематизація наукових фактів; цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в них, створення проблемної ситуації; висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації; створення моделі), діяльнісному (перевірка адекватності моделі; обчислювальний експеримент; перенесення результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт; проведення експерименту з реальним об'єктом), узагальнювальному (формулювання висновків; презентація результатів; визначення напрямів подальших досліджень).

2. Головну мету профільного навчання фізики доцільно визначати через формування дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики. Розроблена модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики базується на компетентнісному підході до навчання та містить три компоненти:

1) цільовий компонент включає глобальну ціль формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, що визначається зовнішніми вимогами та конкретизується для кожної дослідницької компетентності за видами провідної діяльності; 2) процесуальний компонент відображає відкрите дослідницько орієнтоване середовище профільного навчання фізики, до складу якого входять учнівсько-групова, учительська та технологічна складова (методи навчання, форми організації навчання, система засобів навчання), через яку відбувається взаємодія суб'єктів навчання. Зв'язки між складовими процесуального компоненту моделі відображають різновиди навчальної комунікації між учителем та учнями, що відбувається за різних форм організації навчання різними методами навчання з використанням різних засобів навчання, а також самостійну навчальну діяльність учнів; 3) діагностично-результатний компонент включає в себе сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, диференційовану за чотирма рівнями (початковий, базовий, підвищений та поглиблений), критерії їх оцінювання (подані у матрицях компетентностей), процес та методи їх діагностики. Кінцевим результатом процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики має бути підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів. На всі три компоненти моделі впливають загальнодидактичні принципи навчання, принципи профільного навчання фізики та зміст профільного навчання фізики.

3. Сучасним засобом підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики є хмаро орієнтовані електронні освітні ресурси. Встановлено, що технологічною основою перетворення традиційних електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних фізичних досліджень на хмаро орієнтовані є віртуалізація: запам'ятовувальних пристроїв (з наданням доступу за моделлю Data as Service), обладнання (Hardware as Service), комп'ютера в цілому (Infrastructure as Service), системи програмних засобів (Platform as Service), «робочого столу» користувача (Desktop as Service) та інтерфейсу користувача конкретного програмного забезпечення (Software as Service). Обґрунтовано вибір провідних засобів хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики та встановлено, що їх комплексне використання всіх етапах навчального фізичного дослідження надає можливість формування 10 із 14 дослідницьких компетентностей. Показано, що у процесі формування решти дослідницьких компетентностей (здатностей до планування дослідження, користуватися засобами ІКТ для проектування

дослідницької діяльності, робити висновки з одержаних результатів та оцінювати правдоподібність результатів дослідження) засоби хмарних технологій відіграють допоміжну роль.

4. Розроблена модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики конкретизує форми організації навчальної діяльності з формування дослідницьких компетентностей (олімпіади, турніри юних фізиків, творчі та дослідницькі роботи, конференції, лабораторні роботи та практикуми, домашній фізичний експеримент, елективні та факультативні курси, профільні групи на базі ЗВО та наукові профільні школи МАН) та методи профільного навчання фізики, найбільш придатні для формування дослідницьких компетентностей учнів, серед яких виокремлено загальні (евристичний, дослідницький та проектний методи) та спеціальні (задачний, лабораторний та метод моделювання). Також конкретизовано основні (ПЗ моделювання фізичних процесів, віртуальні лабораторії, табличні процесори, системи комп'ютерної математики, статистичні пакети, ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо та редактори презентацій) та додаткові (ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо, мови програмування та бібліотеки, текстові процесори, лабораторні журнали, ПЗ управління проектами, віртуальні тренажери, засоби контент-аналізу, медіа-редактори тощо) засоби хмарних технологій формування дослідницьких компетентностей.

5. Методику використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики визначено як теоретично обґрунтовану сукупність методів і форм використання хмарних технологій, застосування якої у профільному навчанні фізики сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів. Методика описує: суб'єкти (учні старших класів, учитель фізики), об'єкти (засоби проведення навчальних досліджень з фізики), ціль (формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики), умови (профільне навчання фізики у спеціально побудованому навчальному середовищі), результат (підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів старших класів), засоби формування дослідницьких компетентностей, засоби моніторингу процесу їх формування та засоби діагностування рівня їх сформованості, форми організації та методи профільного навчання фізики.

Опрацювання результатів формувального етапу педагогічного експерименту з перевірки ефективності методики використання хмарних технологій як засобу їх формування у процесі профільного навчання

фізики підтвердило гіпотезу про те, що методично обґрунтоване впровадження хмарних технологій у процес профільного навчання фізики сприятиме розвитку дослідницьких компетентностей учнів, а отже, запропонована методика використання хмарних технологій як засобу їх формування у процесі профільного навчання фізики є ефективною.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів досліджуваної проблеми. Продовження наукового пошуку за даною проблематикою доцільне у таких напрямках: розробка хмаро орієнтованих електронних освітніх ресурсів підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики; проектування хмаро орієнтованого середовища профільного навчання фізики; розробка методичної системи навчання майбутніх учителів фізики з використанням засобів хмарних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aleksandrova A. Using video analysis to investigate conservation impulse and mechanical energy laws / Aleksandrija Aleksandrova, Nadezhda Nancheva // Methodologies and Tools of the Modern (e-) Learning : Supplement to the International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Volume 2/2008 / Krassimir Markov, Krassimira Ivanova, Iliia Mitov (ed.). – Sofia : FOI ITHEA, 2008. – (Information Science and Computing. Number 6). – P. 91-96.
2. Beichner R. J. Video Graph: A New Way to Study Kinematics / Robert J. Beichner, Michael J. DeMarco, David J. Etestad, and Edward Gleason // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood : Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 244-245.
3. Berners-Lee T. Information Management: A Proposal [Electronic resource] / Tim Berners-Lee. – March 1989. – Access mode : <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>.
4. Bothun G. D. Virtual Laboratory (University of Oregon) [Electronic resource] / Gregory Bothun, Sean Russell, Amy Hulse // Computers in Physics. – AIP Publishing. – January 1998. – Volume 12, Issue 1. – 2 p. – Access mode : <http://scitation.aip.org/deliver/fulltext/aip/journal/cip/12/1/1.168650.pdf>.
5. Branson R. K. Formative Evaluation Procedures Used in Designing a Multi-Media Physics Course : materials of Annual Meeting of the American Educational Research Association / Robert K. Branson. – New York, February 1971. – 20 p.
6. Branson R. K. Interservice Procedures for Instructional Systems Development. Executive Summary and Model : Final rept. 25 Jun 1973-31 Dec 1975 / Robert K. Branson, Gail T. Rayner, J. Lamarr Cox, John P. Furman, F. J. King. – Tallahassee : Florida State University, Center for Educational Technology. – 1975. – 185 p.
7. Brungardt J. B. Influence of interactive videodisc instruction using simultaneous-time analysis on kinematics graphing skills of high school physics students / John B. Brungardt, Dean Zollman // Journal of Research in Science Teaching. – 1995. – October. – Volume 32, Issue 8. – P. 855-869.
8. Bryan J. A. Investigating the conservation of mechanical energy using video analysis: four cases / J. A. Bryan // Physics Education. – 2010. – No 4. – P. 50-57.
9. Cailliau R. WWW and More [Electronic resource] / Robert Cailliau //

- From Physics to Daily Life: Applications in Informatics, Energy, and Environment / Editor : B. Bressan. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2014. – Access mode : <https://books.google.com.ua/books?id=1PVjBAAAQBAJ>.
10. Campbell L. M. Learning Object Metadata (LOM) [Electronic resource] / Lorna Campbell // DCC | Digital Curation Manual / Editors : Seamus Ross, Michael Day. – August 2007. – 38 p. – Access mode : <http://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/resource/curation-manual/chapters/learning-object-metadata/learning-object-metadata.pdf>.
 11. Carlson E. H. An Example of «Task Management» in Constructing a Computer Program / Edward H. Carlson // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood : Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 400-402.
 12. CERN openlab Whitepaper on Future IT Challenges in Scientific Research [Electronic resource] / CERN openlab. – May 2014. – 56 p. – Access mode : http://openlab.web.cern.ch/sites/openlab.web.cern.ch/files/technical_documents/CERNopenlabWhitepaperonFutureICTChallengesinScientificResearchV1.3.pdf.
 13. Checinski M. P. Using FireFly in Education and Research at Home [Electronic resource] / M. Checinski. – 34 p. – Access mode : <http://classic.chem.msu.su/gran/gamess/marek/en/docs/PCG-Tutorial-Usage.pdf>.
 14. Coach 6.7 | CMA-science [Electronic resource] // CMA. – 14-06-2015. – Access mode : <http://cma-science.nl/news/coach-6-7>.
 15. Computer Physics Communications Program Library [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.cpc.cs.qub.ac.uk>.
 16. Criteria for Academic Bachelor's and Master's Curricula [Electronic resource] / A. W. M. Meijers, C. W. A. M. van Overveld, J. C. Perrenet with the co-operation of V. A. J. Borghuis and E. J. P. J. Mutsaers. – Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2005. – 23 p. – Access mode : <https://pure.tue.nl/ws/files/2008910/591930E.pdf>.
 17. DataPoint Video Analysis Software [Electronic resource] // Glenn A. Carlson. – 10/2/2011. – Access mode : <http://web.archive.org/web/20130611030738/http://www.xannah.org/datapoint/>.
 18. Education for Life and Work : Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century : Report Brief : July 2012 [Electronic resource] / Board on Testing and Assessment, Board on Science Education. – Washington : National Academies Press, 2012. – 4 p. – Access mode : <http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webp>

- age/dbasse_070895.pdf.
19. Esquembre F. Computers in Physics Education [Electronic resource] / Francisco Esquembre // Computer Physics Communications. – Amsterdam : North-Holland, 1 august 2002. – Vol. 147, Issue 1. – P. 13-18. – Access mode : <http://colos.inf.um.es/DiseGrafSimula/Docs/Article%20Esquembre.pdf>.
 20. Facione P. A. Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction : Executive Summary «The Delphi Report» / Peter A. Facione. – Millbrae : The California Academic Press, 1990. – 19 p.
 21. Fadel C. Twentyfirst Century Skills and Competencies / Charles Fadel, Bernie Trilling // Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables / Editor : Norbert M. Seel. – New York : Springer, 2012. – P. 3353-3356.
 22. Fishman A. HVX: Virtualizing the Cloud [Electronic resource] / Alex Fishman, Mike Rapoport, Evgeny Budilovsky, Izik Eidus // HotCloud '13 : the 5th USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing. – San Jose, June 25-26, 2013. – 6 p. – Access mode : <http://0b4af6cdc2f0c5998459-c0245c5c937c5dedcca3f1764ecc9b2f.r43.cf2.rackcdn.com/11552-hotcloud13-fishman.pdf>.
 23. Gonczi A. The Competency Model / A. Gonczi, P. Hager // International Encyclopedia of Education. 3rd edition / Editors-in-Chief : Penelope Peterson, Eva Baker and Barry McGaw. – Vol. 8. – Oxford : Elsevier, 2010. – P. 403-410.
 24. Google | Open Online Education [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.google.com/edu/openonline/course-builder/index.html>.
 25. Google App Engine Documentation [Electronic resource] / Google // Google Cloud Platform. – May 18, 2016. – Access mode : <https://cloud.google.com/appengine/docs>.
 26. Greenberger M. The Computers of Tomorrow [Electronic resource] / Martin Greenberger // The Atlantic Monthly. – 1964. – Vol. 213. – No 5, May. – P. 63-67. – Access mode : <http://www.theatlantic.com/past/docs/unbound/flashbks/computer/greenbf.htm>.
 27. IEEE 1484.12.1-2002 – Draft Standard for Learning Object Metadata [Electronic resource] / Institute of Electrical and Electronics Engineers. – New York, 15 July 2002. – 44 p. – Access mode : http://129.115.100.158/txor/docs/IEEE_LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf.
 28. Jones B. Grid and Cloud [Electronic resource] / Bob Jones // Report on Colloquium «From Physics to Daily Life» / Chaired by Beatrice Bressan.

- CERN, Zurich, 26 September 2014. – 25 p. – Access mode : http://openlab.web.cern.ch/sites/openlab.web.cern.ch/files/presentations/Grid_and_Cloud.pdf.
29. KCS Motion [Electronic resource] // Greg Mason. – Access mode : <http://fac-staff.seattleu.edu/mason/web/kcs/index.htm>.
 30. Kimel J. D. Microcomputer-Based Integrated Statistics, Analysis, and Graphics Software for Introductory Physics Laboratories / J. D. Kimel // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood : Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 251-253.
 31. Kiv A. E. The overview of software for computer simulations in profile physics learning [Electronic resource] / Arnold E. Kiv, Olexandr V. Merzlykin, Yevhenii O. Modlo, Pavlo P. Nechypurenko, Iryna Yu. Topolova // Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev. – P. 352-362. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2433). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper23.pdf>
 32. Kiv A. E. CTE 2018 – How cloud technologies continues to transform education [Electronic resource] / Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev, Serhiy O. Semerikov // Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev. – P. 1-19. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2433). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper00.pdf>
 33. Kouwenhoven W. Competence-based Curriculum Development in Higher Education: a Globalised Concept? / Wim Kouwenhoven // Technology Education and Development / Edited by Aleksandar Lazinica and Carlos Calafate. – [Rijeka] : InTech, 2009. – P. 1-22.
 34. Lafuze J. E. Providing a shorter path using distance education to enhance access / Joan Esterline Lafuze // Quick Hits for Teaching with Technology: Successful Strategies by Award-Winning Teachers / Editors : Robin K. Morgan, Kimberly T. Olivares. – Indiana : Indiana University Press, 2012. – P. 35-37.
 35. Laws P. W. Visual Photogate Timing and Graphical Data Analysis / Priscilla Laws and John Luetzelschwab // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood :

- Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 240-241.
36. Learning Objects Repository [Electronic resource]. – [16 березня 2014]. – Access mode : <http://lor.ccjournals.eu>.
 37. Learning Tools Interoperability [Electronic resource] / IMS Global Learning Consortium Inc. – 2001-2016. – Access mode : <http://www.imsglobal.org/toolsinteroperability2.cfm>.
 38. Logger Pro [Electronic resource] // Vernier Software & Technology. – 2016. – Access mode : <http://www.vernier.com/products/software/lp>.
 39. Markova O. M. Implementation of cloud service models in training of future information technology specialists [Electronic resource] / Oksana M. Markova, Serhiy O. Semerikov, Andrii M. Striuk, Hanna M. Shalatska, Pavlo P. Nechypurenko, Vitaliy V. Tron // Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev. – P. 499-515. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2433). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper34.pdf>
 40. Measurement in Motion – Learning in Motion [Electronic resource] // Learning in Motion. – 2008. – Access mode : <http://www.learninginmotion.com/products/measurement/index.html>.
 41. Mell P. The NIST Definition of Cloud Computing : Recommendation of the National Institute of Standards and Technology [Electronic resource] / Peter Mell, Timothy Grance. – Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, September 2011. – III, 3 p. – (Special Publication 800-415). – Access mode : <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.
 42. Merzlykin O. V. Developing of Key Competencies by Means of Augmented Reality at CLIL Lessons [Electronic resource] / Olexandr V. Merzlykin, Iryna Yu. Topolova, Vitaliy V. Tron // Augmented Reality in Education : Proceedings of the 1st International Workshop (AREdu 2018). Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev. – P. 41-52. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2257). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper05.pdf>
 43. Merzlykin O. V. Developing of Key Competencies by Means of Augmented Reality in Science and Language Integrated Learning [Electronic resource] / Olexandr Merzlykin, Iryna Topolova // ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer 2018 : Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial

- Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference (ICTERI, 2018). Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018 / Edited by : Vadim Ermolayev, Mari Carmen Suárez-Figueroa, Vitaliy Yakovyna, Vyacheslav Kharchenko, Vitaliy Kobets, Hennadiy Kravtsov, Vladimir Peschanenko, Yaroslav Prytula, Mykola Nikitchenko, Aleksander Spivakovsky. – P. 465-468. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2105). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2105/10000465.pdf>
44. Misner Ch. W. Spreadsheets in Research and Instruction / Charles W. Misner // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood : Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 382-398.
 45. Nave C. R. Laboratories in Sound Analysis Using Fast Fourier Transforms / Carl R. Nave, Darrell L. Bell // The Conference on Computers in Physics Instruction : Proceedings (Raleigh, North Carolina, August 1-5, 1988) / Edited by Edward F. Redish and John S. Risley. – Redwood : Addison-Wesley Publishing Company, The Advanced Book Program, 1990. – P. 236-237.
 46. Open Archives Initiative [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.openarchives.org>.
 47. Open Source Physics [Electronic resource]. – 2003-2016. – Access mode : <http://www.opensourcephysics.org>.
 48. P21 Framework Definitions [Electronic resource] / The Partnership for 21st Century Skills. – 2009. – 9 p. – Access mode : http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf.
 49. Physics ToolKit Version 6.0 [Electronic resource] // Robert A. Carlson. – 1994-2011. – Access mode : <https://web.archive.org/web/20140105050557/http://www.physicstoolkit.com/>.
 50. Rodriguez B. Advanced Physic Using Handhelds [Electronic resource] / Bill Rodriguez // Palm™ Education Pioneers Program : Final Evaluation Report / Prepared by : Phil Vahey, Valerie Crawford. – Palm. – P. 43. – Access mode : http://palmgrants.sri.com/PEP_Final_Report.pdf.
 51. Semerikov S. O. Computer Simulation of Neural Networks Using Spreadsheets: The Dawn of the Age of Camelot [Electronic resource] / Serhiy O. Semerikov, Illia O. Teplytskyi, Yuliia V. Yechkalo, Arnold E. Kiv // Augmented Reality in Education : Proceedings of the 1st International Workshop (AREdu 2018). Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018 / Edited by : Arnold E. Kiv, Vladimir N. Soloviev. – P. 122-147. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2257). – Access

- mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper14.pdf>
52. Shyshkina M. P. Cloud Computing-An Advanced E-Learning Platform of School Education / Shyshkina Mariya // 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). – Piestany, 2011. – P. 21-23.
 53. Siegle D. Cloud Computing: A Free Technology option to Promote Collaborative learning / Del Siegle // Gifted Child Today. – 2010. – Fall. – Vol. 33, No 4. – P. 41-45.
 54. Simulation programs for physics education using virtual reality technique / Jong-Heon Kim, Sang-Tae Park, Heebok Lee, Keun-Cheol Yuk, Heeman Lee // Teaching and Learning of Physics in Cultural Contexts : Proceedings of the International Conference on Physics Education in Cultural Contexts / Editor : Park Yunebae. – World Scientific Pub Co Inc, 2004. – P. 401-408.
 55. The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary [Electronic resource] / OECD. – 2005. – 20 p. – Access mode : <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>.
 56. The Learning Object Metadata standard [Electronic resource] / Learning Object Metadata, WG12 // IEEE Learning Technology Standards Committee. – 2005-05-01. – Access mode : <https://web.archive.org/web/20060702121013/http://ieeeltsc.org/wg12LOM/lomDescription>.
 57. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting [Electronic resource] / Edited by : Carl Lagoze, Herbert Van de Sompel, Michael Nelson, Simeon Warner. – 2015-01-08. – Access mode : <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm>.
 58. The Santa Fe Convention for the Open Archives Initiative [Electronic resource] / [Open Archives Initiative]. – February 15th 2000. – Access mode : http://www.openarchives.org/sfc/sfc_entry.htm.
 59. Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education [Electronic resource] / Douglas Brown. – 2016. – Access mode : <http://physlets.org/tracker/>.
 60. Trilling B. 21st Century Skills : Learning for Life in Our Times / Bernie Trilling, Charles Fadel. – San Francisco : Jossey-Bass, 2009. – XXXIV, 206 p.
 61. Van de Sompel H. The Santa Fe Convention of the Open Archives Initiative [Electronic resource] / Herbert Van de Sompel, Carl Lagoze // D-Lib Magazine. – February 2000. – Volume 6, Number 2. – Access mode : <http://www.dlib.org/dlib/february00/vandesompel-oai/02vandesompel-oai.html>.
 62. Video content analysis [Electronic resource]. – 11 January 2016. – Access mode : <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=>

- Video_content_analysis&oldid=699259055#cite_note-KINECT-1.
63. VideoPoint: Physics Fundamentals [Electronic resource] / Lenox Softworks. – Access mode : <https://web.archive.org/web/20160308172253/http://vpfundamentals.com/>.
 64. Weyer S. A. As We May Learn / Stephen A. Weyer // Learning Tomorrow : Journal of the Apple Education Advisory Council / Managing Editors : Sueann Ambron, Kristina Hooper. – Cupertino : Apple Computer, Spring 1987. – [vol.] 3 : Multimedia in Education : Proceedings of an Invitational Conference on Multimedia in Education (Cupertino, California, June 19-20, 1986). – P. 89-109.
 65. Yankelovich N. Issues in Designing a Hypermedia Document System: The Intemedia Case Study / Nicole Yankelovich, Karen E. Smith, L. Nancy Garrett, Norman Meyrowitz // Learning Tomorrow : Journal of the Apple Education Advisory Council / Managing Editors : Sueann Ambron, Kristina Hooper – Cupertino : Apple Computer, Spring 1987. – [vol.] 3 : Multimedia in Education : Proceedings of an Invitational Conference on Multimedia in Education (Cupertino, California, June 19-20, 1986). – P. 35-87.
 66. Абдулов Р. М. Использование интерактивных средств в процессе развития исследовательских умений учащихся при обучении физике : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень общего образования) / Абдулов Рашид Минаихметович ; Уральский государственный педагогический университет. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.
 67. Абдурахманов С. Д. Дидактические основы проведения самостоятельных комплексных исследовательских работ учащихся сельских средних школ по физике (на примере Республики Дагестан) : автореф. дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, 13.00.02 – теория и методика обучения физики / Абдурахманов Селим Давудович ; Институт общего среднего образования РАО. – М., 1998. – 32 с.
 68. Александрова Н. А. Развитие исследовательских компетенций учащихся средствами историко-родословного краеведения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (социальная работа) / Александрова Наталья Анатольевна ; Учреждение Российской академии образования «Институт социальной педагогики». – М., 2011. – 211 с.
 69. Алексанян Г. А. Формирование самостоятельной деятельности студентов СПО в обучении математике с использованием облачных технологий : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика

- обучения и воспитания (математика) / Алексанян Георгий Ашотович ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Армавирская государственная педагогическая академия». – Армавир, 2014. – 150 с.
70. Алибекиан М. Педагогические условия развития исследовательской компетентности учащихся в системе начального профессионального образования : на материалах Исламской Республики Иран : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Моджтаба Алибекиан ; Таджикский государственный педагогический университет им. Садрриддина Айни. – Душанбе, 2013. – 22 с.
71. Альникова Т. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся на элективных курсах по физике : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика в общеобразовательной и высшей школе) / Альникова Татьяна Владимировна ; Томский государственный педагогический университет. – Томск, 2007. – 23 с.
72. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности : дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 – теория и история педагогики (в обучении естественным предметам) / Андреев Валентин Иванович ; Казанский ордена Трудового Красного Знамени государственный педагогический институт. – Казань, 1983. – 453 с.
73. Аринбеков Т. И. Исследовательская деятельность студентов педвузов в процессе решения планиметрических задач на построение как средство формирования творческого мышления : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень профессионального образования) / Аринбеков Турлыбек Ислямович ; Омский государственный педагогический университет. – Омск, 2003. – 232 с.
74. Атаманчук П. С. Основи впровадження інноваційних технологій навчання фізиці : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, Н. Л. Сосницька ; Кам'янець-Подільський державний університет. – Кам'янець-Подільський : Абетка-Нова, 2007. – 200 с.
75. Байрамгулова Л. Я. Проблемное обучение как средство формирования исследовательских умений учащихся / Байрамгулова Л. Я. // Современная педагогика и психология проблемы и тенденции развития : материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием : Чебоксары, 28 февраля 2011 г. ; гл. ред. А. Н. Ярутова. –

- Чебоксары : Учебно-методический центр, 2011. – С. 12-15.
76. Биков В. Ю. ИКТ-аутсорсинг і нові функції ИКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ [Електронний ресурс] / Биков Валерій Юхимович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – № 4 (30). – 29 с. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/717/529>.
 77. Биков В. Ю. Інноваційні інструменти та перспективні напрями інформатизації освіти / В. Ю. Биков // Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи : збірник матеріалів III міжнародної науково-практичної конференції (12-14 листопада 2012 р.). Вип. 3. Ч. 1 / Редкол. : М. М. Козяр, І. А. Зязюн, Н. Г. Ничкало. – Київ ; Львів : Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2012. – С. 14-26.
 78. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / В. Ю. Биков. – К. : Атіка, 2009. – 684 с.
 79. Биков В. Ю. Проблеми інформаційної культури молодших школярів : (матеріали із засід. круглого столу) // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2001. – №6. – С. 22.
 80. Бібік Н. М. Компетенції / Н. М. Бібік // Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 409-410.
 81. Бібік Н. М. Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті / Н. М. Бібік // Український педагогічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 47-58
 82. Бібік Н. М. Профільне навчання / Н. М. Бібік // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 743-745.
 83. Бойкова А. Е. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень общего образования) / Бойкова Анна Евгеньевна ; Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2010. – 211 с.
 84. Болгова Е. В. Автоматизация процесса разработки виртуальных лабораторий на основе облачных вычислений : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (образование) / Болгова Екатерина Владимировна ; [Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики]. – Санкт-Петербург, 2012. – 18 с.

85. Боровік О. М. Підготовка вчителя фізики до проектування інформаційно-навчальних середовищ / Боровік О. М. // Інформаційні технології в освіті : збірник наукових праць. – 2010. – Вип. 6. – С. 195-202.
86. Бугайов О. І. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі (проект) / Олександр Бугайов // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 6. – С. 6-13.
87. Бузько В. Л. Використання ІКТ для реалізації наступності у формуванні пізнавального інтересу до фізики учнів основної школи [Електронний ресурс] / В. Л. Бузько // Восьма міжнародна конференція «Нові інформаційні технології в освіті для всіх: безперервна освіта» (ІТЕА-2013). 26-27 листопада 2013 р. Київ, Україна. – Режим доступу: <http://itea-conf.org.ua/2013/229>.
88. Бургун І. В. Теоретико-методичні засади розвитку навчально-пізнавальних компетенцій учнів основної школи в навчанні фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Бургун Ірина Василівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2015. – 42 с.
89. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения / Гради Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519 с.
90. Вагіс А. І. Методичні засади застосування дидактичних засобів у навчанні фізики в класах природничого профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Вагіс Алла Іванівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 20 с.
91. Васильева И. В. Проектная и исследовательская деятельность учащихся как средство реализации компетентностного подхода при обучении физике в основной школе : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Васильева Ирина Васильевна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2008. – 245 с.
92. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) [250000 слів] / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К. ; Ірпінь : Перун, 2005. – 1728 с.
93. Величко С. П. Розвиток фізичного експерименту засобами комп'ютерних технологій / С. П. Величко, Л. В. Величко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. – Випуск 10 : Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет,

- інформаційно-видавничий відділ, 2004. – С. 144-147.
94. Вербицький В. В. Дослідницька компетентність старшокласників як засіб формування особистості / В. В. Вербицький // Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал : матеріали звіт. наук.-практ. конф. Ін-ту проблем виховання НАПН України за 2011 рік / [За ред. О. В. Сухомлинської, І. Д. Беха, Г. П. Пустовіта, О. В. Мельника ; літ. ред. І. П. Білоцерківець]. – Івано-Франківськ : Типовіт, 2012. – Вип. 2. – С. 43-47.
 95. Войтович І. С. Використання міжпредметних зв'язків в умовах профільного навчання фізики для формування пізнавальних умінь учнів / І. С. Войтович, Ю. М. Галатюк, М. В. Остапчук // Наук. зап. Сер. Педагогіка і психологія / Вінниц. держ. пед. ун-т ім. М. Коцюбинського. – Вінниця, 2004. – № 11. – С. 91-94.
 96. Галатюк Ю. М. Лабораторні роботи природничо-наукового профілю : [Фізика у кл. природ.-наук. профілю] / Ю. Галатюк // Фізика. – 2004. – Трав. (№ 14). – Фізика-вкладка. – С. 1-8.
 97. Гармашов М. Ю. Формирование исследовательской компетентности учащихся средней школы при обучении физике на основе видеокomпьютерного эксперимента : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Гармашов Михаил Юрьевич ; Волгоградский государственный социально-педагогический университет. – Волгоград, 2013. – 24 с.
 98. Глуходід М. В. Реалізація моделі SaaS в системі мобільного навчання інформатичних дисциплін / М. В. Глуходід, О. П. Ліннік, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк // Новітні комп'ютерні технології : матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції : Київ–Севастополь, 14–17 вересня 2010 р. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – С. 156-158.
 99. Гончаренко С. У. Дослідження наукове / С. У. Гончаренко // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 234-236.
 100. Гончаренко С. У. Експеримент психолого-педагогічний / С. У. Гончаренко // Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 253-255.
 101. Грищенко Н. В. Фізичні моделі в курсі «Основи комп'ютерного моделювання» / Н. В. Грищенко, Є. В. Чернов, С. О. Семеріков // Перша міжнародна науково-практична конференція «Методичні та організаційні аспекти використання мережі ІНТЕРНЕТ в закладах науки та освіти» (ІНТЕРНЕТ – ОСВІТА – НАУКА – 98) : матеріали

- конференції. – Том 2. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1998. – С. 341-348.
102. Гуменчук А. В. Інформаційна культура як чинник трансформації сучасної освіти : автореф. дис. ... канд. іст. наук : 26.00.01 – теорія та історія культури / Гуменчук Анатолій Васильович ; Київський національний університет культури і мистецтв. – К., 2011. – 16 с.
103. Давиденко А. А. Теоретичні та методичні засади розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Давиденко Андрій Андрійович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 31 с.
104. Данилов Д. О. Формирование системного мышления учащихся в процессе обучения физике на основе исследовательского метода : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика в общеобразовательной и высшей школе) / Данилов Денис Олегович ; Томский государственный педагогический университет. – Томск, 2007. – 23 с.
105. Дем'яненко В. Б. Методика організації фізико-математичної дослідницької діяльності учнів Малої академії наук України з використанням мережних електронних майданчиків : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Дем'яненко Валентина Борисівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2015. – 22 с.
106. Дементьева Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при выполнении домашнего физического эксперимента : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Дементьева Елена Сергеевна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2010. – 218 с.
107. Дементьева И. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся старших классов : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Дементьева Инга Валерьевна ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск, 2013. – 27 с.
108. Демонстраційний фізичний експеримент [Електронний ресурс] // 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. проф. Савченка В. Ф. – Чернігів : Чернігівський державний педагогічний університет

- ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – Режим доступу : <http://fizmet.org/L6.htm>.
109. Державна цільова соціальна програма підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року : постанова Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. №561 // Офіційний вісник України. – 10.06.2011. – № 41. – С. 72, стаття 1675, код акту 56810/2011.
 110. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005, IDT). – Видання офіційне. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – V, 29 с. – (Національний стандарт України).
 111. Єрмакова Н. О. Розвиток предметної компетентності учнів основної і старшої школи у процесі навчальної практики з фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Єрмакова Наталія Олександрівна ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2012. – 20 с.
 112. Єчкало Ю. В. Розвиток інтелектуальних здібностей старшокласників у процесі навчання фізики засобами комп'ютерного моделювання : дис. ... кандидата педагогічних наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Єчкало Юлія Володимирівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2012. – 279 с.
 113. Жалдак М. І. Формування інформаційної культури вчителя [Електронний ресурс] / Жалдак М. І., Хомік О. А. // The International Symposium "Computers in Europe. Past, Present and Future", Kyiv, October 5-9, 1998. – [30 листопада 1998]. – Режим доступу : <http://www.icfst.kiev.ua/Symposium/Proceedings/Galdak.doc>.
 114. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках фізики : посібник для вчителів / М. І. Жалдак, Ю. К. Набочук, І. Л. Семешук. – Костопіль : РОСА, 2005. – 228 с.
 115. Желюк О. М. Удосконалення навчального фізичного експерименту засобами сучасної електронної техніки : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання (фізики) / Желюк Олег Миколайович ; Рівненський державний педагогічний інститут. – Рівне, 1996. – 222 с.
 116. Жук Ю. О. Дослідницька компетентність у межах комп'ютерно орієнтованої діяльності старшокласника / Жук Ю. О. // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2012 рік : наукове видання / Інститут педагогіки. – К., 2013. – С. 89-90.
 117. Заболотний В. Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у

- формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Заболотний Володимир Федорович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 40 с.
118. Засекін Д. О. Методика навчання електродинаміки в профільній школі : автореф. дис. ... канд пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Засекін Дмитро Олександрович ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2014. – 20 с.
119. Зеер Э. Ф. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования / Э. Зеер, Э. Сыманюк // Высшее образование в России. – 2005. – № 4. – С. 23-30.
120. Золочевська М. В. Формування дослідницької компетентності учнів при вивченні інформатики : методичний посібник / Золочевська Марина Володимирівна ; Харківський гуманітарно-педагогічний інститут. – Харків, 2009. – 92 с.
121. Ишкова А. Э. Формирование адаптационных качеств выпускников профессионального лица : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Ишкова Алла Эдуардовна ; ГОУ ВПО «Кузбасская государственная педагогическая академия». – Новокузнецк, 2011. – 23 с.
122. Іваницька Н. А. Формування дослідницьких умінь учнів основної школи в процесі навчання фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Іваницька Наталія Анатоліївна ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2011. – 19 с.
123. Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика : статьи, выступления / П. Л. Капица. – М. : Наука, 1974. – 288 с.
124. Китайгородская Г. И. Подготовка учителя физики к системному проектированию образовательного процесса в условиях профильного обучения : дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Китайгородская Галина Ивановна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2012. – 533 с.
125. Клименко А. О. Формування інформаційної культури майбутніх педагогів у навчальній діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Клименко Анатолій Олегович ; Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2010. – 20 с.
126. Ковтунович М. Г. Стимулирование домашней экспериментально-

- исследовательской деятельности учащихся по физике (на материале курса физики VII-VIII классов) : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – методика преподавания физики / Ковтунович Марина Георгиевна ; Челябинский государственный педагогический институт. – Челябинск, 1994. – 21 с.
127. Кодикова Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений у учащихся основной школы при обучении физике : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения физике / Кодикова Елена Сергеевна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2000. – 220 с.
128. Колгатін О. Г. Теоретико-методичні засади проектування комп'ютерно орієнтованої системи педагогічної діагностики майбутніх учителів природничо-математичних спеціальностей : дис. ... доктора педагогічних наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Колгатін Олександр Геннадійович ; Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди. – Харків, 2011. – 486 с.
129. Комп'ютерні технології в експерименті з механіки / Юрій Литвинов, Євген Малець, Олена Мялова, Віктор Сергєєв // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. Випуск 82. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2009. – Частина 2. – С. 312-316.
130. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі : посібник / Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов ; НАПН України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К. : Педагогічна думка, 2011. – 151 с.
131. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи (Бібліотека з освітньої політики) / Міністерство освіти і науки України ; під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с.
132. Концепція профільного навчання в старшій школі : затв. рішенням колегії М-ва освіти і науки України від 25.09.03 № 10/12-2 / АПН України, Ін-т педагогіки ; уклад. : Л. Березівська, Н. Бібік, М. Бурда та ін. // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – 2003. – № 24. – С. 3-15.
133. Корсакова О. К. Принципи навчання / О. К. Корсакова // Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 713-714.
134. Котляров В. А. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в основной школе : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания:

- физика, общий и профессиональный уровни (педагогические науки) / Котляров Владимир Александрович ; Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск, 2004. – 189 с.
135. Кошечева Е. С. Развитие исследовательских умений учащихся на основе использования схмотехнического моделирования в процессе обучения физике : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень общего развития) / Кошечева Елена Сергеевна ; ГОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет». – Екатеринбург, 2003. – 219 с.
136. Кривенко Я. В. Формирование исследовательской компетентности старшеклассников в условиях профильной школы : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Кривенко Яна Васильевна ; Государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов «Тюменский областной государственный институт развития регионального образования». – Тюмень, 2006. – 190 с.
137. Кудін А. П. Педагогічні аспекти використання інтерактивних інформаційних технологій в дистанційному навчанні / А. П. Кудін, Г. В. Жабєєв // Фізика і астрономія в школі. – 2005. – № 3. – С. 28-29.
138. Кузьменко О. С. Організація нових робіт фізичного практикуму з оптики в умовах профільного навчання фізики в середній школі / О. С. Кузьменко, С. П. Величко // Збірник наукових праць Кам'янець-подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – Вип. 16 : Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції. – С. 31-34.
139. Куклев В. А. Становление системы мобильного обучения в открытом дистанционном образовании : дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Куклев Валерий Александрович ; Ульяновский государственный технический университет. – Ульяновск, 2010. – 515 с.
140. Кульчицький В. І. Формування фундаментальних фізичних понять в учнів профільних класів у процесі вивчення електродинаміки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика

- навчання (фізика) / Кульчицький Віктор Іванович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 20 с.
141. Кутовский Н. А. Развитие методов построения грид-сред и систем облачных вычислений для задач физики высоких энергий : дисс. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей / Кутовский Николай Александрович ; Объединенный институт ядерных исследований. – Дубна, 2014. – 125 с.
142. Лабораторні роботи з фізики [Електронний ресурс] // 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. проф. Савченка В. Ф. – Чернігів : Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – Режим доступу : <http://fizmet.org/L10.htm>.
143. Леонтович А. В. Программа краткосрочных курсов повышения квалификации для педагогов и работников образования «Исследовательская деятельность учащихся в системе общего и дополнительного образования детей» / А. В. Леонтович // Исследовательская работа школьников. – 2007. – № 3. – С. 149-172.
144. Леонтович А. В. Проектирование исследовательской деятельности учащихся : дисс. ... канд. психол. наук : 19.00.13 – психология развития, акмеология / Леонтович Александр Владимирович ; Институт педагогических инноваций Российской академии образования. – М., 2003. – 210 с.
145. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – М. : Педагогика, 1981. – 186 с.
146. Лещинський О. П. Розвиток змісту шкільного курсу фізики у Великій Британії, Німеччині та США (XIX – XX ст.) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки / Лещинський Олександр Петрович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2005. – 36 с.
147. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія / С. Г. Литвинова ; Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К. : Компрінт, 2016. – 354 с.
148. Ліннік О. П. Програма підтримка комп'ютерного моделювання засобами мови Python / Ліннік О. П., Семеріков С. О.,

- Теплицький І. О., Шокалюк С. В. // Інноваційні технології навчання в сучасній дидактиці вищої школи : матеріали Другої всеукраїнської науково-практичної конференції 13-16 березня 2007 р. – Полтава, 2007. – С. 57-58.
149. Маркова О. М. Хмарні технології навчання: витоки [Електронний ресурс] / Маркова Оксана Миколаївна, Семеріков Сергій Олексійович, Стрюк Андрій Миколайович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 46, № 2. – С. 29-44. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1234/916>.
150. Марченко О. А. Технологія вивчення теоретичного матеріалу з механіки у класах фізико-математичного профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Марченко Оксана Анатоліївна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2009. – 20 с.
151. Матвійчук О. В. Методичні засади реалізації принципу наступності навчання фізики у загальноосвітній і вищій технічній школі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Матвійчук Олексій Васильович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2016. – 20 с.
152. Ментова Н. О. Формування експериментальних умінь і навичок учнів у процесі вивчення електродинаміки в умовах сучасного освітнього середовища : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Ментова Наталія Олександрівна ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2009. – 20 с.
153. Мерзликін О. В. До визначення поняття «дослідницькі компетентності старшокласників з фізики» / Олександр Мерзликін // Наукові записки / Міністерство освіти і науки України, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка – Кіровоград, 2015. – Випуск 7. – Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – С. 192-197.
154. Мерзликін О. В. Дослідницькі ІКТ-компетенції старшокласників у процесі профільного навчання фізики [Електронний ресурс] / Мерзликін Олександр Володимирович // Педагогічні обрії : спецвипуск за матеріалами науково-практичної інтернет-конференції з проблеми «Інформаційні технології в навчальному процесі 2014». – 2015. – № 2 (80). – С. 48-51. – Режим доступу : <https://drive.google.com/file/d/0BzXzAlavBkWxbW5NY2w1Q3U0Wn>

M/view.

155. Мерзликін О. В. Дослідницькі компетентності з фізики старшокласників: структура, рівні, критерії сформованості / О. В. Мерзликін // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20 : Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – С. 42-46.
156. Мерзликін О. В. Дослідницькі компетентності з фізики учнів профільних класів у системі міжпредметних компетентностей / Мерзликін О. В. // Збірник матеріалів I Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2013» / За заг. ред. проф. Бикова В. Ю. та Спіріна О. М. – К. : ПТЗН НАПН України, 2014. – С. 90-94. – Режим доступу : http://conf.iitlt.gov.ua/Images/Files/zbirnyk_1_1401733089_file.zip.
157. Мерзликін О. В. Дослідницькі компетентності старшокласників з фізики / Мерзликін О. В. // Засоби і технології сучасного навчального середовища. Присвячується 85-річчю з дня народження Ковальова Івана Захаровича : матеріали науково-практичної конференції, м. Кіровоград, 22-23 травня 2015 року / Міністерство освіти і науки України, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Гомельський державний університет імені Ф. Скорини, Грузинський технічний університет, Кіровоградський ОШПО імені Василя Сухомлинського ; відповідальний редактор : С. П. Величко. – Кіровоград : Ексклюзив-Систем, 2015. – С. 135-136.
158. Мерзликін О. В. Експертне оцінювання програмного забезпечення для формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики / О. В. Мерзликін // Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю : збірник матеріалів X Міжнародної конференції / Міністерство освіти і науки України, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка ; [редкол. : П. С. Атаманчук (голов. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня-Рута», 2015. – С. 42-43.
159. Мерзликін О. В. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики [Електронний ресурс] / Мерзликін Олександр Володимирович,

- Мерзликін Павло Володимирович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 48. – № 4. – С. 58-87. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1268/944>.
160. Мерзликін О. В. Засоби хмарного середовища підтримки навчальних досліджень у курсі фізики / Мерзликін О. В. // Звітна наукова конференція. Присвячена 15-річчю Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 21 березня 2014 р. : матеріали наукової конференції / Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К. : ІТЗН НАПН України, 2014. – С. 184-187.
161. Мерзликін О. В. Модель використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики / О. В. Мерзликін // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – С. 41-45.
162. Мерзликін О. В. Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики / О. В. Мерзликін // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 118-122.
163. Мерзликін О. В. Можливості використання Google Classroom для реалізації хмарного середовища підтримки навчальних досліджень з фізики [Електронний ресурс] / Мерзликін Олександр Володимирович // Збірник матеріалів ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2014» (11 грудня 2014 року, Київ) / За заг. ред. проф. Бикова В. Ю. та Спіріна О. М. – К. : ІТЗН НАПН України, 2014. – С. 110-112. – Режим доступу : http://conf.iitlt.gov.ua/Images/Files/zb2014_compressed_1_1431603366_file.zip.
164. Мерзликін О. В. Навчальні дослідження у курсі фізики профільної школи: компетентнісний підхід / О. В. Мерзликін // Збірник наукових праць. Педагогічні науки / [редакційна колегія. : Барбіна Є. С. (відповідальний редактор) та ін.]. – Херсон : ХДУ, 2014. –

Випуск 66. – С. 157-163.

165. Мерзликін О. В. Наступність та неперервність формування дослідницьких компетентностей старшокласників та студентів у навчанні фізики / Олександр Мерзликін, Юлія Єчкало // Наукові записки / Міністерство освіти і науки України, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2014. – Випуск 6. – Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – С. 81-86.
166. Мерзликін О. В. Перспективи використання хмарних технологій у шкільному навчальному фізичному експерименті / О. В. Мерзликін // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 134.
167. Мерзликін О. В. Перспективи застосування Інтернет-орієнтованих технологій у навчальних дослідженнях у курсі фізики профільної школи / О. В. Мерзликін // Новітні комп'ютерні технології : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції : Севастополь, 11-14 вересня 2012 р. – К. : Мінрегіон України, 2012. – С. 117-118.
168. Мерзликін О. В. Перспективи побудови хмаро орієнтованого середовища підтримки фізичного навчального експерименту у профільній школі / Мерзликін О. В. // Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали наукової конференції. – Київ : ІТЗН НАПН України, 2013. – С. 18-20.
169. Мерзликін О. В. Перспективні хмарні технології в освіті / Мерзликін О. В., Семеріков С. О. // Хмарні технології в сучасному університеті (ХТСУ-2015) : матеріали доповідей науково-практичного семінару / Міністерство освіти і науки України, Черкаський державний технологічний університет, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. – Черкаси : ЧДТУ, 2015. – С. 31-33.
170. Мерзликін О. В. Програмне забезпечення відеоаналізу у навчальному фізичному експерименті / Мерзликін О. В. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова,

- наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 123-125.
171. Мерзликін О. В. Програмне забезпечення для формування дослідницьких компетентностей у профільному навчанні фізики : форма Google [Електронний ресурс] / [Олександр Володимирович Мерзликін] ; Physics Researches Workshop, Kryvyi Rih. – Kryvyi Rih, [2015]. – Режим доступу : <https://goo.gl/9mct0Q>.
172. Мерзликін О. В. Система дослідницьких компетентностей з фізики учнів старшої школи / О. В. Мерзликін // Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю : збірник матеріалів міжнародної Інтернет-конференції / Міністерство освіти і науки України, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка ; [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2014. – С. 34-35.
173. Мерзликін О. В. Система дослідницьких компетенцій для профільного навчання фізики : форма Google [Електронний ресурс] / [Олександр Володимирович Мерзликін] ; School No. 109 of Kryvyi Rih. – Kryvyi Rih, [2014]. – Режим доступу : <http://goo.gl/FpAvf5>.
174. Мерзликін О. В. Форми організації навчальних досліджень у профільному навчанні фізики / Мерзликін О. В. // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (26-28 червня 2014 року, м. Херсон) / Міністерство освіти і науки України, Херсонський державний університет, Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України, Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Барнакульський державний педагогічний університет (м. Барнаул, Росія), Барановицький державний університет (м. Барановичі, Білорусь), Akademia Pedagogiki Specjalnej w Warszawie ; укладач : В. Д. Шарко. – Херсон : ПП В. С. Вишемирський, 2014. – С. 69-70.
175. Мерзликін О. В. Формування дослідницьких компетентностей з фізики в умовах профільного навчання [Електронний ресурс] / Мерзликін О. В. // Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. 19 березня 2015 р. : матеріали наукової конференції / Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К. : ІТЗН НАПН України, 2015. – С. 118-120. – Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/165919/1/>

Tezy_conf_ІТ%D0%97%D0%9D_2015.docx.PDF.

176. Мерзликін О. В. Формування дослідницьких компетентностей старшокласників у позаурочному навчанні фізики / О. В. Мерзликін // Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки Ph. D. в ЄС : матеріали ІІ Всеукраїнського науково-практичного семінару / Інститут професійно-технічної освіти Національної академії педагогічних наук України ; [за заг. ред. В. О. Радкевич, Л. М. Петренко]. – Київ : ТОВ «ІМА-прес», 2016. – С. 59-62.
177. Мерзликін О. В. Хмаро орієнтовані електронні освітні ресурси підтримки навчальних фізичних досліджень [Електронний ресурс] / Мерзликін Олександр Володимирович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 49. – № 5. – С. 106-120. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1269/956>.
178. Мерзликін О. В. Хмаро орієнтовані засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики / О. В. Мерзликін // Вісник Черкаського університету. Серія педагогічні науки. – Черкаси : Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, 2016. – Вип. № 7. – С. 74-83.
179. Методика фізики як педагогічна наука, її зміст і завдання [Електронний ресурс] // 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 редакцією проф. Савченка В. Ф. – Чернігів : Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – Режим доступу : <http://fizmet.org/L1.htm>.
180. Мирский Э. М. Проблемное обучение и моделирование социальных условий научного творчества / Э. М. Мирский // Научное творчество / Институт истории естествознания и техники Академии наук СССР ; под ред. С. Р. Микулинского, М. Г. Ярошевского. – М. : Наука, 1969. – С. 405-412.
181. Митенева С. Ф. Нестандартные задачи по математике как средство развития творческих способностей учащихся : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Митенева Светлана Феодосьевна ; Вологодский государственный педагогический университет. – Вологда, 2005. – 204 с.
182. Мінтій І. С. Компетентнісний підхід: надбання та напрямки подальшої розробки / Мінтій І. С., Семеріков С. О. // Молодий

- науковець XXI століття : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Кривий Ріг, 17–18 листопада 2008 р.). – Кривий Ріг : Видавничий центр КТУ, 2008. – С. 18-20.
183. Мінтій І. С. Формування у студентів педагогічних університетів компетентностей з програмування на основі функціонального підходу : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Мінтій Ірина Сергіївна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2013. – 254 с.
184. Модло Є. О. Електронні таблиці як засіб навчання нейромережевого моделювання технічних об'єктів бакалаврів електромеханіки / Євгеній Олександрович Модло, Ілля Олександрович Теплицький, Сергій Олексійович Семеріков // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2015. – Том XIII. – Випуск 3 (37). – С. 182-196.
185. Морзе Н. В. Розвиток інтелектуальної активності учнів на основі задачного підходу під час навчання інформатики / Н. В. Морзе, В. П. Вембер, О. Г. Кузьмінська // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2008. – № 4. – С. 10-14.
186. Муравльов А. Д. Моделювання розподілу механічних напруг на сіючих поверхнях вібраційних машин / Андрій Дмитрович Муравльов, Олександр Володимирович Мерзликін // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018. – Том XVI. – С. 52-58.
187. Навчальні програми для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів : Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10-11 класи. Академічний рівень [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. – [К.], [2010]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/content/Освіта/fiz-ak.pdf>.
188. Навчальні програми для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів : Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10-11 класи. Профільний рівень [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. – [К.], [2010]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/content/Освіта/fiz-pr.pdf>.
189. Навчальні програми для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів : Програма для загальноосвітніх навчальних закладів суспільно-гуманітарного, філологічного, художньо-естетичного, технологічного та спортивного напрямів. Рівень стандарту [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки, молоді та

- спорту України. – [К.], [2010]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/content/Освіта/fizika.standart-10-11.pdf>.
190. Недодатко Н. Г. Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників : автореферат дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 – теорія навчання / Недодатко Наталя Григорівна ; Харківський державний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди. – Харків, 2000. – 22 с.
 191. Нестерова Е. А. Методика формирования исследовательской компетентности учащихся 8 класса средствами школьного геоэкологического краеведения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (география, уровень общего образования) / Нестерова Елена Анатольевна ; ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет». – Нижний Новгород, 2011. – 160 с.
 192. Нечипуренко П. П. Засоби Moodle для підтримки навчально-дослідницької діяльності у профільному навчанні фізики та хімії / Нечипуренко П. П., Мерзликін О. В. // Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 21-22 травня 2015 р.) : тези доповідей / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2015. – С. 56.
 193. Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні засоби формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії [Електронний ресурс] / Нечипуренко Павло Павлович, Семеріков Сергій Олексійович, Селіванова Тетяна Валеріївна, Шенаєва Тетяна Олексіївна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – № 6 (56). – С. 10-29. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1522/1117>.
 194. Нечипуренко П. П. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії : монографія / П. П. Нечипуренко, С. О. Семеріков, Л. І. Томіліна // Теорія та методика електронного навчання. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018. – Том IX. – Випуск 1 (9) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 350 с. : іл.
 195. Новая философская энциклопедия / под редакцией В. С. Стёпина : в 4-х томах. – Т. 2. – М. : Мысль, 2001. – 634 с.

196. Облачные технологии и образование : [монография] / Сейдаметова З. С., Абляимова Э. И., Меджитова Л. М., Сейтвелиева С. Н., Темненко В. А. / под общ. ред. З. С. Сейдаметовой. – Симферополь : ДИАЙПИ, 2012. – 204 с.
197. Образцов И. П. Методы и методология психолого-педагогического исследования / И. П. Образцов. – СПб. : Питер, 2004. – 268 с.
198. Оконь В. Основы проблемного обучения / В. Оконь. – М. : Просвещение, 1968. – 208 с.
199. Основні завдання навчання фізики в середній школі [Електронний ресурс] // 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 редакцією проф. Савченка В. Ф. – Чернігів : Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – Режим доступу : <http://fizmet.org/L3.htm>.
200. Пекелис В. Д. Маленькая энциклопедия о большой кибернетике / Виктор Пекелис. – М. : Детская литература, 1973. – 416 с.
201. Первышина В. П. Методика проведения физического практикума в классах с углубленным изучением физики с учетом уровней дифференциации : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Первышина Надежда Валерьевна ; Поморский государственный университет имени М. В. Ломоносова. – Архангельск, 2006. – 230 с.
202. Персональный компьютер в системе автоматизации физического эксперимента / Е. П. Велихов, И. Г. Персианцев, А. Т. Рахимов, Н. Н. Рой, А. В. Скурихин, О. А. Щербаков // Микропроцессорные средства и системы. – 1986. – № 1. – С. 34-36.
203. Плащевая Е. В. Методика формирования исследовательских умений в проектной деятельности у учащихся основной школы при изучении физики : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Плащевая Елена Викторовна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2009. – 187 с.
204. Поліщук О. П. GlowScript – хмарний засіб навчання комп'ютерного моделювання фізичних процесів / О. П. Поліщук, І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 142.
205. Поліщук О. П. Комп'ютерне моделювання у Web-середовищі / О. П. Поліщук, І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Комп'ютерне

- модельовання в освіті : матеріали VI Всеукраїнського науково-методичного семінару (Кривий Ріг, 12 квітня 2013 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 29-30.
206. Пометун О. І. Компетентнісний підхід – найважливіший орієнтир розвитку сучасної освіти / Олена Пометун // Рідна школа. – 2005. – № 1. – С. 65-69.
207. Пометун О. І. Теорія і практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіді зарубіжних країн / Пометун О. І. // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи (Бібліотека з освітньої політики) / Міністерство освіти і науки України ; під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – С. 16-24.
208. Пояснювальна записка // Збірник програм з профільного навчання для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика та астрономія. 10-12 класи. – Харків : Основа, 2010. – С. 3-19.
209. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс] : Постанова № 1392, Стандарт, План / Кабінет Міністрів України. – К., 23.11.2011. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-p>.
210. Про затвердження Концепції профільного навчання у старшій школі [Електронний ресурс] : Наказ № 1456 / Міністерство освіти і науки України. – К., 21 жовтня 2013 р. – 14 с. – Режим доступу : <http://old.mon.gov.ua/files/normative/2013-11-08/1681/1456.doc>.
211. Про затвердження нової редакції Концепції профільного навчання у старшій школі [Електронний ресурс] : Наказ № 854 / Міністерство освіти і науки України. – К., 11 вересня 2009 р. – Режим доступу : http://old.mon.gov.ua/images/newstmp/2009_1/11_09_1/nakaz_mon_854.doc.
212. Про затвердження Положення про дистанційне навчання [Електронний ресурс] : Наказ, Положення № 466 / Міністерство освіти і науки України. – К., 25.04.2013. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
213. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси [Електронний ресурс] : Наказ № 1060, Положення / МОНмолодьспорт України. – [К.], 01.10.2012. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12>.
214. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електронний ресурс] : Указ, Стратегія № 344/2013 / Президент України. – 25.06.2013. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>.
215. Пустовіт Г. П. Дослідницька діяльність дітей та учнівської молоді /

- Г. П. Пустовіт // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 236-237.
216. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике / В. Г. Разумовский ; Академия педагогических наук РСФСР. – М. : Просвещение, 1966. – 156 с.
217. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 2 изд., испр. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 479 с.
218. Ракитов А. И. Исследование научное [Электронный ресурс] / А. И. Ракитов // Большая советская энциклопедия : в 30 т. – М. : Советская энциклопедия, 1969-1978. – Т. 10 : Ива – Италики. – 1972. – Режим доступа : <http://www.вокабула.рф/энциклопедии/бсэ/исследование-научное>.
219. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : [монографія] / Раков С. А. – Харків : Факт, 2005. – 360 с.
220. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання інформатики / Раков Сергій Анатолійович ; Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди. – Харків, 2005. – 526 с.
221. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі / Ю. С. Рамський // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць / Редкол. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – Вип. 2. – С. 25–47.
222. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Рашевська Наталя Василівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 305 с.
223. Репета Л. М. Формирование информационно-исследовательской компетенции учащихся общеобразовательных учреждений : автореферат дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Репета Лариса Михайловна ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск, 2013. – 25 с.
224. Рибалко А. В. Система дослідницьких задач як засіб розвитку

- продуктивного мислення старшокласників у навчанні фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Рибалко Андрій Володимирович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 21 с.
225. Рибалко А. В. Системно-структурний аналіз навчального дослідження / Рибалко А. В., Галатюк Ю. М. // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки : збірник наукових праць / Чернігівський державний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка. – Випуск 65. – Чернігів, 2009. – С. 120-123.
226. Розв'язування задач з фізики [Електронний ресурс] // 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. проф. Савченка В. Ф. – Чернігів : Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка, 2003. – Режим доступу : <http://fizmet.org/L9.htm>.
227. Савченко О. Я. Особистісно орієнтоване навчання / О. Я. Савченко // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 626-627.
228. Салихов З. Б. Комплекс современных информационно-технических средств кабинета физики как условие повышения эффективности обучения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физике в общеобразовательной школе) (по педагогическим наукам) / Салихов Заурбек Багаутдинович ; Дагестанский институт повышения квалификации педагогических кадров. – М., 2003. – 200 с.
229. Сальник І. В. Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Сальник Ірина Володимирівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2016. – 40 с.
230. Свистунов О. Ю. Модельний експеримент як засіб формування наукових понять у старшокласників у процесі вивчення електродинаміки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Свистунов Олексій Юрійович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2008. – 20 с.
231. Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий : в 2 т. – Т. 1. – М. : НИИ школьных технологий, 2006. – 816 с. – (Энциклопедия образовательных технологий).

232. Сельдяев В. И. Развитие исследовательских умений учащихся при использовании компьютеров в процессе выполнения лабораторных работ на уроках физики : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения физике / Сельдяев Валерий Иванович ; Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 1999. – 207 с.
233. Семеріков С. О. До визначення поняття «методика використання ІКТ в освіті» / Семеріков С. О., Словак К. І., Мерзликін О. В. // Хмарні технології в сучасному університеті (ХТСУ-2015) : матеріали доповідей на науково-практичного семінару / Міністерство освіти і науки України, Черкаський державний технологічний університет, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. – Черкаси : ЧДТУ, 2015. – С. 46-47.
234. Семеріков С. О. Основи комп'ютерного моделювання у школі та педагогічному ВНЗ / Семеріков С. О., Теплицький І. О. // Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании «Инфотех-2004» : материалы международной научно-практической конференция, 20-25 сентября 2004 г. – Киев–Севастополь : НТО РЭС Украины, 2004. – С. 197-207.
235. Семеріков С. О. Роль, місце та зміст комп'ютерного моделювання в системі шкільної освіти / Семеріков С. О., Теплицький І. О. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. – № 9 (16). – С. 30-40.
236. Семещук І. Л. Формування основних понять механіки в курсі фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання фізики / Семещук Ігор Лаврентійович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2005. – 20 с.
237. Середовище підтримки навчальних досліджень з фізики [Електронний ресурс]. – [16 березня 2014]. – Режим доступу : <http://physics.ccjournals.eu>
238. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : Речь, 2003. – 350 с.
239. Сірик Е. П. Дидактичні основи розробки та використання сучасних джерел випромінювання у шкільному фізичному експерименті :

- автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Сірик Едуард Петрович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 20 с.
240. Скарбич С. Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач : учебное пособие / С. Н. Скарбич ; науч. ред. д-р пед. наук, проф. В. А. Далингер. – 2-е издание, стереотипное. – М. : Флинта, 2011. – 194 с.
241. Скарбич С. Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач в условиях личностно-ориентированного подхода : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень общего образования) / Скарбич Снежана Николаевна ; Омский государственный педагогический университет. – Омск, 2006. – 251 с.
242. Слепцов А. И. Обучение учащихся исследовательской деятельности по физике : на примере сельских школ Республики Саха (Якутия) : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Слепцов Афанасий Иванович ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2010. – 28 с.
243. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Словак Катерина Іванівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 291 с.
244. Слюсаренко В. В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Слюсаренко Віктор Володимирович ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2015. – 20 с.
245. Соколюк О. М. Розвиток контрольно-оцінювальних умінь старшокласників у процесі навчання фізики в умовах комп'ютерно орієнтованого середовища : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) / Соколюк Олександра Миколаївна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 18 с.

246. Соловійов В. М. Сучасні методи дослідження електронної структури та процесів переносу в наномолекулярних системах / Соловійов В. М., Мерзликін О. В. // Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах : матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Суми, 29 листопада 2017 р. / за ред. О. М. Завражної. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2017. – С. 68-70.
247. Соловійов В. М. Інструментальне забезпечення курсу комп'ютерного моделювання / В. М. Соловійов, С. О. Семеріков, І. О. Теплицький // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2000. – № 4. – С. 28-31.
248. Соловійов В. М. Методи математичного моделювання : лабораторний практикум з курсу / Соловійов В. М., Теплицький І. О., Семеріков С. О. – Видання 3-тє, виправлене. – Кривий Ріг–Черкаси, 2003. – 104 с.
249. Соловійов В. М. Основи комп'ютерного моделювання в середній школі та педагогічному вузі / Соловійов В. М., Семеріков С. О., Теплицький І. О. // Допрофесійна підготовка учнівської молоді в контексті реалізації цільової комплексної програми «Вчитель» : збірник науково-практичних матеріалів Всеукраїнської конференції в 3-х частинах. – Частина 2. – Дніпропетровськ, 1998. – С. 53-56.
250. Спиркин А. Г. Метод / А. Г. Спиркин // Философский энциклопедический словарь / Главная редакция : Л. Ф. Ильичев, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалев, В. Г. Панов. – М. : Советская энциклопедия, 1983. – С. 364-365.
251. Співаковський О. В. Проведення обчислювального експерименту засобами системи дистанційного вивчення курсу «Основи алгоритмізації та програмування» / О. В. Співаковський, Н. В. Осипова, М. С. Львов, К. В. Бакуменко // Інформаційні технології в освіті : зб. наук. пр. – 2010. – Вип. 6. – С. 11-22.
252. Спірін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою : [монографія] / О. М. Спірін ; за наук. ред. акад. М. І. Жалдака. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2007. – 300 с.
253. Спірін О. М. Формування інформаційної культури майбутнього вчителя // Формування виховних умінь майбутніх педагогів / За ред. О. А. Дубасенюк, А. В. Іванченка. – Житомир : ЖДПІ, 1996. – С. 253-259.
254. Справочник технического переводчика [Электронный ресурс] /

- Интенет. – 2009-2016. – Режим доступа : <http://intent.gigatran.com>.
255. Стадніченко С. М. Методика вивчення молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології в умовах профільного навчання : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Стадніченко Світлана Миколаївна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 20 с.
 256. Старовиков М. И. Формирование учебной исследовательской деятельности школьников в условиях информатизации процесса обучения : авторефер. дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Старовиков Михаил Иванович ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск, 2007. – 43 с.
 257. Стрюк А. М. Використання хмарних обчислень у комбінованому навчанні системного програмування / А. М. Стрюк, О. М. Туравініна // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2012) : Черкаси, 25-27 квітня 2012 р. – У 2 т. – Черкаси : ЧДТУ, 2012. – Т. 2. – С. 96-97.
 258. Сусь Б. А. Електронне представлення проблемних питань з фізики як засіб активізації навчання учнів профільної школи / Богдан Сусь, Наталія Мисліцька // Збірник наукових праць (педагогічні науки). – Херсон : ХДУ, 2010. – Вип. LIX. – С. 425-427.
 259. Таненбаум Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е издание. – СПб. : Питер, 2015. – 1120 с. – (Классика Computer Science).
 260. Таранова М. В. Учебно-исследовательская деятельность как фактор повышения эффективности обучения математике учащихся профильных классов : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания: математика, общий и профессиональный уровень образования (педагогические науки) / Таранова Марина Владимировна ; Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск, 2003. – 190 с.
 261. Теплицкий И. А. Создание 3D-моделей физических процессов в среде Python / Теплицкий И. А., Семериков С. А. // Дні науки : зб. тез доповідей : В 3 т. / Гуманітарний університет «ЗІДМУ», 27-28 жовтня 2005 ; ред. кол. В. М. Огаренко та ін. – Т. 2. – Запоріжжя : ГУ «ЗІДМУ», 2005. – С. 157-159.
 262. Теплицький І. О. «Віртуальний фізичний лабораторний практикум» як актуальна проблема сучасної дидактики / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Теорія та методика навчання математики, фізики,

- інформатики : збірник наукових праць. – Випуск 4 : В 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2004. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 414-421.
263. Теплицький І. О. Вивчення фрактальних кластерів за допомогою імітаційних комп'ютерних моделей / І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Збірник наукових праць Східноукраїнського державного університету. Серія «Машинобудування». – Луганськ : Видавництво Східноукраїнського державного університету, 1998. – С. 276-289.
264. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / І. О. Теплицький. – Кривий Ріг : КДПУ, 2010. – 264 с., іл.
265. Теплицький І. О. Задача про політ паперового літачка / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. – Випуск 11 : Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – С. 264-272.
266. Теплицький І. О. Комп'ютерна навчальна фізична гра «М'яка посадка» / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Наукові записки : збірник наукових статей Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – К. : НПУ, 2003. – Випуск LIII (53) – С. 347-355.
267. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання абсолютних та відносних рухів планет Сонячної системи / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна : Дидактика фізики і підручники фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. – Вип. 13. – С. 211-214.
268. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання визначальних фізичних експериментів / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті : збірник наукових праць / Відповід. ред. проф. В. М. Соловійов. – Кривий Ріг : КЕІ ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана», 2007. – С. 167-170.
269. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання механічних рухів у середовищі електронних таблиць / Ілля Теплицький, Сергій Семеріков // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 5. – С. 41-46.

270. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання рухів тіл в центральному полі зі змінним потенціалом / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. – Випуск 12 : Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2006. – С. 313-316.
271. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання рухів тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Серія № 2. Педагогічні науки : реалії та перспективи. Вип. 12 : зб. наук. праць / За ред. П. В. Дмитренка, В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – С. 319-328.
272. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання рухів тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / І. Теплицький, С. Семеріков // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2008. – № 1. – С. 85-95.
273. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання рухів тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / І. Теплицький, С. Семеріков // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2008. – № 5. – С. 89-97.
274. Теплицький І. О. Комп'ютерне моделювання руху тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. – Вип. 10 : Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2004. – С. 166-172.
275. Теплицький І. О. Методика ознайомлення школярів з поняттям фазового простору в курсі фізики / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету : Серія педагогічна. Вип. 9 : Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – С. 163-165.
276. Теплицький І. О. Моделювання за допомогою випадкових чисел / І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія

- педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – С. 248-252.
277. Теплицький І. О. На перехресті екології, математики, інформатики й фізики / І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 34-37.
278. Теплицький І. О. Необмежені можливості та можливі обмеження застосувань комп'ютера у фізичному лабораторному експерименті / Ілля Теплицький, Сергій Семеріков // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 2. – С. 47-49.
279. Теплицький І. О. Необмежені можливості та можливі обмеження застосувань комп'ютера у фізичному лабораторному експерименті / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 2. – С. 47-49.
280. Теплицький І. О. Психологічні умови ефективності творчої діяльності учнів з комп'ютерного моделювання / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Актуальні проблеми психології : Психологічна теорія і технологія навчання / За ред. С. Д. Максименка, М. Л. Смульсон. – К. : Міленіум, 2007. – Т. 8, вип. 3. – С. 95-109.
281. Теплицький І. О. Розвиток творчих здібностей засобами комп'ютерного моделювання: психолого-педагогічний аспект / Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Актуальні проблеми психології : Психологічна теорія і технологія навчання / За ред. С. Д. Максименка, М. Л. Смульсон. – К. : Міленіум, 2005. – Т. 8, вип. 1. – С. 225-232.
282. Теплицький І. О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Теплицький Ілля Олександрович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2001. – 234 с.
283. Теплицький О. І. Динамічне графічне об'єктно-орієнтоване моделювання в мультимедіа-середовищі мобільного навчання Squeak / О. І. Теплицький, І. О. Теплицький, С. О. Семеріков // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи

- навчання : зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – № 7 (14). – С. 49-54.
284. Теплицький О. І. Професійна підготовка учителів природничо-математичних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання: соціально-конструктивістський підхід : моногр. / О. І. Теплицький, І. О. Теплицький, С. О. Семеріков, В. М. Соловійов // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2015. – Том X. – Випуск 1 (10) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 278 с.
285. Технології використання мережевих ресурсів для підготовки молоді до дослідницької діяльності : моногр. / О. Ю. Буров, В. В. Камишин, Н. І. Поліхун, А. Т. Ашерев ; за ред. О. Ю. Бузова. – К. : Інформаційні системи, 2012. – 416 с.
286. Технології хмарних обчислень – провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти в Україні (Відповіді доктора технічних наук, професора, академіка НАПН України, лауреата Державної премії, заслуженого діяча науки і техніки України, директора Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України Валерія Юхимовича Бикова на запитання головного редактора науково-методичного журналу «Комп'ютер у школі та сім'ї» В. Д. Руденка) // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2011. – № 6(94). – С. 3-11.
287. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання інформатики / Юрій Васильович Триус ; Черкаський нац. ун-т ім. Богдана Хмельницького. – Черкаси, 2005. – 649 с.
288. Триус Ю. В. Система формування інформаційної культури студентів вищих навчальних закладів як важлива складова їх професійної підготовки / Триус Ю. В. // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. – Випуск 73. – Черкаси, 2005. – С. 122-130.
289. Триус Ю. В. Хмарні технології у професійній підготовці студентів комп'ютерних спеціальностей / Ю. В. Триус // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 147-148.
290. Туравініна О. М. Хмарні технології навчання студентів / О. М. Туравініна // Новітні комп'ютерні технології : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції : Севастополь, 11–14

- вересня 2012 р. – К. : Мінрегіон України, 2012. – С. 119-121.
291. Усова А. В. Формирование у учащихся учебных умений / А. В. Усова, А. А. Бобров. – М. : Знание, 1987. – 78, [2] с. – (Новое в жизни, науке, технике. Педагогика и психология ; 7/1987).
292. Ушаков О. А. Развитие исследовательской компетентности учащихся общеобразовательной школы в условиях профильного обучения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Ушаков Алексей Антонинович ; Адыгейский государственный университет. – Майкоп, 2008. – 190 с.
293. Ушакова О. В. Формирование исследовательской компетенции обучающихся средствами современных педагогических технологий в рамках учебной дисциплины Химия / Тамбовский областной институт повышения квалификации работников образования ; О. В. Ушакова. – Тамбов, 2010. – 43 с.
294. Федорук П. І. Система дистанційного навчання та контролю знань на базі Internet-технологій (на прикладі медичних вузів) : монографія / Павло Іванович Федорук ; Міністерство освіти і науки України ; Прикарпатський університет імені Василя Стефаника. – Івано-Франківськ : Плай, 2003. – 138 с.
295. Федосин М. С. Виртуализация многокомпонентной системной архитектуры предметно-ориентированной облачной вычислительной среды : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.15 – вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети / Федосин Михаил Евгеньевич ; [Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет»]. – Пенза, 2014. – 23 с.
296. Федотова Н. А. Развитие исследовательской компетентности старшеклассников в условиях профильного обучения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Федотова Наталья Александровна ; Бурятский государственный университет. – Улан-Удэ, 2010. – 182 с.
297. Фейнман Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М. : Мир, 1965-1967. – 9 т. – [Вып.] 1: Современная наука о природе. Законы механики. – 1965. – 267 с.
298. Фейнман Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М. : Мир, 1965-1967. – 9 т. – [Вып.] 10: Задачи и упражнения с ответами и решениями / Фейнман Р., Леванюк А. П. – 1969. – 624 с.
299. Феськова Е. В. Становление исследовательской компетентности учащихся в дополнительном образовании и профильном обучении :

- дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Феськова Елена Васильевна ; Государственное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет цветных металлов и золота». – Красноярск, 2005. – 210 с.
300. Форкунова Л. В. Методика формирования исследовательской компетентности школьников в области приложений математики при взаимодействии школы и вуза : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Форкунова Лариса Валентиновна ; Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск, 2010. – 204 с.
301. Хаманн Д. Р. Компьютеры в физике: общий обзор [Электронный ресурс] / Д. Р. Хаманн // Успехи физических наук. – М. : Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, июнь 1984. – Т. 143, вып. 2. – С. 239-256. – Режим доступа : https://ufn.ru/ufn84/ufn84_6/Russian/r846c.pdf.
302. Хинич И. И. Научно-методическое обеспечение целостного исследовательского обучения физике в подготовке педагогических кадров : автореф. дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень профессионального образования) / Хинич Иосиф Исаакович ; Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2010. – 36 с.
303. Чернецький І. С. Методика використання цифрового аналізу відеозображень у лабораторних роботах з механіки / І. С. Чернецький // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск VII : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 298-302.
304. Чернецький І. С. Організація та засобове забезпечення процесу формування дослідницьких умінь учнів основної та старшої школи в умовах функціонування навчального середовища «Відкрита природнича демонстрація» [Електронний ресурс] / Чернецький І. С. // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки : збірник наукових праць / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка. – Випуск 89. – Чернігів, 2011. – 5 с. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/Vchdpu/ped/2011_89/chernec.pdf.
305. Чупашев В. Г. Организация конструкторской деятельности учащихся на занятиях физико-технического кружка в условиях

- перехода на профільне навчання : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання і виховання (фізика, рівень загального розвитку) / Чупашев Володимир Геннадьевич ; Томський державний педагогічний університет. – Томск, 2006. – 24 с.
306. Шабанова Ж. В. Становлення дослідницької компетентності старшокласників в процесі інформатизації освіти : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – загальна педагогіка, історія педагогіки і освіти / Шабанова Жанна Вікторівна ; Мордовський державний педагогічний інститут імені М. Е. Евсевьева. – Саранск, 2009. – 237 с.
307. Шарко В. Д. Компетентнісно-орієнтоване навчання учнів фізики як методична проблема / В. Д. Шарко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 158-161.
308. Шишкіна М. Н. Реалізація концепції профільного навчання фізики на сучасному етапі розвитку старшої школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання і виховання (фізика, рівень загального розвитку) / Шишкіна Марина Николаевна ; Російський державний педагогічний університет імені А. І. Герцена. – Санкт-Петербург, 2006. – 178 с.
309. Шокалюк С. В. Інформаційні технології математичного навчання в курсі фізики середньої та вищої школи / Шокалюк С. В., Семеріков С. О. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету: Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. – Вип. 14 : Інновації в навчанні фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. – С. 108-113.
310. Шокалюк С. В. Методичні засади комп'ютеризації самостійної роботи старшокласників у процесі вивчення програмного забезпечення математичного навчання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Шокалюк Світлана Вікторівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 262 с.

311. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе : учебное пособие для студентов пед. ин-тов / Г. И. Щукина. – М. : Просвещение, 1979. – 160 с.
312. Ярошенко О. Г. Диференціація навчання / О. Г. Ярошенко // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 210-211.

ДОДАТКИ

Додаток А
Матриці дослідницьких компетентностей

Таблиця А.1

**Критерії оцінювання сформованості компетентності з розробки
моделей (ДК11)**

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не сформоване уявлення про моделі та їх типи, розпізнає деякі моделі	має базові уявлення про моделі та їх типи	здатен обрати з кількох запропонованих моделей найбільш прийнятну для даного досліджу	здатен самостійно виокремлювати важливі в рамках даного досліджу властивості фізичних об'єктів, процесів та явищ
П	не вміє скласти та оперувати моделями фізичних явищ та процесів	не вміє скласти моделі, вміє оперувати готовими моделями	здатен розробляти моделі фізичних процесів та явищ за зразком	здатен самостійно розробляти моделі фізичних процесів та явищ
А	не розуміє ролі та місця моделювання фізичних об'єктів та явищ у навчанні фізики	усвідомлює місце, яке займають моделі фізичних об'єктів та явищ у сучасних природничих науках	розуміє роль моделювання в багатьох сферах людської діяльності та позитивно налаштований на застосування навичок моделювання в навчанні	розуміє необхідність використання моделювання в сучасному житті, усвідомлює переваги й недоліки різних моделей
С	виконує окремі дії з моделювання лише після безпосередньої, адресованої особисто вимоги вчителя	взаємодіє з однокласниками за вимогою вчителя, не просить допомоги при розробці моделей, навіть коли її потребує	надає допомогу товаришам на різних етапах моделювання, сам звертається за допомогою, коли вона потрібна	вміє розподіляти обов'язки в процесі моделювання (за потребою) для досягнення якомога кращого результату

Таблиця А.2

Критерії оцінювання сформованості здатності до планування дослідження (ДК12)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не має уявлення про структуру дослідження	має базові уявлення про принципи планування	знає структуру дослідження, виділяє його етапи	обізнаний у методиці планування дослідження
П	не може скласти план дослідження	може скласти план лише за інструкцією або за допомоги вчителя	здатен скласти лінійний план дослідження	здатен скласти оригінальний розгалужений план дослідження
А	не усвідомлює необхідності планування	вважає за необхідне скласти лише найзагальніший план дослідження	розуміє необхідність детального планування дослідження	усвідомлює важливість діяльності з планування дослідження в навчанні та професійній діяльності
С	не здатен до взаємодії при складанні плану дослідження	здатен до взаємодії при складанні плану дослідження	здатен коригувати план дослідження в залежності від схильностей чи побажань його учасників, за потреби надає товаришам допомогу	вміє спланувати групову роботу в рамках дослідження та здійснює її координацію

Таблиця А.3

Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності (ДК13)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє методикою планування дослідницької ді-	володіє елементами методики планування дослідницької	володіє елементами методології управління проектами,	володіє методологією управління проектами, методикою добору спеціалізованих

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	яльності з використанням засобів ІКТ	діяльності з використанням неспеціалізованих засобів ІКТ	знає функціональні можливості спеціалізованих засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності	засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності
П	не здатен розв'язувати задачі управління дослідницьким проектом із використанням засобів ІКТ	здатен розв'язувати окремі задачі управління дослідницьким проектом із використанням неспеціалізованих засобів ІКТ	здатен розв'язувати окремі задачі управління дослідницьким проектом із використанням спеціалізованих засобів ІКТ	здатен розв'язувати задачі управління дослідницьким проектом із використанням спеціалізованих засобів ІКТ та доцільно добирати їх
А	не вважає за потрібне використання засобів ІКТ для проектування дослідницької діяльності	налаштований на використання неспеціалізованих засобів ІКТ для управління окремими задачами дослідницької діяльності	налаштований на використання спеціалізованих засобів ІКТ для управління навчальними дослідницькими проектами	налаштований на використання спеціалізованих засобів ІКТ управління проектами для проектування дослідницької діяльності
С	використовує засоби ІКТ лише для проектування власної дослідницької діяльності	намагається самостійно користуватися засобами ІКТ для проектування переважно власної дослідницької діяльності	використовує засоби ІКТ для проектування дослідницької діяльності разом з однокласниками, надає їм посильну допомогу	активно послуговується засобами ІКТ проектування дослідницької діяльності для організації спільної роботи

Таблиця А.4

Критерії оцінювання сформованості здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження (ДК14)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє методикою добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження	володіє окремими складовими методики тестування та налаштування обладнання для дослідження	володіє методикою тестування та налаштування обладнання для дослідження	володіє методикою добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження
П	не здатен добирати, тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження	вміє правильно обирати режим роботи приладу	тестує та налаштовує обладнання для дослідження	здійснює добір, тестування та за необхідності – налаштування обладнання для дослідження
А	не спрямований здійснювати коректний добір, тестування та налаштування обладнання для дослідження	при роботі з новим обладнанням проявляє цікавість до його тестування, розуміє важливість налаштування окремих типів обладнання для проведення дослідження	усвідомлює важливість добору, тестування та налаштування обладнання для проведення дослідження	налаштований самостійно здійснювати коректний добір, тестування та налаштування обладнання для дослідження
С	не здатен ефективно організувати власну та спільну діяльність з добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження	здатен організувати переважно власну діяльність з добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження	здатен організувати власну діяльність з добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження, бере участь у відповідній спільній діяльності	здатен ефективно організувати власну та спільну діяльність з добору, тестування та налаштування обладнання для дослідження

**Критерії оцінювання сформованості здатності прогнозувати
результати дослідження (ДК15)**

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не має системних знань явищ природи, необхідних для прогнозування результатів дослідження	має базові уявлення про природні явища, недостатні для самостійного адекватного прогнозування результатів дослідження	має системні знання явищ природи, необхідні для прогнозування результатів дослідження	має системні знання явищ природи, необхідні та достатні для самостійного адекватного прогнозування результатів дослідження, та успішний досвід такої діяльності
П	не використовує наукові методи прогнозування результатів дослідження	здатен адекватно прогнозувати результати дослідження за сторонньої допомоги	здебільшого правильно передбачає найбільш ймовірні результати дослідження	узагальнюючи знання про природні явища та особистий досвід, здатен передбачити результати дослідження, враховуючи можливі варіанти проходження досліджу
А	не розуміє ролі прогнозування результатів дослідження, не усвідомлює важливість відповідального підходу до цього етапу дослідження	частково розуміє роль прогнозування результатів наукових досліджень, не налаштований на застосування навичок прогнозування результатів дослідження	розуміє роль прогнозування результатів наукових досліджень, нейтрально налаштований на застосування набутих навичок у навчанні	розуміє, що прогнозування результатів відіграє значну роль при постановці наукових та навчальних досліджень, усвідомлює важливість відповідального підходу до цього етапу дослідження

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
С	не усвідомлює необхідності взаємодії з вчителем та однокласниками на етапі прогнозування результатів дослідження, не налаштований на цю взаємодію	здатен організувати переважно індивідуальну роботу з прогнозування результатів дослідження	усвідомлює необхідність взаємодії з вчителем та однокласниками на етапі прогнозування результатів дослідження, налаштований на таку взаємодію, здатен за потреби надати допомогу однокласникам	здатен організувати індивідуальну та групову роботу з прогнозування результатів дослідження

Таблиця А.6

Критерії оцінювання сформованості здатності проводити обчислювальні експерименти (ДК21)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє знаннями, необхідними для проведення обчислювальних експериментів	має уявлення про методи математичного моделювання	знає окремі методи математичного моделювання	має системні знання методів математичного моделювання
П	не має сформованих навичок проведення обчислювальних експериментів	вміє використовувати готові моделі, проводити стандартні розрахунки за зразком	впевнено використовує методи математичного моделювання	вміє аргументовано добирати та використовувати методи математичного моделювання, виходячи з умов конкретної задачі
А	не усвідомлює роль обчислювальних експериментів у сучасному житті	усвідомлює важливість обчислювальних експериментів у сучасній науці, але не вважає, що навички їх проведення	розуміє роль обчислювальних експериментів в сучасному житті та позитивно налаштований на їх застосування	розуміє важливість обчислювальних експериментів у сучасному житті, усвідомлює їх переваги й недоліки в порівнянні з натурними експериментами

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
		можуть знадобитися		
С	не усвідомлює необхідності взаємодії з однокурсниками при проведенні обчислювальних експериментів, не налаштований на таку взаємодію	виконує свою частину обчислювального експерименту, не завжди усвідомлюючи його загальну картину	сумлінно виконує свою частину роботи, за необхідності може допомогти товаришу з суміжною частиною експерименту	вміє організувати групову роботу в рамках обчислювального експерименту та здійснювати координацію цієї роботи

Таблиця А.7

Критерії оцінювання сформованості здатності використовувати вимірювальні прилади (ДК22)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє знаннями про використувані вимірювальні прилади	називає прилади та їх призначення, знає основні правила під'єднання вимірювальних приладів та зняття показів, в цілому знає правила техніки безпеки	називає прилади та їх призначення, знає правила під'єднання різних видів вимірювальних приладів та зняття показів, знає правила техніки безпеки, усвідомлює, до чого може призвести їх порушення	володіє методами визначення необхідних параметрів приладів та відповідних модифікацій схем дослідів (розрахунок параметрів шунтів тощо), знає правила техніки безпеки, розуміє, чим вони зумовлені
П	вміє використовувати побутові вимірювальні прилади	вміє під'єднувати деякі вимірювальні прилади, знімати покази за зразком (інструкцією) або з допомогою	вміє під'єднувати вимірювальні прилади, фіксувати несправності, знімати покази та оцінювати їх адекватність, свідомо дотримується правил техніки безпеки	вміє добирати доцільні вимірювальні прилади, визначати їх параметри та відповідним чином модифікувати схему дослідів, свідомо дотримується правил техніки безпеки

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
		вчителя, дотримується правил техніки безпеки		
А	не проявляє зацікавленості у роботі з вимірювальними приладами, не вважає здобуті навички потрібними у подальшому	на початку роботи з новими вимірювальними приладами проявляє інтерес до процесу вимірювання, усвідомлює особистісне значення дотримання правил техніки безпеки	розуміє важливість навичок користування вимірювальними приладами у навчанні та в повсякденному житті, проявляє стабільний інтерес до роботи з вимірювальними приладами, усвідомлює значення дотримання правил техніки безпеки	налаштований використовувати широкий спектр вимірювальних приладів у рамках навчальних досліджень, повсякденному житті та в подальшій діяльності, усвідомлює значення дотримання правил техніки безпеки для особистості та колективу, спрямований на запобігання їх порушення
С	виконує частину вимірювань за допомогою вчителя, не слідкує за виконанням правил техніки безпеки при груповій роботі	самостійно виконує свою частину вимірювань, не завжди усвідомлюючи їх внесок, слідкує за виконанням правил техніки безпеки при груповій роботі з міркувань особистої безпеки	виконує вимірювання самостійно або у групі, за необхідності може підказати чи допомогти товаришу, слідкує за виконанням правил техніки безпеки, контролює, чи дотримуються правил техніки безпеки інші учні	здатен організувати свою роботу та роботу інших членів групи з проведення вимірювань, слідкує за виконанням правил техніки безпеки при груповій роботі, контролює, чи дотримуються правил техніки безпеки інші учні

Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження (ДК23)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє знаннями про засоби ІКТ для фіксування перебігу дослідження	знає деякі засоби ІКТ для фіксування перебігу дослідження, їх види	може класифікувати засоби ІКТ для фіксування перебігу дослідження, має уявлення про принцип роботи деяких із них	має системні знання про засоби ІКТ для фіксування перебігу дослідження, здійснює їх аргументований добір у залежності від умов експерименту
П	не вміє користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження	користується деякими засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження	впевнено користується більшістю засобів ІКТ для фіксування перебігу дослідження, самостійно здійснює деякі їх налаштування	володіє навичками самостійної роботи з засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження, здійснює їх налаштування, обирає найсприятливіші режими роботи
А	не проявляє інтерес до роботи із засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження	проявляє зацікавленість до самого факту роботи з засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження, не усвідомлюючи переваг їх використання в рамках даного навчального дослідження; інтерес нестійкий	проявляє інтерес до роботи із засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження з метою його якісного проведення та опрацювання	усвідомлює переваги й недоліки засобів ІКТ для фіксування перебігу дослідження, намагається доцільно їх використовувати, сам здатен обґрунтовано пропонувати використати той чи інший засіб, виходячи з умов конкретного досліджу
С	не намагається взаємодіяти з однокласниками, не пропонує	взаємодіє з однокласниками при використанні засобів	надає допомогу товаришам у роботі з засобами	вміє розподіляти обов'язки при роботі з засобами ІКТ

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	й не просить допомоги в роботі з засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження	ІКТ для фіксування перебігу дослідження лише за безпосередньої взаємодії вчителя	ІКТ для фіксування перебігу дослідження, сам звертається за допомогою, коли вона потрібна	для фіксування перебігу дослідження таким чином, щоб досягти якомога кращого результату

Таблиця А.9

Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання (ДК24)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє знаннями про засоби ІКТ для моделювання	знає деякі засоби ІКТ для моделювання, їх види	може класифікувати засоби ІКТ для моделювання, має уявлення про принципи їх роботи	має системні знання про засоби ІКТ для моделювання, здійснює їх аргументований добір для кожного конкретного експерименту, створює за їх допомогою необхідні моделі
П	не вміє користуватися засобами ІКТ для моделювання	користується деякими засобами ІКТ для роботи з готовими моделями	впевнено користується більшістю засобів ІКТ для моделювання для роботи із готовими моделями, може їх змінювати	володіє навичками самостійної роботи з засобами ІКТ для моделювання, може за їх допомогою самостійно розробляти моделі фізичних процесів та явищ та працювати з ними
А	не проявляє інтерес до роботи із засобами ІКТ для моделювання	проявляє зацікавленість до самого факту роботи з засобами ІКТ для моделювання, не усвідомлюючи	проявляє інтерес до роботи з засобами ІКТ для моделювання з метою отримання особистісно значущих результатів	усвідомлює переваги й недоліки засобів ІКТ для моделювання, намагається доцільно їх використовувати, сам здатен обґрун-

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
		переваг їх використання в рамках даного навчального дослідження; інтерес нестійкий	у навчанні	товано пропонувати використати той чи інший засіб, виходячи з виду моделі
С	не намагається взаємодіяти з однокласниками, не пропонує й не просить допомоги в роботі з засобами ІКТ для моделювання	взаємодіє з однокласниками при використанні засобів ІКТ для моделювання лише за безпосередньої вказівки вчителя	надає допомогу товаришам у роботі з засобами ІКТ для моделювання, за потреби сам звертається за допомогою	вміє за потреби розподіляти обов'язки в процесі використання засобів ІКТ для моделювання, щоб досягти кращого результату

Таблиця А.10

Критерії оцінювання сформованості здатності використовувати методи математичної статистики (ДКЗ1)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не має уявлення про методи математичної статистики	має фрагментарні знання методів математичної статистики	знає деякі методи математичної статистики	знає необхідні методи математичної статистики, умови та особливості їх застосування
П	здатен опрацювати статистичні дані, користуючись лише оцінками кількісними характеристиками (більше, менше, зростає, спадає, ...)	здатен опрацювати статистичні дані, користуючись елементами математичної статистики	здатен на базі масиву даних визначити найпростіші типи залежностей (пряма пропорційність, обернена пропорційність)	аргументовано добирає методи математичної статистики, здійснює грамотне опрацювання результатів, доводить чи спростовує статистичні гіпотези
А	не розуміє значущості статистичних методів та не має зацікавленості в їх	розуміє значущість статистичних методів для проведення навчальних	розуміє важливість статистичних методів у сучасній науці, мотивований до їх	усвідомлює роль математичної статистики в різних сферах людської

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	використанні	досліджень, але не має зацікавленості в їх опануванні	використання у навчальній діяльності	діяльності, універсальність її методів, впевнений у тому, що ці вміння знадобляться у подальшому, налаштований на якомога краще їх опанування
С	автономно виконує статистичне опрацювання результатів експерименту	здатен виконувати доручену частину статистичного опрацювання результатів експерименту, не цікавлячись роботою інших членів групи, не звертається за допомогою та не надає її	виконує свою частину статистичного опрацювання результатів експерименту, розуміючи при цьому загальну картину цієї роботи, за необхідності звертається за допомогою та надає її	здатен координувати роботу зі статистичного опрацювання результатів експерименту

Таблиця А.11

Критерії оцінювання сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації (ДК32)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не володіє знаннями про засоби ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження	знає деякі засоби ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, їх види	знає основні функціональні можливості табличних процесорів, систем комп'ютерної математики, засобів відеоаналізу, специфічних програмних засобів тощо, може кла-	має системні знання про функціональні можливості табличних процесорів, систем комп'ютерної математики, засобів відеоаналізу, специфічних програмних засобів тощо, аргументовано

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
			сифікувати засоби ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, має уявлення про принципи їх роботи	здійснює добір засобів ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, розуміє принципи їх роботи
П	не вміє користуватися засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження	користується деякими засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження	упевнено користується набором функцій більшості засобів ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, за допомогою вчителя швидко опановує нові для себе засоби	володіє навичками самостійної роботи із засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, швидко самостійно опановує нові для себе засоби ІКТ для опрацювання та подання результатів
А	не проявляє інтерес до роботи із засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження	проявляє зацікавленість до самого факту роботи із засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, не усвідомлюючи переваг їх використання в рамках даного навчального дослідження; інтерес нестійкий	проявляє інтерес до роботи із засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, сприймаючи їх як потужний засіб швидко й на більш високому рівні виконати одну з найважливіших стадій дослідження, розуміє широкі можливості для використання цих засобів у різних сферах людського життя	усвідомлює переваги й недоліки одних засобів ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження перед іншими, намагається доцільно їх використовувати, сам здатен обґрунтовано пропонувати використати той чи інший засіб, налаштований опанувати їх на якомога вищому рівні

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
С	не намагається взаємодіяти з однокласниками, не пропонує й не просить допомоги при роботі з засобами ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження, не використовує можливості, які надають такі ІКТ для комунікації та спільної роботи	виконує доручену частину роботи з опрацювання та подання результатів дослідження з використанням засобів ІКТ	надає допомогу товаришам у роботі із засобами ІКТ для опрацювання та презентації результатів дослідження, сам звертається за допомогою, коли вона потрібна, сповна використовує можливості, які надають такі ІКТ для комунікації та спільної роботи	вміє ефективно організувати групову роботу з використання засобів ІКТ для опрацювання та подання результатів дослідження

Таблиця А.12

Критерії оцінювання сформованості здатності робити висновки з одержаних результатів (ДКЗЗ)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	здатен розпізнати явища природи, але часто не може системно їх осмислити та дійти висновку навіть за допомогою вчителя	має базові уявлення про природні явища, може пояснити їх зі сторониною допомогою	уміє пояснювати явища, виявляє знання і розуміння основних закономірності	має системні знання явищ природи, самостійно, у межах чинної програми, оцінює різноманітні явища, уміє їх аналізувати, має розвинуте логічне мислення
П	не здатен самостійно виявляти закономірності та робити висновки з одержаних результатів	здатен виявляти елементарні закономірності та робити висновки за допомогою вчителя	із кількох посилок здатен зробити логічний висновок, самостійно робить загальні висновки з одержаних результатів	аналізує та обґрунтовує отримані висновки дослідження, тлумачить похибки проведеного експерименту чи спостереження

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
А	сприймає вміння робити висновки лише як необхідний формальний критерій при оформленні роботи	у цілому розуміє важливість здатності робити висновки, але не має внутрішньої мотивації на оволодіння цим умінням, зазвичай формально підходить до цієї частини роботи	розуміє важливість здатності робити висновки, налаштований навчитися це робити на певному рівні, який вважає достатнім	розуміє важливість здатності робити висновки, вважає, що вона знадобиться в подальшому навчанні та в повсякденному житті, зацікавлений у її використанні
С	не усвідомлює необхідність взаємодії з учителем та однокласниками при формулюванні висновків, не налаштований на таку взаємодію, не бере участь в обговоренні	частково усвідомлює необхідність взаємодії з учителем та однокласниками при формулюванні висновків, не налаштований на таку взаємодію, пасивний при обговоренні	усвідомлює необхідність взаємодії з учителем та однокласниками при формулюванні висновків, налаштований на таку взаємодію, бере активну участь в обговоренні	вміє організувати навчальну комунікацію в групі учнів, що дозволить зробити правильні обґрунтовані висновки, може стимулювати однокласників до необхідних висновків

Таблиця А.13

**Критерії оцінювання сформованості здатності оцінювати
правдоподібність результатів дослідження (ДК34)**

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не співвідносить результати дослідження з відомими теоретичними положеннями та досвідом дослідження	не співвідносить із відомими теоретичними положеннями результати дослідження	співвідносить результати дослідження з відомими теоретичними положеннями та досвідом дослідницької діяльності	має системні знання явищ природи, самостійно оцінює різноманітні явища, аналізує їх, знає природу похибок експерименту

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	лідницької діяльності	ження, оцінює їх правдоподібність, виходячи з результатів схожих досліджень		
П	не вміє аналізувати отримані результати дослідження, похибки дослідження	аналізує правдоподібність отриманих результатів, виходячи з емпіричного досвіду	аналізує та обґрунтовує правдоподібність отриманих результатів, виходячи з попереднього досвіду дослідницької діяльності	аналізує та обґрунтовує правдоподібність отриманих результатів, тлумачить похибки дослідження
А	не бачить необхідності в цьому етапі роботи, не піддає сумніву правильність одержаних результатів	розуміє, що в деяких випадках результати дослідження можуть бути недостовірними, але не приділяє оцінці правдоподібності результатів значної уваги	розуміє, що в деяких випадках результати дослідження можуть бути недостовірними, приділяє увагу оцінці їх правдоподібності	розуміє, що отримані при проведенні роботи дані можуть не точно відображати фізичну дійсність, розуміє (чи намагається з'ясувати) причини такої розбіжності, приділяє значну увагу оцінці правдоподібності результатів дослідження, може наново переробити дослідження за умови, що той дав неправдоподібні результати
С	не взаємодіє з учителем та однокласниками на при оцінці правдоподібності результату	за зовнішнього стимулювання взаємодіє з учителем та однокласниками при	усвідомлює необхідність взаємодії з учителем та однокласниками для адекватної оцінки правдопо-	уміє за необхідності організувати групову роботу з аналізу та тлумачення результатів та похибок дослідження, надає допомогу однокласникам

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	тів дослідження, не налаштований на таку взаємодію	оцінці правдоподібності результатів дослідження	дібності результатів дослідження, налаштований на неї, здатен за потреби надати допомогу однокласникам	

Таблиця А.14

Критерії оцінювання сформованості здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту (ДК35)

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
К	не виокремлює важливі в рамках дослідження властивості фізичних процесів та явищ для удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок	виходячи з побутових уявлень, пропонує шляхи удосконалення експериментальних установок	може самостійно виокремлювати важливі в рамках дослідження властивості фізичних процесів та явищ, за сторонньої допомоги пропонує шляхи удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок	може самостійно виокремлювати важливі в рамках дослідження властивості фізичних процесів та явищ і відповідним чином удосконалювати існуючі моделі та експериментальні установки
П	не виділяє фактори, що є несуттєвими для результатів дослідження, та фактори, урахування яких здатне покращити його результати	доцільно змінює модель (установку) лише за сторонньої допомоги	за сторонньої допомоги виділяє фактори, що є несуттєвими для результатів дослідження, та фактори, урахування яких здатне покращити результати, і відповідним чином змінює модель (установку)	на підставі проведеного дослідження виділяє фактори, що не є суттєвими для його результатів, та фактори, урахування яких здатне покращити результати, і відповідним чином змінює модель (установку)
А	не усвідомлює можливість та не	усвідомлює можливість	усвідомлює необхідність удосконалення існуючих	усвідомлює необхідність удоскона-

	початковий	базовий	підвищений	поглиблений
	обхідність удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок	удосконалення існуючих моделей та експериментальних установок, не усвідомлює необхідність таких дій	моделей та експериментальних установок для розвитку наукового знання	лення існуючих моделей та експериментальних установок для розвитку наукового знання та саморозвитку
С	не намагається взаємодіяти з однокласниками, не пропонує й не просить допомоги при вдосконаленні існуючих моделей та експериментальних установок, навіть коли її потребує	виконує свою частину дій з вдосконалення існуючих моделей та експериментальних установок, надає результати на вимогу	надає допомогу товаришам за різними напрямками вдосконалення існуючих моделей та експериментальних установок, за необхідності звертається за допомогою	уміє розподіляти напрями вдосконалення існуючих моделей та експериментальних установок, узагальнює результати цієї роботи

Додаток Б

Перелік лабораторних робіт на різних рівнях профільного навчання фізики

Таблиця Б.1

Лабораторні роботи з фізики на рівні стандарту, академічному рівні та профільному рівні (за [187; 188; 189])

Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
10 КЛАС		
МЕХАНІКА		
РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА 1. Визначення прискорення тіла при рівноприскореному русі.	РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА (18 год.) 1. (Дослідження руху тіла по колу.)	РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА (26 год.) 1. (Вимірювання середньої швидкості руху тіла.)
РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА 1. Вимірювання сил. 2. Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.	РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА (24 год.) 1. Вимірювання жорсткості пружного тіла. 2. (Вимірювання коефіцієнта тертя.)	РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА (40 год.) 1. Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально. 2. Визначення центра мас плоских фігур
	РОЗДІЛ 3. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ (10 год.) 1. (Дослідження пружного удару двох тіл.)	РОЗДІЛ 3. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ (22 год.) 1. Вивчення закону збереження механічної енергії
	РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ Й ХВИЛІ (8 год.)	РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ Й ХВИЛІ (22 год.) 1. Дослідження коливань тіла на пружині
МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА		
РОЗДІЛ 1. ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ, РІДИН, ТВЕРДИХ ТІЛ 1. Дослідження одного з ізопроесів. 2. Вимірювання відносної вологості повітря.	РОЗДІЛ 1. ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ, РІДИН, ТВЕРДИХ ТІЛ (18 год.)	РОЗДІЛ 1. ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ, РІДИН, ТВЕРДИХ ТІЛ (45 год.) 1. (Оцінювання розмірів молекул.)

Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ	РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ (8 год.)	РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ (18 год.) 1. (Калориметричний метод вимірювання.) 2. Визначення теплоємності тіла. 3. Вимірювання питомої теплоти плавлення тіла.
ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ 1. Дослідження руху тіла під дією сили тягіння. 2. Дослідження механічного руху з урахуванням закону збереження енергії. 3. Вивчення одного з ізопроцесів. 4. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини. 5. Визначення модуля пружності речовини.	ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (6 год.) 1. Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху. 2. Дослідження вільного падіння тіл. 3. Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту. 4. Вивчення руху тіла по колу. 5. Дослідження пружних властивостей тіл. 6. Визначення гальмівного шляху тіла та коефіцієнта тертя ковзання. 7. Дослідження нитяного маятника. <i>(схожа робота на рівні стандарту виконується у розділі 3 11 класу)</i> 8. Вимірювання прискорення вільного падіння (при навчанні на рівні стандарту – в фізичному практикумі 11	ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (14 год.) 1. Вимірювання розмірів тіл. 2. Вимірювання часу. 3. Дослідження руху тіла, кинутого вертикально вгору. 4. Вимірювання маси тіл. 5. Вимірювання сили. 6. Вимірювання моменту інерції тіла. 7. Дослідження руху зв'язаних тіл. 8. Дослідження перетворення потенціальної енергії в кінетичну. 9. Дослідження обертального руху твердого тіла. 10. Дослідження коливань фізичного маятника. 11. Вимірювання довжини звукової хвилі та швидкості звуку. 12. Вивчення явища резонансу.

Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
	класу) 9. Дослідження коливань тіла на пружині.	13. Визначення постійної Больцмана. 14. Визначення ККД теплового процесу. 15. Визначення кількості водяної пари в повітрі.
11 КЛАС		
ЕЛЕКТРОДИНАМІКА		
РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ І СТРУМ 1. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму. 2. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом.	РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ (11 год.) 1. (Дослідження взаємодії електризованих тіл) РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ (16 год.)	РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ (26 год.) 1. Вивчення конденсаторів РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ (38 год.) 1. Дослідження послідовного з'єднання провідників 2. Дослідження паралельного з'єднання провідників 3. (Дослідження термісторів) 4. (Вивчення транзисторів та інтегрованих напівпровідникових приладів (схем))
РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ 1. Дослідження явища електромагнітної індукції.	РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ (16 год.) 1. (Дослідження магнітних властивостей речовини)	РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ (30 год.) 1. (Вивчення будови електровимірювальних приладів магнітоелектричної системи) 2. (Вивчення будови електродвигуна постійного струму)

Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
		3. Дослідження електричного кола змінного струму
РОЗДІЛ 3. КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ 1. Виготовлення маятника і визначення його періоду коливань.	РОЗДІЛ 4. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ (16 год.)	РОЗДІЛ 4. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ (26 год.)
РОЗДІЛ 4. ХВИЛЬОВА І КВАНТОВА ОПТИКА 1. Спостереження інтерференції та дифракції світла.	РОЗДІЛ 5. ХВИЛЬОВА І КВАНТОВА ОПТИКА (19 год.)	РОЗДІЛ 5. ОПТИКА (38 год.) 1. Визначення довжини світлової хвилі
РОЗДІЛ 5. АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА 1. Спостереження неперервного і лінійчастого спектрів речовини.	РОЗДІЛ 6. АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА (15 год.) 1. Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями (при вивченні на рівні стандарту – в фізичному практикумі)	РОЗДІЛ 6. АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА (32 год.)
ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ 1. Визначення енергії зарядженого конденсатора. 2. Дослідження електричних кіл. (на академічному та профільному рівнях ця робота не виконується) 3. Визначення довжини світлової хвилі. 4. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника.	ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (7 год.) 1. Дослідження магнітного поля Землі 2. Дослідження магнітного поля соленоїда 3. Вимірювання ємності конденсатора 4. Дослідження напівпровідникового діода 5. Дослідження транзистора 6. Дослідження відбиття та заломлення світла 7. Вивчення явища поляризації світла	ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (10 год.) 1. Визначення питомого опору провідника 2. Визначення опору провідників компенсаційним методом Уїтстона 3. Вимірювання температури нитки лампи розжарювання 4. Розширення меж вимірювання електровимірвальних приладів 5. Дослідження роботи джерела живлення

Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
<p>5. Вивчення будови дозиметра і складання радіологічної карти місцевості.</p> <p>6. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями.</p>	<p>8. Дослідження властивостей електромагнітних хвиль (на профільному рівні ця робота не виконується)</p> <p>9. Визначення фокусної відстані та оптичної сили лінзи.</p> <p>10. Моделювання радіоактивного розпаду.</p> <p>11. Визначення температурного коефіцієнта опору металу.</p> <p>12. Дослідження залежності опору напівпровідників від температури.</p> <p>13. Вимірювання індуктивності котушки.</p>	<p>6. Вимірювання ємності конденсатора за допомогою балістичного гальванометра</p> <p>7. Вивчення радіоелектронних пристроїв</p> <p>8. Вивчення роботи електронного осцилографа</p> <p>9. Моделювання зорової труби та мікроскопа.</p> <p>Дослідження оптичних систем</p> <p>10. Вивчення основ фотометрії</p> <p>11. Визначення будови інтерферометра</p> <p>12. Визначення радіуса кривизни лінзи за допомогою кілець Ньютона</p> <p>13. Вивчення явища інтерференції у тонких плівках</p>

Додаток В
Анкета експертного опитування
«Система дослідницьких компетенцій для профільного навчання
фізики»

Система дослідницьких компетенцій для профільного навчання
фізики. Опитування для викладачів та вчителів фізики
Система исследовательских компетенций для профільного
обучения физике. Опрос для учителей и преподавателей физики

1. Оцініть, будь ласка, кожен з пунктів за чотирибальною шкалою
(Оцените, пожалуйста, каждый из пунктов по четырёхбалльной шкале)

1.1. Оцініть значущість кожної складової дослідницьких компетенцій для профільного навчання фізики (Оцените значимость каждой составляющей исследовательских компетенций для профильного обучения физике)

	0 (незначуща)	1 (мало значуща)	2 (дуже важлива)	3 (визначальна)
когнітивний (рівень знань) / когнитивный (уровень знаний)				
праксеологічний (уміння) / праксеологический (умения)				
аксіологічний (рівень мотивації, ціннісне ставлення) / аксиологический (уровень мотивации, ценностное отношение)				
соціально-поведінковий (здатність до взаємодії) / социально-поведенческий (способность к взаимодействию)				

1.2. Оцініть значущість кожної групи дослідницьких компетенцій для профільного навчання фізики (Оцените значимость каждой группы исследовательских компетенций для профильного обучения физике)

	0 (незначуща)	1 (мало значуща)	2 (дуже важлива)	3 (визначальна)
компетенції з підготовки експерименту / компетенции по подготовке эксперимента				
компетенції з проведення експерименту / компетенции по проведению эксперимента				
компетенції з опрацювання результатів експерименту / компетенции по обработке результатов эксперимента				

1.3.1. Оцініть значущість кожної компетенції на етапі підготовки експерименту (Оцените значимость каждой компетенции на этапе подготовки эксперимента)

	0 (незначуща)	1 (мало значуща)	2 (дуже важлива)	3 (визначальна)
компетенція в розробці моделей / компетенция по разработке моделей				
здатність до планування експерименту / способность к планированию эксперимента				
здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності / способность к использованию средств ИКТ для проектирования исследовательской деятельности				
здатність тестувати та налаштовувати обладнання для експерименту / способность тестировать и настраивать оборудование для эксперимента				
здатність прогнозувати результати експерименту / способность прогнозировать результаты эксперимента				

1.3.2. Якої (яких) компетенції (цій) з підготовки експерименту, на Вашу думку, не вистачає? (Какой (каких) компетенции (ций) по подготовке эксперимента, по Вашему мнению, не хватает?)

1.3.3. Яка (які) компетенція (ції) з підготовки експерименту, на Вашу думку, зайва (зайві)? (Какая (какие) компетенция (ции) по подготовке эксперимента, по Вашему мнению, лишняя (лишние)?)

1.4.1. Оцініть значущість кожної компетенції на етапі проведення експерименту (Оцените значимость каждой компетенции на этапе проведения эксперимента)

	0 (незначуща)	1 (мало значуща)	2 (дуже важлива)	3 (визначальна)
здатність проводити обчислювальні експерименти / способность к проведению вычислительных экспериментов				
здатність використовувати вимірювальні прилади / умение использовать измерительные приборы				
здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу експерименту / способность к использованию средств ИКТ для фиксации протекания эксперимента				
здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання / способность к использованию средств ИКТ для моделирования				
здоров'язбережувальна (дотримання техніки безпеки) / здоровьесохраняющая (соблюдение техники безопасности)				

1.4.2. Якої (яких) компетенції (цій) з проведення експерименту, на Вашу думку, не вистачає? (Какой (каких) компетенции (ций) по проведению эксперимента, по Вашему мнению, не хватает?)

1.4.3. Яка (які) компетенція (ції) з проведення експерименту, на Вашу думку, зайва (зайві)? (Какая (какие) компетенция (ции) по проведению эксперимента, по Вашему мнению, лишняя (лишние)?)

1.5.1. Оцініть значущість кожної компетенції на етапі опрацювання результатів експерименту (Оцените значимость каждой компетенции на этапе обработки результатов эксперимента)

	0 (незначуща)	1 (мало значуща)	2 (дуже важлива)	3 (визначальна)
здатність використовувати методи математичної статистики / способность использовать методы математической статистики				
здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів експерименту та їх презентації / способность к использованию средств ИКТ для обработки результатов эксперимента и их презентации				
здатність робити висновки з одержаних результатів / способность делать выводы на основании полученных результатов				
здатність оцінювати правдоподібність результатів експерименту / способность оценивать правдоподобность результатов эксперимента				
здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту / способность совершенствовать компьютерную модель или натуральный эксперимент				

1.5.2. Якої (яких) компетенції (цій) з опрацювання результатів експерименту, на Вашу думку, не вистачає? (Какой (каких) компетенции (ций) по обработке результатов эксперимента, по Вашему мнению, не хватает?)

1.5.3. Яка (які) компетенція (ції) з опрацювання результатів експерименту, на Вашу думку, зайва (зайві)? (Какая (какие) компетенция (ции) по обработке результатов эксперимента, по Вашему мнению, лишняя (лишние)?)

2. Вкажіть, будь ласка, інформацію про себе (Укажите, пожалуйста, информацию о себе)

2.1. Вкажіть, будь ласка, Вашу посаду та місце роботи (Укажите, пожалуйста, Вашу должность и место работы)

2.2. Вкажіть, будь ласка, Ваш стаж роботи (Укажите, пожалуйста, Ваш стаж работы)

- до 5 років / до 5 лет;
- 5-10 років / 5-10 лет;
- 10-15 років / 10-15 лет;
- 15-20 років / 15-20 лет;
- 20-25 років / 20-25 лет;
- більше 25 років / больше 25 лет.

Дякуємо за Ваші відповіді!

Спасибо за Ваши ответы!

Додаток Г
Анкета експертного опитування
«Програмне забезпечення для формування дослідницьких
компетентностей у профільному навчанні фізики»

Шановні колеги!

З метою проектування навчального середовища підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні фізики просимо Вас оцінити необхідність включення кожного класу програмного забезпечення до цього середовища

1. Оцініть, будь ласка, за чотирибальною шкалою необхідність використання кожного класу програмних засобів (ПЗ) для формування дослідницьких компетентностей на підготовчому етапі дослідження.

1.1. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **компетентності з розробки моделей.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
тренажери				
електронні органайзери				

1.1* Вкажіть перелік ПЗ для формування компетентності з розробки моделей, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

1.2. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності до планування дослідження.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
тренажери				
електронні органайзери				

1.2* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності до планування дослідження, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

1.3. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності.

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
тренажери				
електронні органайзери				

1.3* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

1.4. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
тренажери				
електронні органайзери				

1.4* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

1.5. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності прогнозувати результати дослідження.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
тренажери				
електронні органайзери				

1.5* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності прогнозувати результати дослідження, яких, на Вашу думку, не вистає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

2. Оцініть, будь ласка, за чотирибальною шкалою необхідність використання кожного класу ПЗ для формування дослідницьких компетентностей на діяльнісному етапі дослідження

2.1. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності проводити обчислювальні експерименти.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
тренажери				
лабораторні журнали				
ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо				

2.1* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності проводити обчислювальні експерименти, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

2.2. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності використовувати вимірювальні прилади.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
тренажери				
лабораторні журнали				
ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо				

2.2* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності використовувати вимірювальні прилади, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

2.3. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
тренажери				
лабораторні журнали				
ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо				

2.3* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

2.4. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання.

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
тренажери				
лабораторні журнали				
ПЗ для захоплення чи запису відео, аудіо тощо				

2.4* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в

дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

3. Оцініть, будь ласка, за чотирибальною шкалою необхідність використання кожного класу ПЗ для формування дослідницьких компетентностей на узагальнювальному етапі дослідження

3.1. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності використовувати методи математичної статистики.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
медіа-редактори				
статистичні пакети				
засоби контент-аналізу				
редактори презентацій				

3.1* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності використовувати методи математичної статистики, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

3.2. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування **здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації.**

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
медіа-редактори				
статистичні пакети				
засоби контент-аналізу				
редактори презентацій				

3.2* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

3.3. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування здатності робити висновки з одержаних результатів.

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
медіа-редактори				
статистичні пакети				
засоби контент-аналізу				
редактори презентацій				

3.3* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності робити висновки з одержаних результатів, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

3.4. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження.

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
медіа-редактори				
статистичні пакети				
засоби контент-аналізу				
редактори презентацій				

3.4* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження, яких, на Вашу думку, не

вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

3.5. Оцініть важливість використання кожного класу ПЗ для формування здатності до **вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту**.

	0 (не потрібно)	1 (не завадить)	2 (потрібно)	3 (необхідно)
табличні процесори				
системи комп'ютерної математики				
мови програмування та бібліотеки				
віртуальні лабораторії				
ПЗ побудови діаграм зв'язків, станів, класів, об'єктів тощо				
ПЗ моделювання фізичних процесів				
текстові процесори				
ПЗ управління проектами				
медіа-редактори				
статистичні пакети				
засоби контент-аналізу				
редактори презентацій				

4.5* Вкажіть перелік ПЗ для формування здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту, яких, на Вашу думку, не вистачає, та в дужках оцініть важливість кожного з них (числом від 0 до 3).

4. Укажіть, будь ласка, інформацію про себе

4.1. Укажіть, будь ласка, установу та підрозділ, у якому Ви працюєте

_____ 4.2. Укажіть, будь ласка, Вашу посаду

_____ 4.3. Укажіть, будь ласка, Ваш стаж роботи

_____ **Дякуємо за Ваш внесок!**

Додаток Д

Діаграми зміни рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики

Умовні позначення:

«КГ-до» – рівень сформованості відповідної дослідницької компетентності учнів контрольної групи (КГ) на початку формувального етапу педагогічного експерименту (ФЕ ПЕ);

«КГ-після» – рівень сформованості відповідної дослідницької компетентності учнів КГ наприкінці ФЕ ПЕ;

«ЕГ-до» – рівень сформованості відповідної дослідницької компетентності учнів експериментальної групи (ЕГ) на початку ФЕ ПЕ;

«ЕГ-після» – рівень сформованості відповідної дослідницької компетентності учнів ЕГ наприкінці ФЕ ПЕ.

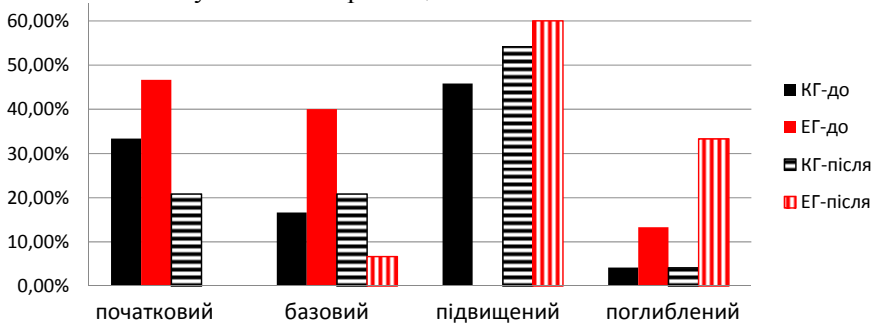


Рис. Д.1. Рівень сформованості компетентності з розробки моделей у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

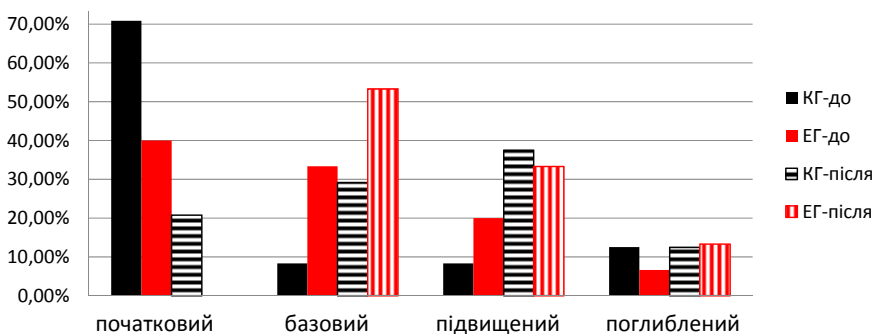


Рис. Д.2. Рівень сформованості здатності до планування дослідження у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

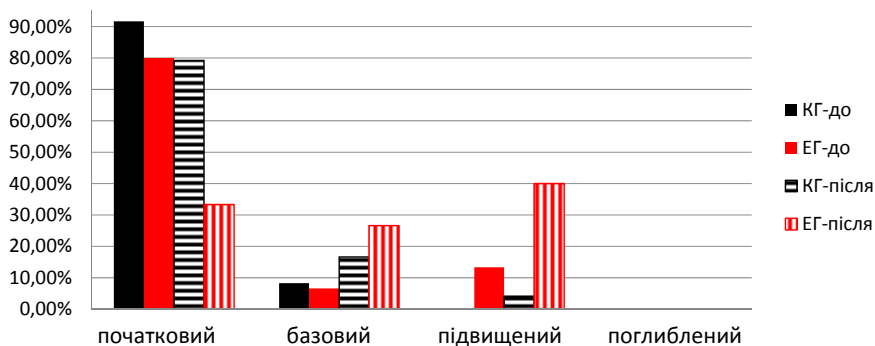


Рис. Д.3. Рівень сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

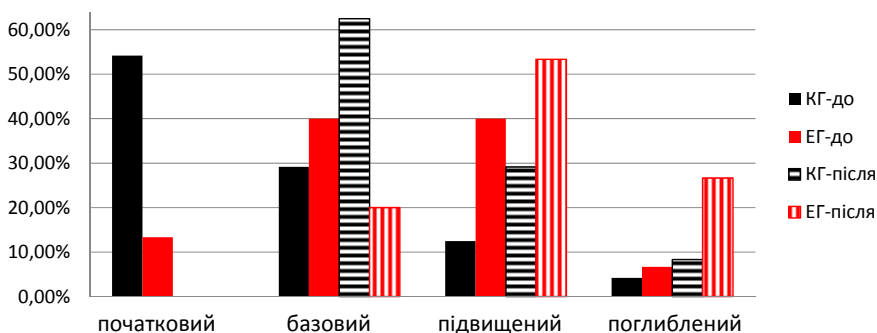


Рис. Д.4. Рівень сформованості здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

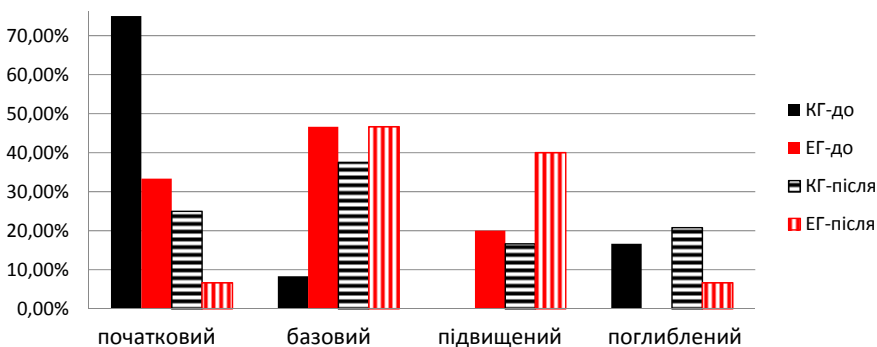


Рис. Д.5. Рівень сформованості здатності прогнозувати результати дослідження у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

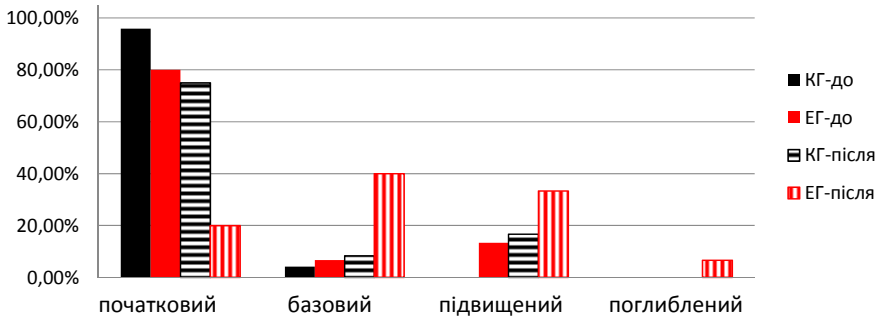


Рис. Д.6. Рівень сформованості здатності проводити обчислювальні експерименти у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

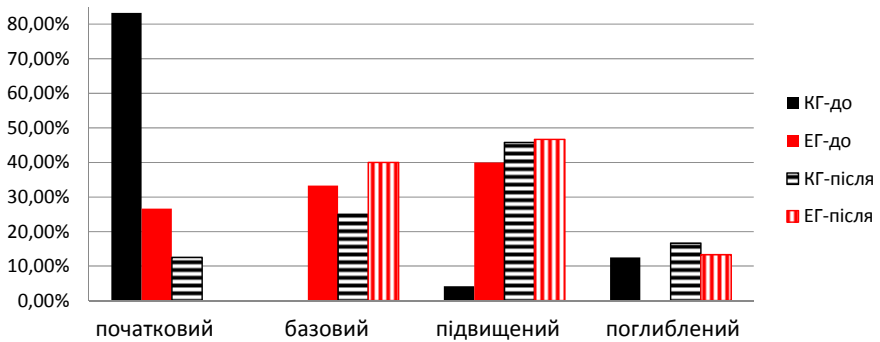


Рис. Д.7. Рівень сформованості здатності використовувати вимірювальні прилади у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

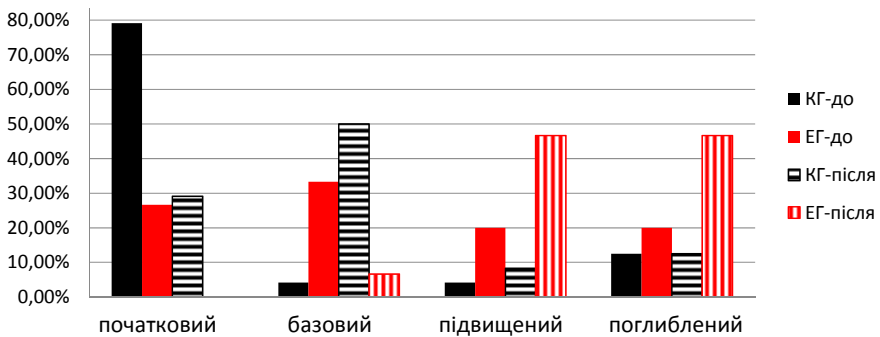


Рис. Д.8. Рівень сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

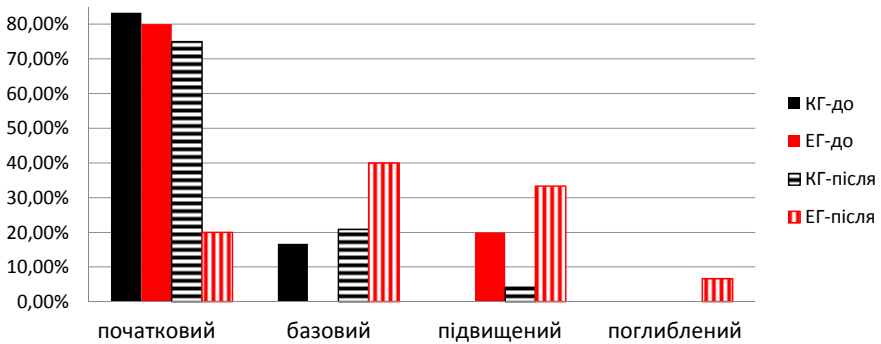


Рис. Д.9. Рівень сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для моделювання у КГ та ЕГ на початку та наприкінці формувального етапу ФЕ ПЕ

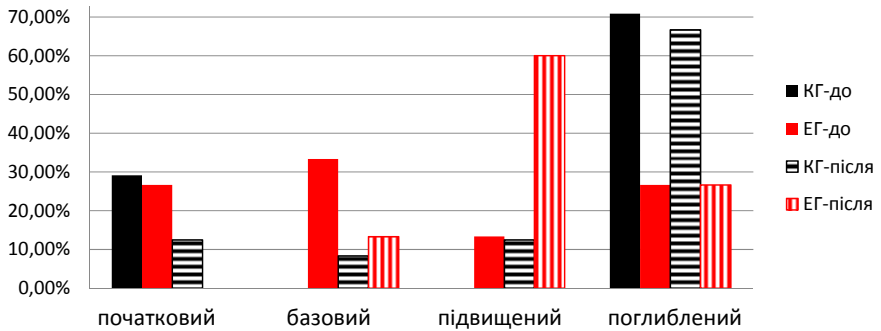


Рис. Д.10. Рівень сформованості здатності використовувати методи математичної статистики у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

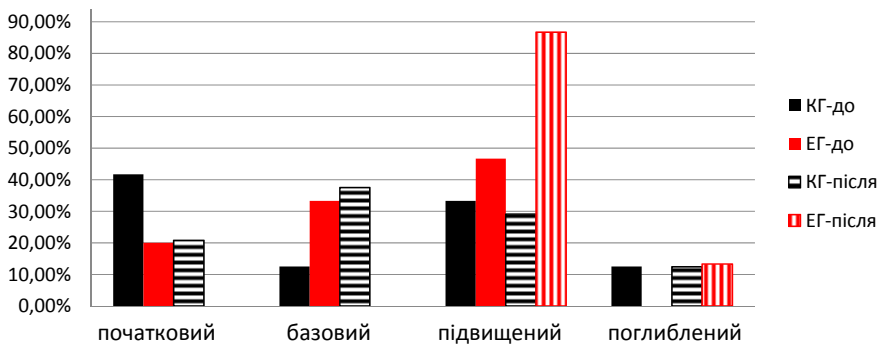


Рис. Д.11. Рівень сформованості здатності користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

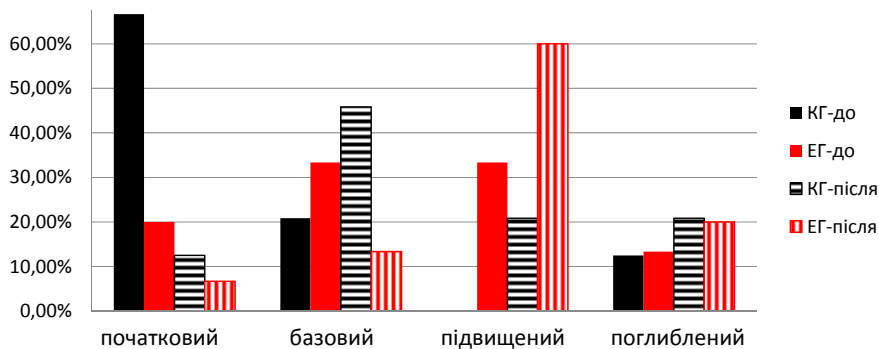


Рис. Д.12. Рівень сформованості здатності робити висновки з одержаних результатів у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

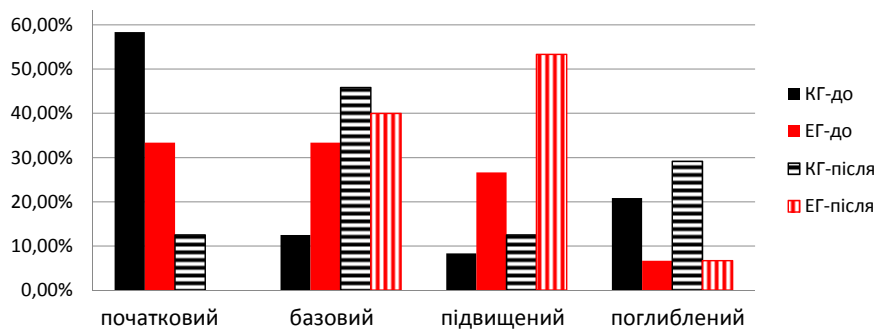


Рис. Д.13. Рівень сформованості здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

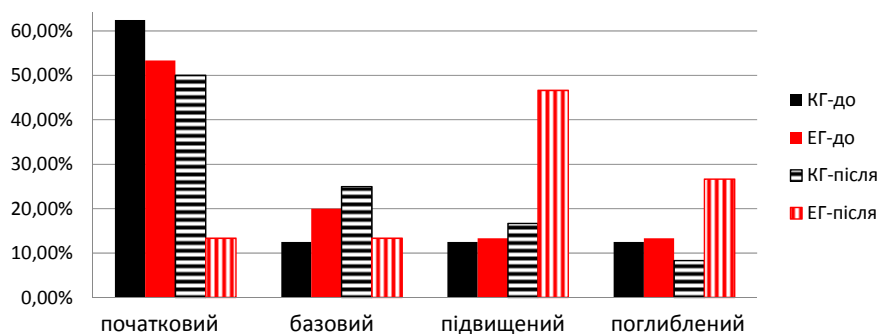


Рис. Д.14. Рівень сформованості здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту у КГ та ЕГ на початку та наприкінці ФЕ ПЕ

Додаток Е

Статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту

Умовні позначення:

- «ДК11» – компетентність з розробки моделей;
- «ДК12» – здатність до планування дослідження;
- «ДК13» – здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності;
- «ДК14» – здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження;
- «ДК15» – здатність прогнозувати результати дослідження;
- «ДК21» – здатність проводити обчислювальні експерименти;
- «ДК22» – здатність використовувати вимірювальні прилади;
- «ДК23» – здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження;
- «ДК24» – здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання;
- «ДК31» – здатність використовувати методи математичної статистики;
- «ДК32» – здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації;
- «ДК33» – здатність робити висновки з одержаних результаті;
- «ДК34» – здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження;
- «ДК35» – здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту;
- «СДК» – система дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики;
- «КГ» – контрольна група;
- «ЕГ» – експериментальна група;

Таблиця Е.1

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей підготовчого етапу фізичного дослідження для учнів КГ та ЕГ на початку формульовального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	1	20,5	1	27	0	17,5	0	8	0	12
	О----ко Юлія	1	20,5	0	12	0	17,5	0	8	3	37,5
	Б-----ва Світлана	1	20,5	0	12	0	17,5	0	8	3	37,5
	Л--ов Сергій	1	20,5	1	27	1	36	3	38,5	1	28
	Н----ко Юлія	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12
	Б-----ко Вероніка	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг	
	Б-----ий Костянтин	0	8	0	12	0	17,5	2	33	0	12	
	Б-----ко Роман	2	31	2	33	0	17,5	2	33	0	12	
	С-----ик Володимир	0	8	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	Б----ін Кирило	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	К----да Єгор	0	8	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	М----ов Ярослав	2	31	0	12	0	17,5	2	33	0	12	
	М----ик Андрій	2	31	3	37,5	0	17,5	1	22	0	12	
	К---ин Роман	2	31	0	12	0	17,5	1	22	0	12	
	П----ко Анастасія	0	8	2	33	0	17,5	1	22	3	37,5	
	І-----єв Отабек	3	38	3	37,5	1	36	1	22	1	28	
	А--єв Олександр	0	8	0	12	0	17,5	1	22	0	12	
	К-----юк Юлія	2	31	0	12	0	17,5	1	22	0	12	
	П---ук Юлія	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	П-----ко Дар'я	0	8	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	П-----ко Богдан	0	8	0	12	0	17,5	1	22	0	12	
	Г---на Олена	0	8	3	37,5	0	17,5	0	8	3	37,5	
	З-----ко Олександра	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	В-----ва Юлія	2	31	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
	експериментальна	Г-----ий Сергій	3	38	2	33	1	36	3	38,5	2	34
		Б---й Олексій	3	38	1	27	0	17,5	1	22	1	28
Ш---ов Святослав		1	20,5	3	37,5	0	17,5	2	33	0	12	
П---на Володимир		1	20,5	1	27	0	17,5	2	33	2	34	
П-----ий Роман		1	20,5	0	12	0	17,5	2	33	1	28	
К--га Владислав		0	8	0	12	0	17,5	1	22	1	28	
К----ов Нікіта		1	20,5	2	33	2	38,5	2	33	2	34	
Г-----ко Ярослав		1	20,5	2	33	0	17,5	2	33	0	12	
П-----ка Владислав		0	8	1	27	0	17,5	1	22	1	28	
М----як Дарина		0	8	0	12	0	17,5	0	8	0	12	
А-----ко Микита		1	20,5	1	27	0	17,5	1	22	1	28	
П-----ін Ілля		0	8	1	27	0	17,5	1	22	1	28	
Т-----ов Владислав		0	8	0	12	0	17,5	1	22	0	12	
М----ов Микита		0	8	0	12	2	38,5	0	8	0	12	
С--ст Максим		0	8	0	12	0	17,5	2	33	1	28	
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	525	S_{n1}	437	S_{n1}	457	S_{n1}	396	S_{n1}	422	
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	255	S_{n2}	344	S_{n2}	323	S_{n2}	385	S_{n2}	358	
Значення критерію	$U_{емп}$	135	$U_{емп}$	224	$U_{емп}$	203	$U_{емп}$	265	$U_{емп}$	238		

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
Значущість відмінностей		незначущі		незначущі		незначущі		незначущі		незначущі	

Таблиця Е.2

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей діяльнісного етапу фізичного дослідження та їх системи в цілому для учнів КГ та ЕГ на початку формувального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	О----ко Юлія	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	Б-----ва Світлана	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	Л--ов Сергій	0	18	0	12,5	2	31,5	1	34,5	1	25,5
	Н-----ко Юлія	0	18	3	38	0	12	0	16,5	0	8
	Б-----ко Вероніка	0	18	2	33	0	12	0	16,5	0	8
	Б-----ий Костянтин	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	Б-----ко Роман	0	18	0	12,5	3	36,5	0	16,5	0	8
	С-----ик Володимир	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	Б-----ін Кирило	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	К-----да Єгор	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	М-----ов Ярослав	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	М-----ик Андрій	0	18	0	12,5	3	36,5	0	16,5	1	25,5
	К--ин Роман	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	П-----ко Анастасія	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	Г-----св Отабек	1	36,5	3	38	1	26,5	1	34,5	2	37
	А--єв Олександр	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5
	К-----юк Юлія	0	18	0	12,5	3	36,5	0	16,5	0	8
	П----ук Юлія	0	18	3	38	0	12	0	16,5	1	25,5
	П-----ко Дар'я	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
П-----ко Богдан	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5	
Г-----на Олена	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	1	25,5	
З-----ко Олександра	0	18	0	12,5	0	12	1	34,5	1	25,5	
В-----ва Юлія	0	18	0	12,5	0	12	1	34,5	1	25,5	
експериментальна	Г-----ий Сергій	2	38,5	2	33	3	36,5	2	38	3	39
	Б----й Олексій	0	18	2	33	3	36,5	2	38	2	37
	Ш----ов Святослав	0	18	0	12,5	1	26,5	0	16,5	1	25,5
	П----на Володимир	0	18	2	33	2	31,5	0	16,5	1	25,5

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
	П-----ий Роман	0	18	2	33	1	26,5	0	16,5	1	25,5
	К--га Владислав	0	18	1	27	1	26,5	0	16,5	0	8
	К-----ов Нікіта	2	38,5	2	33	3	36,5	2	38	2	37
	Г-----ко Ярослав	0	18	0	12,5	1	26,5	0	16,5	1	25,5
	П-----ка Владислав	0	18	1	27	1	26,5	0	16,5	1	25,5
	М----як Дарина	0	18	1	27	0	12	0	16,5	0	8
	А-----ко Микита	0	18	1	27	2	31,5	0	16,5	1	25,5
	П-----ін Ілля	0	18	1	27	2	31,5	0	16,5	1	25,5
	Г-----ов Владислав	1	36,5	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	М-----ов Микита	0	18	0	12,5	0	12	0	16,5	0	8
	С--ст Максим	0	18	2	33	0	12	0	16,5	0	8
	Сума рангів для учнів КГ	S_{n1}	450,5	S_{n1}	397	S_{n1}	395,5	S_{n1}	468	S_{n1}	449
Сума рангів для учнів ЕГ	S_{n2}	329,5	S_{n2}	383	S_{n2}	384,5	S_{n2}	312	S_{n2}	332	
Значення критерію	$U_{емп}$	209,5	$U_{емп}$	263	$U_{емп}$	264,5	$U_{емп}$	192	$U_{емп}$	211,5	
Значущість відмінностей	незначущі		незначущі		незначущі		незначущі		незначущі		

Таблиця Е.3

**Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості
дослідницьких компетентностей узагальнювального етапу
фізичного дослідження для учнів КГ та ЕГ на початку
формувального етапу експерименту**

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	3	29	0	7	3	37	1	23,5	0	12
	О---ко Юлія	3	29	2	29	1	24,5	1	23,5	1	26,5
	Б----ва Світлана	0	6	2	29	0	10	3	36,5	0	12
	Л--ов Сергій	3	29	1	17,5	3	37	2	30,5	3	37
	Н----ко Юлія	3	29	0	7	0	10	0	10	0	12
	Б-----ко Вероніка	3	29	0	7	0	10	0	10	0	12
	Б-----ий Костянтин	3	29	0	7	3	37	0	10	0	12
	Б-----ко Роман	0	6	3	38	0	10	0	10	0	12
	С-----ик Володимир	3	29	2	29	0	10	0	10	0	12
	Б-----ін Кирило	3	29	0	7	0	10	3	36,5	2	32
	К-----да Єгор	0	6	0	7	0	10	0	10	0	12

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
	М----ов Ярослав	3	29	3	38	1	24,5	0	10	3	37
	М----ик Андрій	3	29	2	29	1	24,5	0	10	2	32
	К---ин Роман	0	6	2	29	0	10	0	10	0	12
	П----ко Анастасія	0	6	1	17,5	0	10	0	10	0	12
	І-----св Отабек	3	29	2	29	1	24,5	1	23,5	3	37
	А--єв Олександр	3	29	1	17,5	0	10	3	36,5	0	12
	К----юк Юлія	3	29	3	38	1	24,5	0	10	0	12
	П----ук Юлія	3	29	0	7	0	10	0	10	1	26,5
	П-----ко Дар'я	0	6	0	7	0	10	0	10	2	32
	П-----ко Богдан	3	29	0	7	0	10	3	36,5	0	12
	Г----на Олена	0	6	0	7	0	10	0	10	1	26,5
	З-----ко Олександра	3	29	2	29	0	10	2	30,5	0	12
	В----ва Юлія	3	29	2	29	0	10	3	36,5	0	12
	експериментальна	Г-----ий Сергій	3	29	2	29	3	37	3	36,5	3
Б---й Олексій		3	29	1	17,5	3	37	2	30,5	3	37
Ш----ов Святослав		0	6	0	7	2	32	0	10	2	32
П----на Володимир		1	14	2	29	2	32	2	30,5	1	26,5
П-----ий Роман		1	14	1	17,5	1	24,5	1	23,5	0	12
К--га Владислав		1	14	2	29	1	24,5	1	23,5	0	12
К----ов Нікіта		1	14	1	17,5	2	32	2	30,5	1	26,5
Г----ко Ярослав		0	6	2	29	2	32	0	10	2	32
П-----ка Владислав		2	17,5	2	29	1	24,5	1	23,5	1	26,5
М----як Дарина		0	6	0	7	1	24,5	0	10	0	12
А-----ко Микита		0	6	2	29	1	24,5	1	23,5	0	12
П-----ін Ілля		3	29	1	17,5	2	32	2	30,5	0	12
Т-----ов Владислав		3	29	1	17,5	0	10	0	10	0	12
М----ов Микита		1	14	2	29	0	10	0	10	0	12
С--ст Максим		2	17,5	0	7	0	10	1	23,5	0	12
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	535	S_{n1}	468,5	S_{n1}	393,5	S_{n1}	454	S_{n1}	467
Сума рангів для учнів ЕГ	S_{n2}	245	S_{n2}	311,5	S_{n2}	386,5	S_{n2}	326	S_{n2}	314	
Значення критерію	$U_{емп}$	125	$U_{емп}$	191,5	$U_{емп}$	266,5	$U_{емп}$	206	$U_{емп}$	193,5	
Значущість відмінностей		незначущі		незначущі		незначущі		незначущі		незначущі	

**Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості
дослідницьких компетентностей підготовчого етапу фізичного
дослідження для учнів КГ та ЕГ наприкінці формувального етапу
експерименту**

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	1	8,5	2	27,5	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	О----ко Юлія	2	22,5	2	27,5	0	12,5	2	26	3	36,5
	Б-----ва Світлана	1	8,5	2	27,5	1	28,5	1	9,5	3	36,5
	Л--ов Сергій	2	22,5	2	27,5	2	36	3	36,5	2	28,5
	Н----ко Юлія	2	22,5	1	13	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	Б-----ко Вероніка	2	22,5	1	13	0	12,5	1	9,5	2	28,5
	Б-----ий Костянтин	0	3	1	13	0	12,5	2	26	1	15,5
	Б-----ко Роман	2	22,5	2	27,5	0	12,5	2	26	2	28,5
	С-----ик Володимир	0	3	1	13	0	12,5	1	9,5	0	4
	Б----ін Кирило	2	22,5	1	13	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	К-----да Єгор	0	3	0	3	0	12,5	1	9,5	0	4
	М-----ов Ярослав	2	22,5	2	27,5	0	12,5	2	26	0	4
	М----ик Андрій	2	22,5	3	37	0	12,5	2	26	0	4
	К----ин Роман	2	22,5	0	3	0	12,5	2	26	0	4
	П----ко Анастасія	0	3	2	27,5	0	12,5	1	9,5	3	36,5
	І-----єв Отабек	3	36,5	3	37	1	28,5	3	36,5	3	36,5
	А--єв Олександр	1	8,5	1	13	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	К-----юк Юлія	2	22,5	0	3	0	12,5	1	9,5	2	28,5
	П----ук Юлія	2	22,5	0	3	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	П-----ко Дар'я	0	3	0	3	0	12,5	1	9,5	0	4
	П-----ко Богдан	1	8,5	1	13	1	28,5	2	26	1	15,5
	Г----на Олена	1	8,5	3	37	0	12,5	1	9,5	3	36,5
З-----ко Олександра	2	22,5	2	27,5	1	28,5	1	9,5	1	15,5	
В-----ва Юлія	2	22,5	2	27,5	0	12,5	1	9,5	1	15,5	
експериментальна	Г-----ий Сергій	3	36,5	3	37	2	36	3	36,5	2	28,5
	Б---й Олексій	3	36,5	2	27,5	1	28,5	2	26	1	15,5
	Ш----ов Святослав	3	36,5	3	37	2	36	2	26	2	28,5
	П-----на Володимир	3	36,5	2	27,5	1	28,5	2	26	2	28,5
	П-----ий Роман	2	22,5	1	13	2	36	3	36,5	2	28,5
	К--га Владислав	1	8,5	1	13	0	12,5	2	26	2	28,5
	К----ов Нікіта	3	36,5	2	27,5	2	36	3	36,5	3	36,5
	Г-----ко Ярослав	2	22,5	2	27,5	0	12,5	3	36,5	1	15,5
	П-----ка	2	22,5	1	13	1	28,5	2	26	1	15,5

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
	Владислав										
	М----як Дарина	2	22,5	1	13	0	12,5	1	9,5	0	4
	А-----ко Микита	2	22,5	1	13	0	12,5	1	9,5	1	15,5
	П-----ін Ілля	2	22,5	2	27,5	1	28,5	2	26	1	15,5
	Т-----ов Владислав	2	22,5	1	13	2	36	2	26	1	15,5
	М----ов Микита	2	22,5	1	13	2	36	1	9,5	1	15,5
	С--ст Максим	2	22,5	1	13	0	12,5	2	26	2	28,5
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	386,5	S_{n1}	464,5	S_{n1}	387,5	S_{n1}	397,5	S_{n1}	460
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	393,5	S_{n2}	315,5	S_{n2}	392,5	S_{n2}	382,5	S_{n2}	320
Значення критерію		$U_{емп}$	86,5	$U_{емп}$	195,5	$U_{емп}$	87,5	$U_{емп}$	262,5	$U_{емп}$	200
Значущість відмінностей		значущі		незначущі		значущі		незначущі		незначущі	

Таблиця Е.5

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей діяльнісного етапу фізичного дослідження та їх системи в цілому для учнів КГ та ЕГ наприкінці формувального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	0	11	1	9,5	1	14	0	11	1	16
	О----ко Юлія	0	11	2	24,5	1	14	0	11	1	16
	Б-----ва Світлана	0	11	1	9,5	1	14	0	11	1	16
	Л--ов Сергій	1	25,5	2	24,5	1	14	1	27	2	32
	Н----ко Юлія	0	11	3	36,5	0	4	0	11	1	16
	Б-----ко Вероніка	0	11	3	36,5	0	4	0	11	1	16
	Б-----ий Костянтин	0	11	2	24,5	1	14	0	11	1	16
	Б-----ко Роман	0	11	2	24,5	3	34,5	0	11	1	16
	С-----ик Володимир	0	11	1	9,5	0	4	0	11	0	2,5
	Б----ін Кирило	0	11	0	2	1	14	0	11	1	16
	К----да Єгор	0	11	0	2	0	4	0	11	0	2,5
	М----ов Ярослав	0	11	1	9,5	0	4	0	11	1	16
	М----ик Андрій	0	11	2	24,5	3	34,5	0	11	2	32
	К--ин Роман	0	11	0	2	0	4	0	11	0	2,5
	П----ко Анастасія	0	11	2	24,5	1	14	1	27	1	16
	І-----св Отабек	2	34	3	36,5	1	14	2	35,5	3	38

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
	А---єв Олександр	0	11	2	24,5	2	25	0	11	1	16
	К-----юк Юлія	0	11	2	24,5	3	34,5	0	11	1	16
	П-----ук Юлія	0	11	3	36,5	1	14	1	27	1	16
	П-----ко Дар'я	0	11	1	9,5	0	4	0	11	0	2,5
	П-----ко Богдан	2	34	2	24,5	2	25	0	11	1	16
	Г-----на Олена	1	25,5	2	24,5	1	14	0	11	1	16
	З-----ко Олександра	2	34	2	24,5	1	14	1	27	1	16
	В-----ва Юлія	2	34	1	9,5	1	14	1	27	1	16
експериментальна	Г-----ий Сергій	2	34	2	24,5	3	34,5	2	35,5	3	38
	Б---й Олексій	1	25,5	3	36,5	3	34,5	2	35,5	2	32
	Ш----ов Святослав	2	34	1	9,5	3	34,5	2	35,5	2	32
	П-----на Володимир	2	34	2	24,5	2	25	2	35,5	2	32
	П-----ий Роман	1	25,5	2	24,5	3	34,5	1	27	2	32
	К--га Владислав	0	11	2	24,5	3	34,5	0	11	1	16
	К-----ов Нікіта	3	39	3	36,5	3	34,5	3	39	3	38
	Г-----ко Ярослав	1	25,5	1	9,5	2	25	1	27	1	16
	П-----ка Владислав	2	34	1	9,5	2	25	1	27	2	32
	М----як Дарина	0	11	2	24,5	2	25	0	11	1	16
	А-----ко Микита	1	25,5	2	24,5	2	25	2	35,5	1	16
	П-----ін Ілля	2	34	1	9,5	2	25	1	27	2	32
	Т-----ов Владислав	1	25,5	1	9,5	3	34,5	1	27	2	32
	М-----ов Микита	1	25,5	1	9,5	2	25	0	11	1	16
С--ст Максим	0	11	2	24,5	1	14	1	27	1	16	
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	385	S_{n1}	478,5	S_{n1}	349,5	S_{n1}	368,5	S_{n1}	384
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	395	S_{n2}	301,5	S_{n2}	430,5	S_{n2}	411,5	S_{n2}	396
Значення критерію		$U_{емп}$	85	$U_{емп}$	181,5	$U_{емп}$	49,5	$U_{емп}$	68,5	$U_{емп}$	84
Значущість відмінностей			значущі		незначущі		значущі		значущі		значущі

Таблиця Е.6

**Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості
дослідницьких компетентностей узагальнювального етапу
фізичного дослідження для учнів КГ та ЕГ наприкінці
формувального етапу експерименту**

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
контрольна	П-----ко Денис	3	29,5	0	3	3	35,5	1	12	1	18,5
	О----ко Юлія	3	29,5	1	10	2	24,5	2	26	1	18,5
	Б-----ва Світлана	2	13,5	1	10	1	11	3	35,5	0	7,5
	Л--ов Сергій	3	29,5	1	10	3	35,5	2	26	2	28
	Н----ко Юлія	3	29,5	0	3	1	11	1	12	0	7,5
	Б-----ко Вероніка	3	29,5	0	3	1	11	2	26	1	18,5
	Б-----ий Костянтин	2	13,5	0	3	3	35,5	1	12	1	18,5
	Б-----ко Роман	1	5,5	3	37	2	24,5	1	12	0	7,5
	С-----ик Володимир	3	29,5	2	24,5	1	11	1	12	0	7,5
	Б----ін Кирило	3	29,5	1	10	3	35,5	3	35,5	2	28
	К----да Єгор	0	2	1	10	0	2,5	0	2	0	7,5
	М-----ов Ярослав	3	29,5	3	37	1	11	1	12	3	36,5
	М----ик Андрій	3	29,5	2	24,5	2	24,5	1	12	2	28
	К----ин Роман	0	2	1	10	0	2,5	0	2	0	7,5
	П----ко Анастасія	1	5,5	1	10	1	11	1	12	0	7,5
	І-----єв Огабек	3	29,5	2	24,5	3	35,5	3	35,5	3	36,5
	А--єв Олександр	3	29,5	2	24,5	1	11	3	35,5	0	7,5
	К----юк Юлія	3	29,5	3	37	1	11	1	12	0	7,5
	П----ук Юлія	3	29,5	2	24,5	2	24,5	1	12	1	18,5
	П-----ко Дар'я	0	2	0	3	0	2,5	0	2	2	28
П-----ко Богдан	3	29,5	2	24,5	2	24,5	3	35,5	0	7,5	
Г----на Олена	2	13,5	2	24,5	1	11	1	12	1	18,5	
З-----ко Олександра	3	29,5	1	10	1	11	3	35,5	0	7,5	
В----ва Юлія	3	29,5	1	10	1	11	3	35,5	0	7,5	
експериментальна	Г-----ий Сергій	3	29,5	3	37	3	35,5	3	35,5	3	36,5
	Б---й Олексій	3	29,5	2	24,5	3	35,5	2	26	3	36,5
	Ш---ов Святослав	2	13,5	2	24,5	2	24,5	2	26	2	28
	П---на Володимир	2	13,5	2	24,5	2	24,5	2	26	2	28
	П-----ий Роман	2	13,5	2	24,5	2	24,5	2	26	2	28
	К--га Владислав	2	13,5	2	24,5	1	11	1	12	2	28
	К----ов Нікіта	2	13,5	3	37	2	24,5	2	26	2	28
	Г----ко Ярослав	2	13,5	2	24,5	2	24,5	2	26	2	28
	П-----ка	2	13,5	2	24,5	2	24,5	1	12	3	36,5

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
	Владислав										
	М----як Дарина	2	13,5	2	24,5	1	11	1	12	0	7,5
	А-----ко Микита	1	5,5	2	24,5	2	24,5	1	12	2	28
	П-----ін Ілля	3	29,5	2	24,5	3	35,5	2	26	1	18,5
	Г-----ов Владислав	3	29,5	2	24,5	2	24,5	1	12	3	36,5
	М-----ов Микита	1	5,5	2	24,5	0	2,5	1	12	0	7,5
	С--ст Максим	2	13,5	2	24,5	2	24,5	2	26	1	18,5
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	529,5	S_{n1}	387,5	S_{n1}	428,5	S_{n1}	464,5	S_{n1}	386
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	250,5	S_{n2}	392,5	S_{n2}	351,5	S_{n2}	315,5	S_{n2}	394
Значення критерію		$U_{емп}$	130,5	$U_{емп}$	87,5	$U_{емп}$	231,5	$U_{емп}$	195,5	$U_{емп}$	86
Значущість відмінностей		незначущі		значущі		незначущі		незначущі		значущі	

Таблиця Е.7

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей підготовчого етапу фізичного дослідження для учнів КГ на початку та наприкінці формувального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
на початку формувального етапу	П-----ко Денис	1	18	1	27	0	21	0	7	0	12,5
	О----ко Юлія	1	18	0	11,5	0	21	0	7	3	44
	Б-----ва Світлана	1	18	0	11,5	0	21	0	7	3	44
	Л--ов Сергій	1	18	1	27	1	44,5	3	47	1	30
	Н----ко Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	Б-----ко Вероніка	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	Б-----ий Костянтин	0	7	0	11,5	0	21	2	40,5	0	12,5
	Б-----ко Роман	2	34,5	2	37	0	21	2	40,5	0	12,5
	С-----ик Володимир	0	7	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	Б-----ін Кирило	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	К----да Єгор	0	7	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	М-----ов Ярослав	2	34,5	0	11,5	0	21	2	40,5	0	12,5
	М----ик Андрій	2	34,5	3	45,5	0	21	1	24,5	0	12,5
	К--ин Роман	2	34,5	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5
	П----ко Анастасія	0	7	2	37	0	21	1	24,5	3	44
	Г-----св Отабек	3	47,5	3	45,5	1	44,5	1	24,5	1	30
А--св Олександр	0	7	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5	

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
	К-----юк Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5
	П-----ук Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	П-----ко Дар'я	0	7	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	П-----ко Богдан	0	7	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5
	Г-----на Олена	0	7	3	45,5	0	21	0	7	3	44
	З-----ко Олександра	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
	В-----ва Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	0	7	0	12,5
наприкінці формуального етапу	П-----ко Денис	1	18	2	37	0	21	1	24,5	1	30
	О-----ко Юлія	2	34,5	2	37	0	21	2	40,5	3	44
	Б-----ва Світлана	1	18	2	37	1	44,5	1	24,5	3	44
	Л-----ов Сергій	2	34,5	2	37	2	48	3	47	2	37,5
	Н-----ко Юлія	2	34,5	1	27	0	21	1	24,5	1	30
	Б-----ко Вероніка	2	34,5	1	27	0	21	1	24,5	2	37,5
	Б-----ий Костянтин	0	7	1	27	0	21	2	40,5	1	30
	Б-----ко Роман	2	34,5	2	37	0	21	2	40,5	2	37,5
	С-----ик Володимир	0	7	1	27	0	21	1	24,5	0	12,5
	Б-----ін Кирило	2	34,5	1	27	0	21	1	24,5	1	30
	К-----да Єгор	0	7	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5
	М-----ов Ярослав	2	34,5	2	37	0	21	2	40,5	0	12,5
	М-----ик Андрій	2	34,5	3	45,5	0	21	2	40,5	0	12,5
	К---ин Роман	2	34,5	0	11,5	0	21	2	40,5	0	12,5
	П-----ко Анастасія	0	7	2	37	0	21	1	24,5	3	44
	Г-----ев Отабек	3	47,5	3	45,5	1	44,5	3	47	3	44
	А--ев Олександр	1	18	1	27	0	21	1	24,5	1	30
	К-----юк Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	1	24,5	2	37,5
	П-----ук Юлія	2	34,5	0	11,5	0	21	1	24,5	1	30
	П-----ко Дар'я	0	7	0	11,5	0	21	1	24,5	0	12,5
П-----ко Богдан	1	18	1	27	1	44,5	2	40,5	1	30	
Г-----на Олена	1	18	3	45,5	0	21	1	24,5	3	44	
З-----ко Олександра	2	34,5	2	37	1	44,5	1	24,5	1	30	
В-----ва Юлія	2	34,5	2	37	0	21	1	24,5	1	30	
Сума рангів для учнів КГ	S_{n1}	555	S_{n1}	460	S_{n1}	551	S_{n1}	431	S_{n1}	461	
Сума рангів для учнів ЕГ	S_{n2}	621	S_{n2}	716	S_{n2}	625	S_{n2}	745	S_{n2}	715	
Значення критерію	$U_{емп}$	255	$U_{емп}$	160	$U_{емп}$	251	$U_{емп}$	131	$U_{емп}$	161	
Значущість відмінностей	незначущі		значущі		незначущі		значущі		значущі		

**Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості
дослідницьких компетентностей діяльнісного етапу фізичного
дослідження та їх системи в цілому для учнів КГ на початку та
наприкінці формувального етапу експерименту**

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
на початку формувального етапу	П-----ко Денис	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	О----ко Юлія	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	Б-----ва Світлана	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	Л--ов Сергій	0	21	0	12	2	41	1	43	1	29,5
	Н-----ко Юлія	0	21	3	45	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	Б-----ко Вероніка	0	21	2	35,5	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	Б-----ий Костянтин	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	Б-----ко Роман	0	21	0	12	3	45,5	0	19,5	0	7,5
	С-----ик Володимир	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	Б----ін Кирило	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	К----да Єгор	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	М-----ов Ярослав	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	М----ик Андрій	0	21	0	12	3	45,5	0	19,5	1	29,5
	К--ин Роман	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	П-----ко Анастасія	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	Г-----єв Отабек	1	43	3	45	1	33	1	43	2	46
	А--єв Олександр	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	К-----юк Юлія	0	21	0	12	3	45,5	0	19,5	0	7,5
	П----ук Юлія	0	21	3	45	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	П-----ко Дар'я	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	П-----ко Богдан	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5
Г----на Олена	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	1	29,5	
З-----ко Олександра	0	21	0	12	0	13,5	1	43	1	29,5	
В-----ва Юлія	0	21	0	12	0	13,5	1	43	1	29,5	
наприкінці формувального етапу	П-----ко Денис	0	21	1	26,5	1	33	0	19,5	1	29,5
	О----ко Юлія	0	21	2	35,5	1	33	0	19,5	1	29,5
	Б-----ва Світлана	0	21	1	26,5	1	33	0	19,5	1	29,5
	Л--ов Сергій	1	43	2	35,5	1	33	1	43	2	46
	Н-----ко Юлія	0	21	3	45	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	Б-----ко Вероніка	0	21	3	45	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	Б-----ий Костянтин	0	21	2	35,5	1	33	0	19,5	1	29,5
	Б-----ко Роман	0	21	2	35,5	3	45,5	0	19,5	1	29,5
	С-----ик	0	21	1	26,5	0	13,5	0	19,5	0	7,5

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
	Володимир										
	Б----ін Кирило	0	21	0	12	1	33	0	19,5	1	29,5
	К----да Єгор	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	М----ов Ярослав	0	21	1	26,5	0	13,5	0	19,5	1	29,5
	М----ик Андрій	0	21	2	35,5	3	45,5	0	19,5	2	46
	К---ин Роман	0	21	0	12	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	П-----ко Анастасія	0	21	2	35,5	1	33	1	43	1	29,5
	Г-----єв Отабек	2	46,5	3	45	1	33	2	48	3	48
	А--єв Олександр	0	21	2	35,5	2	41	0	19,5	1	29,5
	К-----юк Юлія	0	21	2	35,5	3	45,5	0	19,5	1	29,5
	П----ук Юлія	0	21	3	45	1	33	1	43	1	29,5
	П-----ко Дар'я	0	21	1	26,5	0	13,5	0	19,5	0	7,5
	П-----ко Богдан	2	46,5	2	35,5	2	41	0	19,5	1	29,5
	Г----на Олена	1	43	2	35,5	1	33	0	19,5	1	29,5
	З-----ко Олександра	2	46,5	2	35,5	1	33	1	43	1	29,5
	В-----ва Юлія	2	46,5	1	26,5	1	33	1	43	1	29,5
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	526	S_{n1}	410,5	S_{n1}	467	S_{n1}	562	S_{n1}	505
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	650	S_{n2}	765,5	S_{n2}	709	S_{n2}	614	S_{n2}	672
Значення критерію		$U_{емп}$	226	$U_{емп}$	110,5	$U_{емп}$	167	$U_{емп}$	262	$U_{емп}$	205
Значущість відмінностей		незначущі		значущі		значущі		незначущі		значущі	

Таблиця Е.9

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей узагальнювального етапу фізичного дослідження для учнів КГ на початку та наприкінці формувального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
на початку формувального етапу	П-----ко Денис	3	32	0	8	3	44,5	1	24,5	0	14
	О-----ко Юлія	3	32	2	35	1	27,5	1	24,5	1	32
	Б-----ва Світлана	0	5,5	2	35	0	10	3	42,5	0	14
	Л--ов Сергій	3	32	1	21,5	3	44,5	2	34	3	46
	Н-----ко Юлія	3	32	0	8	0	10	0	9	0	14
	Б-----ко Вероніка	3	32	0	8	0	10	0	9	0	14
	Б-----ий Костянтин	3	32	0	8	3	44,5	0	9	0	14
	Б-----ко Роман	0	5,5	3	45,5	0	10	0	9	0	14
	С-----ик	3	32	2	35	0	10	0	9	0	14

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
	Володимир										
	Б----ін Кирило	3	32	0	8	0	10	3	42,5	2	40
	К----да Єгор	0	5,5	0	8	0	10	0	9	0	14
	М----ов Ярослав	3	32	3	45,5	1	27,5	0	9	3	46
	М----ик Андрій	3	32	2	35	1	27,5	0	9	2	40
	К---ин Роман	0	5,5	2	35	0	10	0	9	0	14
	П----ко Анастасія	0	5,5	1	21,5	0	10	0	9	0	14
	І-----єв Отабек	3	32	2	35	1	27,5	1	24,5	3	46
	А--єв Олександр	3	32	1	21,5	0	10	3	42,5	0	14
	К----юк Юлія	3	32	3	45,5	1	27,5	0	9	0	14
	П----ук Юлія	3	32	0	8	0	10	0	9	1	32
	П-----ко Дар'я	0	5,5	0	8	0	10	0	9	2	40
	П-----ко Богдан	3	32	0	8	0	10	3	42,5	0	14
	Г----на Олена	0	5,5	0	8	0	10	0	9	1	32
	З----ко Олександра	3	32	2	35	0	10	2	34	0	14
	В----ва Юлія	3	32	2	35	0	10	3	42,5	0	14
	напрікінці формувального етапу	П-----ко Денис	3	32	0	8	3	44,5	1	24,5	1
О----ко Юлія		3	32	1	21,5	2	38	2	34	1	32
Б----ва Світлана		2	14	1	21,5	1	27,5	3	42,5	0	14
Л--ов Сергій		3	32	1	21,5	3	44,5	2	34	2	40
Н----ко Юлія		3	32	0	8	1	27,5	1	24,5	0	14
Б-----ко Вероніка		3	32	0	8	1	27,5	2	34	1	32
Б----ий Костянтин		2	14	0	8	3	44,5	1	24,5	1	32
Б-----ко Роман		1	11,5	3	45,5	2	38	1	24,5	0	14
С-----ик Володимир		3	32	2	35	1	27,5	1	24,5	0	14
Б----ін Кирило		3	32	1	21,5	3	44,5	3	42,5	2	40
К----да Єгор		0	5,5	1	21,5	0	10	0	9	0	14
М----ов Ярослав		3	32	3	45,5	1	27,5	1	24,5	3	46
М----ик Андрій		3	32	2	35	2	38	1	24,5	2	40
К---ин Роман		0	5,5	1	21,5	0	10	0	9	0	14
П----ко Анастасія		1	11,5	1	21,5	1	27,5	1	24,5	0	14
І-----єв Отабек		3	32	2	35	3	44,5	3	42,5	3	46
А--єв Олександр		3	32	2	35	1	27,5	3	42,5	0	14
К----юк Юлія		3	32	3	45,5	1	27,5	1	24,5	0	14
П----ук Юлія		3	32	2	35	2	38	1	24,5	1	32
П-----ко Дар'я		0	5,5	0	8	0	10	0	9	2	40
П-----ко Богдан	3	32	2	35	2	38	3	42,5	0	14	

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
	Г----на Олена	2	14	2	35	1	27,5	1	24,5	1	32
	З----ко Олександра	3	32	1	21,5	1	27,5	3	42,5	0	14
	В----ва Юлія	3	32	1	21,5	1	27,5	3	42,5	0	14
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	582,5	S_{n1}	561	S_{n1}	431	S_{n1}	480	S_{n1}	564
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	593,5	S_{n2}	615	S_{n2}	745	S_{n2}	696	S_{n2}	612
Значення критерію		$U_{емп}$	282,5	$U_{емп}$	261	$U_{емп}$	131	$U_{емп}$	180	$U_{емп}$	264
Значущість відмінностей		незначущі		незначущі		значущі		значущі		незначущі	

Таблиця Е.10

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей підготовчого етапу фізичного дослідження для учнів ЕГ на початку та наприкінці формуального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
на початку формуального етапу	Г-----ий Сергій	3	27	2	23,5	1	20	3	28	2	25
	Б---й Олексій	3	27	1	13	0	9	1	7	1	13,5
	Ш----ов Святослав	1	11	3	29	0	9	2	18,5	0	3,5
	П----на Володимир	1	11	1	13	0	9	2	18,5	2	25
	П-----ий Роман	1	11	0	3,5	0	9	2	18,5	1	13,5
	К--га Владислав	0	4	0	3,5	0	9	1	7	1	13,5
	К----ов Нікіта	1	11	2	23,5	2	26,5	2	18,5	2	25
	Г----ко Ярослав	1	11	2	23,5	0	9	2	18,5	0	3,5
	П-----ка Владислав	0	4	1	13	0	9	1	7	1	13,5
	М----як Дарина	0	4	0	3,5	0	9	0	1,5	0	3,5
	А-----ко Микита	1	11	1	13	0	9	1	7	1	13,5
	П-----ін Ілля	0	4	1	13	0	9	1	7	1	13,5
	Т-----ов Владислав	0	4	0	3,5	0	9	1	7	0	3,5
	М----ов Микита	0	4	0	3,5	2	26,5	0	1,5	0	3,5
	С--ст Максим	0	4	0	3,5	0	9	2	18,5	1	13,5

Група	Учень	ДК 11	Ранг	ДК 12	Ранг	ДК 13	Ранг	ДК 14	Ранг	ДК 15	Ранг
наприкінці формувального етапу	Г-----ий Сергій	3	27	3	29	2	26,5	3	28	2	25
	Б---й Олексій	3	27	2	23,5	1	20	2	18,5	1	13,5
	Ш----ов Святослав	3	27	3	29	2	26,5	2	18,5	2	25
	П----на Володимир	3	27	2	23,5	1	20	2	18,5	2	25
	П-----ий Роман	2	19	1	13	2	26,5	3	28	2	25
	К--га Владислав	1	11	1	13	0	9	2	18,5	2	25
	К----ов Нікіта	3	27	2	23,5	2	26,5	3	28	3	30
	Г-----ко Ярослав	2	19	2	23,5	0	9	3	28	1	13,5
	П-----ка Владислав	2	19	1	13	1	20	2	18,5	1	13,5
	М----як Дарина	2	19	1	13	0	9	1	7	0	3,5
	А-----ко Микита	2	19	1	13	0	9	1	7	1	13,5
	П-----ін Ілля	2	19	2	23,5	1	20	2	18,5	1	13,5
	Т-----ов Владислав	2	19	1	13	2	26,5	2	18,5	1	13,5
	М----ов Микита	2	19	1	13	2	26,5	1	7	1	13,5
С--ст Максим	2	19	1	13	0	9	2	18,5	2	25	
Сума рангів для учнів КГ	S_{n1}	148	S_{n1}	185,5	S_{n1}	181	S_{n1}	184	S_{n1}	187	
Сума рангів для учнів ЕГ	S_{n2}	317	S_{n2}	279,5	S_{n2}	284	S_{n2}	281	S_{n2}	278	
Значення критерію	$U_{емп}$	28	$U_{емп}$	65,5	$U_{емп}$	61	$U_{емп}$	64	$U_{емп}$	67	
Значущість відмінностей		значущі		значущі		значущі		значущі		значущі	

Таблиця Е.11

Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості дослідницьких компетентностей діяльнісного етапу фізичного дослідження та їх системи в цілому для учнів ЕГ на початку та наприкінці формувального етапу експерименту

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
на початку формувального етапу	Г-----ий Сергій	2	26	2	22	3	25,5	2	25,5	3	29
	Б---й Олексій	0	8	2	22	3	25,5	2	25,5	2	23
	Ш----ов Святослав	0	8	0	2,5	1	7,5	0	8	1	12
	П----на Володимир	0	8	2	22	2	15,5	0	8	1	12
	П-----ий Роман	0	8	2	22	1	7,5	0	8	1	12
	К--га Владислав	0	8	1	10	1	7,5	0	8	0	3
	К----ов Нікіта	2	26	2	22	3	25,5	2	25,5	2	23
	Г-----ко Ярослав	0	8	0	2,5	1	7,5	0	8	1	12

Група	Учень	ДК 21	Ранг	ДК 22	Ранг	ДК 23	Ранг	ДК 24	Ранг	СДК	Ранг
	П-----ка Владислав	0	8	1	10	1	7,5	0	8	1	12
	М----як Дарина	0	8	1	10	0	2,5	0	8	0	3
	А-----ко Микита	0	8	1	10	2	15,5	0	8	1	12
	П-----ін Ілля	0	8	1	10	2	15,5	0	8	1	12
	Т-----ов Владислав	1	19	0	2,5	0	2,5	0	8	0	3
	М-----ов Микита	0	8	0	2,5	0	2,5	0	8	0	3
	С--ст Максим	0	8	2	22	0	2,5	0	8	0	3
	напрікніч формуального етапу	Г-----ий Сергій	2	26	2	22	3	25,5	2	25,5	3
Б---й Олексій		1	19	3	29,5	3	25,5	2	25,5	2	23
Ш---ов Святослав		2	26	1	10	3	25,5	2	25,5	2	23
П-----на Володимир		2	26	2	22	2	15,5	2	25,5	2	23
П-----ий Роман		1	19	2	22	3	25,5	1	18,5	2	23
К--га Владислав		0	8	2	22	3	25,5	0	8	1	12
К-----ов Нікіта		3	30	3	29,5	3	25,5	3	30	3	29
Г-----ко Ярослав		1	19	1	10	2	15,5	1	18,5	1	12
П-----ка Владислав		2	26	1	10	2	15,5	1	18,5	2	23
М----як Дарина		0	8	2	22	2	15,5	0	8	1	12
А-----ко Микита		1	19	2	22	2	15,5	2	25,5	1	12
П-----ін Ілля		2	26	1	10	2	15,5	1	18,5	2	23
Т-----ов Владислав		1	19	1	10	3	25,5	1	18,5	2	23
М-----ов Микита		1	19	1	10	2	15,5	0	8	1	12
С--ст Максим		0	8	2	22	1	7,5	1	18,5	1	12
Сума рангів для учнів КГ			S_{n1}	167	S_{n1}	192	S_{n1}	170,5	S_{n1}	172,5	S_{n1}
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	298	S_{n2}	273	S_{n2}	294,5	S_{n2}	292,5	S_{n2}	291
Значення критерію		$U_{емп}$	47	$U_{емп}$	72	$U_{емп}$	50,5	$U_{емп}$	52,5	$U_{емп}$	54
Значущість відмінностей		значущі		значущі		значущі		значущі		значущі	

**Розрахунок U-критерію Манна-Уїтні рівня сформованості
дослідницьких компетентностей узагальнювального етапу
фізичного дослідження для учнів ЕГ на початку та наприкінці
формульовального етапу експерименту**

Група	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
на початку формульовального етапу	Г-----ий Сергій	3	26,5	2	18,5	3	28	3	29,5	3	27,5
	Б---й Олексій	3	26,5	1	6	3	28	2	22,5	3	27,5
	Ш----ов Святослав	0	2,5	0	2	2	18,5	0	3	2	20
	П----на Володимир	1	8	2	18,5	2	18,5	2	22,5	1	13
	П-----ий Роман	1	8	1	6	1	8	1	11	0	5,5
	К--га Владислав	1	8	2	18,5	1	8	1	11	0	5,5
	К----ов Нікіта	1	8	1	6	2	18,5	2	22,5	1	13
	Г-----ко Ярослав	0	2,5	2	18,5	2	18,5	0	3	2	20
	П-----ка Владислав	2	17	2	18,5	1	8	1	11	1	13
	М----як Дарина	0	2,5	0	2	1	8	0	3	0	5,5
	А-----ко Микита	0	2,5	2	18,5	1	8	1	11	0	5,5
	П-----ін Ілля	3	26,5	1	6	2	18,5	2	22,5	0	5,5
	Т-----ов Владислав	3	26,5	1	6	0	2,5	0	3	0	5,5
	М-----ов Микита	1	8	2	18,5	0	2,5	0	3	0	5,5
	С--ст Максим	2	17	0	2	0	2,5	1	11	0	5,5
наприкінці формульовального етапу	Г-----ий Сергій	3	26,5	3	29,5	3	28	3	29,5	3	27,5
	Б---й Олексій	3	26,5	2	18,5	3	28	2	22,5	3	27,5
	Ш----ов Святослав	2	17	2	18,5	2	18,5	2	22,5	2	20
	П----на Володимир	2	17	2	18,5	2	18,5	2	22,5	2	20
	П-----ий Роман	2	17	2	18,5	2	18,5	2	22,5	2	20
	К--га Владислав	2	17	2	18,5	1	8	1	11	2	20
	К----ов Нікіта	2	17	3	29,5	2	18,5	2	22,5	2	20
	Г-----ко Ярослав	2	17	2	18,5	2	18,5	2	22,5	2	20
	П-----ка Владислав	2	17	2	18,5	2	18,5	1	11	3	27,5
	М----як Дарина	2	17	2	18,5	1	8	1	11	0	5,5
	А-----ко Микита	1	8	2	18,5	2	18,5	1	11	2	20
	П-----ін Ілля	3	26,5	2	18,5	3	28	2	22,5	1	13
	Т-----ов Владислав	3	26,5	2	18,5	2	18,5	1	11	3	27,5
	М-----ов Микита	1	8	2	18,5	0	2,5	1	11	0	5,5
	С--ст Максим	2	17	2	18,5	2	18,5	2	22,5	1	13

Гру-па	Учень	ДК 31	Ранг	ДК 32	Ранг	ДК 33	Ранг	ДК 34	Ранг	ДК 35	Ранг
Сума рангів для учнів КГ		S_{n1}	190	S_{n1}	165,5	S_{n1}	196	S_{n1}	189,5	S_{n1}	178
Сума рангів для учнів ЕГ		S_{n2}	275	S_{n2}	299,5	S_{n2}	269	S_{n2}	275,5	S_{n2}	287
Значення критерію		U_{emp}	70	U_{emp}	45,5	U_{emp}	76	U_{emp}	69,5	U_{emp}	58
Значущість відмінностей		значущі		значущі		незначущі		значущі		значущі	

Науковий журнал

**Теорія та методика навчання
математики, фізики, інформатики**

**Теория и методика обучения
математике, физике, информатике**

**Theory and methods of learning
mathematics, physics, informatics**

Том XVI

Випуск 3 (46): спецвипуск «Монографія в журналі»

**Олександр Володимирович Мерзликін
Сергій Олексійович Семеріков
Олександра Миколаївна Соколюк**

**Теоретико-методичні засади використання
хмарних технологій як засобу формування
дослідницьких компетентностей старшокласників
у профільному навчанні фізики**

Підп. до друку 27.12.2018
Папір офсетний № 1
Ум. друк. арк. 17,09

Формат 60×84/16
Зам. № 3-2712
Тираж 300 прим.

Віддруковано у КП «Жовтнева районна друкарня»
Україна, 50014, м. Кривий Ріг, вул. Електрична, 2А
Тел. +380564016393

E-mail: semerikov@ccjournals.eu