

Результати впровадження методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики

Олександр Володимирович Мерзликін

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України,
вул. Максима Берлінського, 9, м. Київ, 04060, Україна
avm@ccjournals.eu

Анотація. *Метою* даного дослідження є експериментальна перевірка методики використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики, а основним *завданням*, відповідно, організація та проведення відповідного педагогічного експерименту та опрацювання його результатів, *об'єкт дослідження* – процес формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні фізики, *предмет* – використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики, основні *методи дослідження* – педагогічний експеримент, статистичні методи. 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. Реалізація мети і завдань профільного навчання фізики неможливе без урахування принципу гнучкості, який передбачає, зокрема, задоволення індивідуальних запитів учнів за індивідуальними планами і програмами за дистанційної форми навчання, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), таких як хмарні ІКТ навчання. Педагогічно обґрунтоване впровадження хмарних технологій у процес профільного навчання фізики, на нашу думку, сприятиме розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

Ключові слова: хмарні технології; профільне навчання фізики; дослідницькі компетентності; педагогічний експеримент; методика використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики.

O. V. Merzlykin. The results of implementation methods of using cloud technologies as tools of formation high school students' research competencies in profile physics learning

Abstract. The *purpose* of this study is experimental verification of the methods of using cloud technologies as tools of high school students' research competencies forming in profile physics learning. The main *task* is organization and implementation appropriate pedagogical experiment and processing of it's results. The *object* of study is high school students' research competencies forming in profile physics learning. The *subject* of study is using cloud technologies as tools of high school students' research competencies forming in profile physics learning. Main *research methods* are pedagogical experiment and statistical methods. Profile physics learning is the base of innovation activity both in science and in engineering. That's why forming of high school students' research competencies in profile physics learning will further socio-economic development of society. Realization of the purpose and tasks of profile physics learning is impossible without taking into account the principle of flexibility. This principle implies, in particular, satisfaction of students' individual needs by individual plans and programs in distant learning which is mainly realized by mediated interactions of distant participants of learning process in specialized environment which is functioning on the basis of modern psychological, pedagogical, information and communication technologies (ICT), such as cloud ICT of learning. In our opinion pedagogically reasonable implementation of cloud technologies in profile physics learning promotes the growth of high school students' research competencies.

Keywords: cloud technologies; profile physics learning; research competencies; pedagogical experiment; methods of using cloud technologies as tools of high school students' research competencies forming in profile physics learning.

Affiliation: Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAES of Ukraine, 9, M. Berlynskoho St., Kyiv, 04060, Ukraine.

E-mail: avm@ccjournals.eu.

У попередніх роботах показано, що впровадження хмарних технологій у процес профільного навчання фізики сприятиме розвитку дослідницьких компетентностей учнів [8; 9], розглянуто структуру, зміст, критерії та рівні сформованості дослідницьких компетентностей [1; 2; 6], здійснено добір відповідних засобів [3; 4; 7], розроблено модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики [5].

Для перевірки ефективності розробленої методики використання

хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання фізики було проведено педагогічний експеримент.

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. 1).

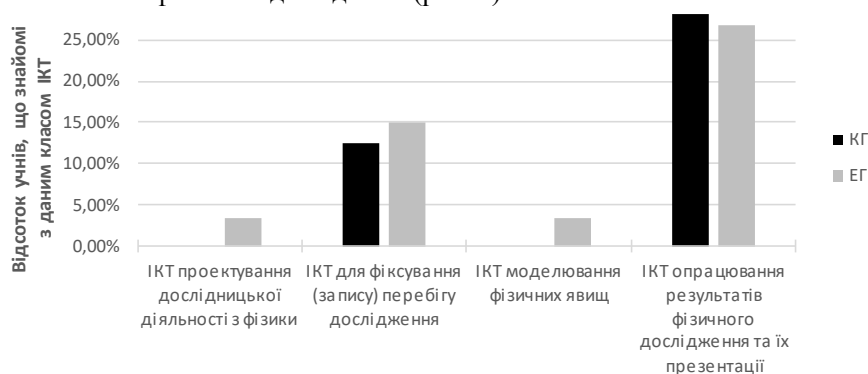


Рис. 1. Рівень володіння учнями контрольної та експериментальної груп засобами ІКТ підтримки навчальних фізичних досліджень до початку формувального етапу педагогічного експерименту

Вхідне оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики не показало суттєвих відмінностей між контрольною та експериментальною групами (рис. 2).

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. 3).

Результати формувального експерименту в контрольній та експериментальній групах наведено у табл. 1. Використовувані 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 результатів; ДК34 – здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження; ДК35 – здатність до вдосконалення комп’ютерної моделі чи натурального експерименту; СДК – система дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики.

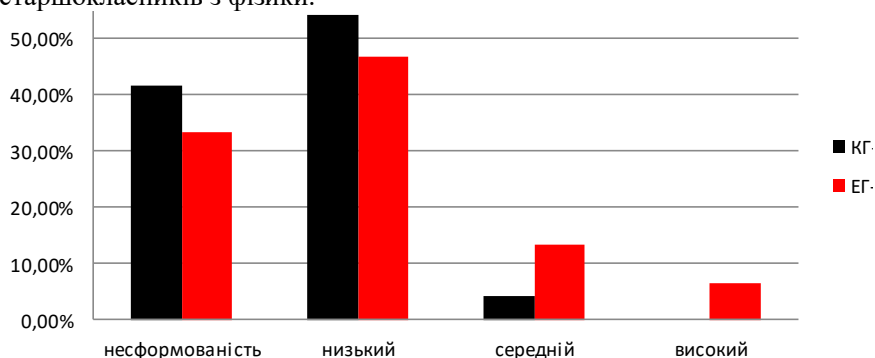


Рис. 2. Рівень сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту

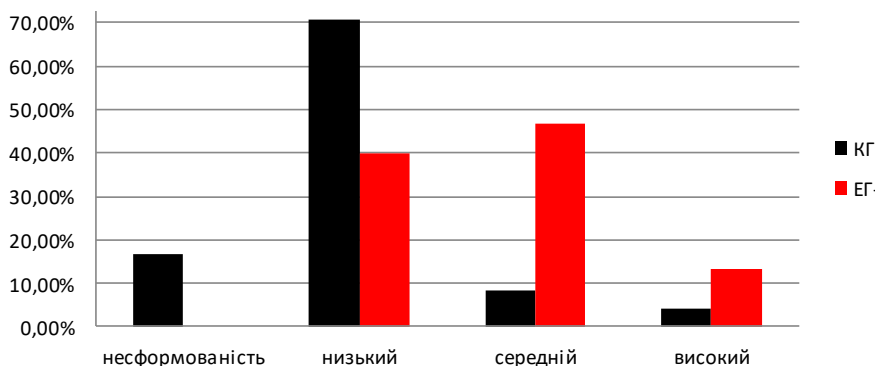


Рис. 3. Рівень сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту

Таблиця 1

**Порівняльний розподіл учнів за рівнем сформованості
дослідницьких компетентностей з фізики у контрольній та
експериментальній групах**

Шифр компетентності	Відсоток учнів з відповідним рівнем на початку формульовального етапу педагогічного експерименту									Відсоток учнів з відповідним рівнем наприкінці формульовального етапу педагогічного експерименту								
	несформованість			низький			середній			високий			несформованість			низький		
	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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	

Зміна рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах на початку («КГ-до», «ЕГ-до») та наприкінці («КГ-після», «ЕГ-після») формульовального етапу педагогічного експерименту показана на рис. 4.

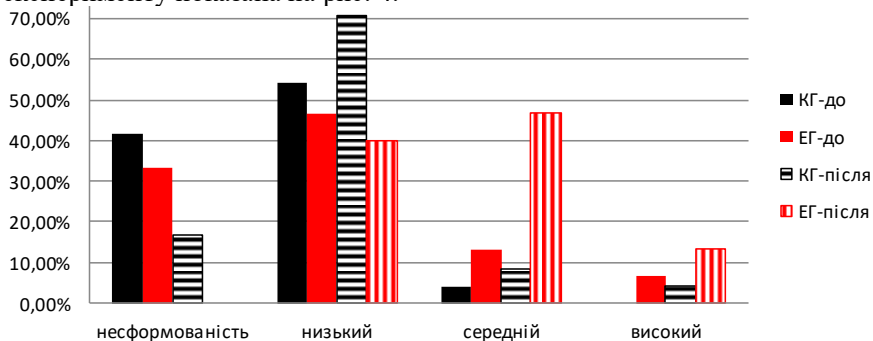


Рис. 4. Рівень сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах на початку та наприкінці формульовального етапу педагогічного експерименту

На рис. 5-8 відображено числові значення за 12-бальною шкалою рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики.

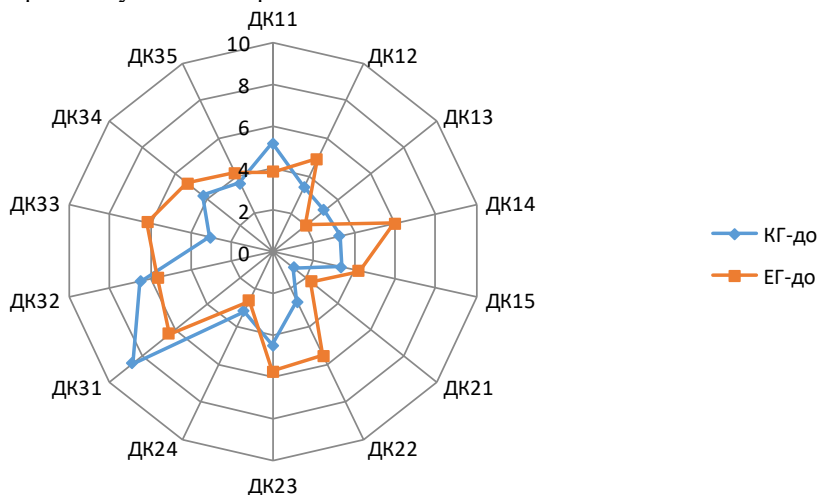


Рис. 5. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах на початку формувального етапу педагогічного експерименту

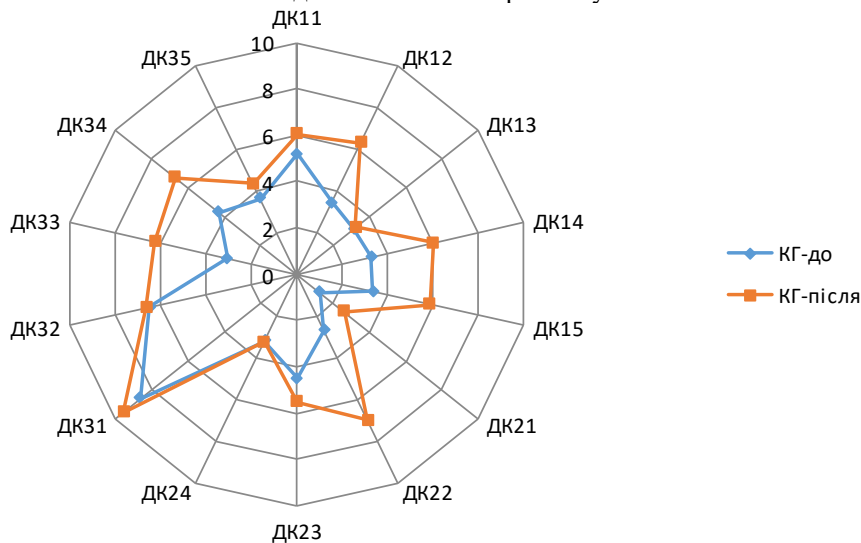


Рис. 6. Зміна рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи

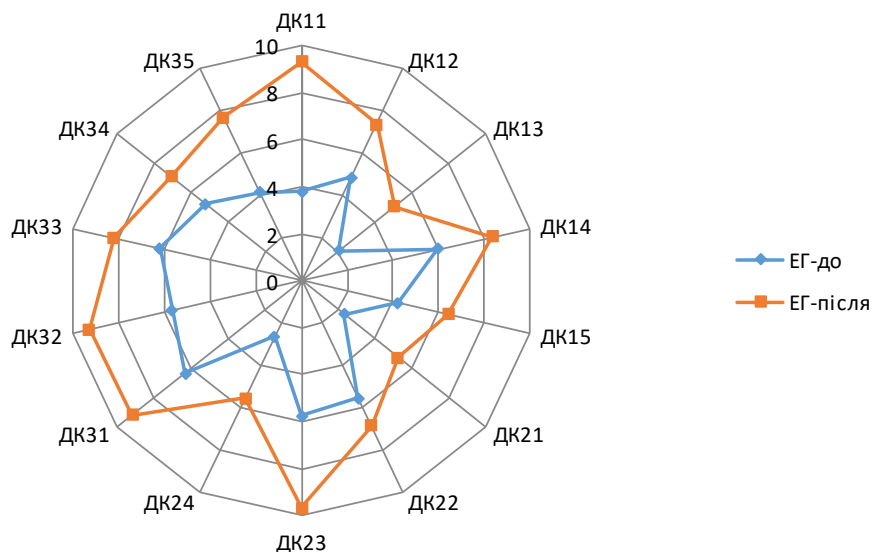


Рис. 7. Зміна рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи

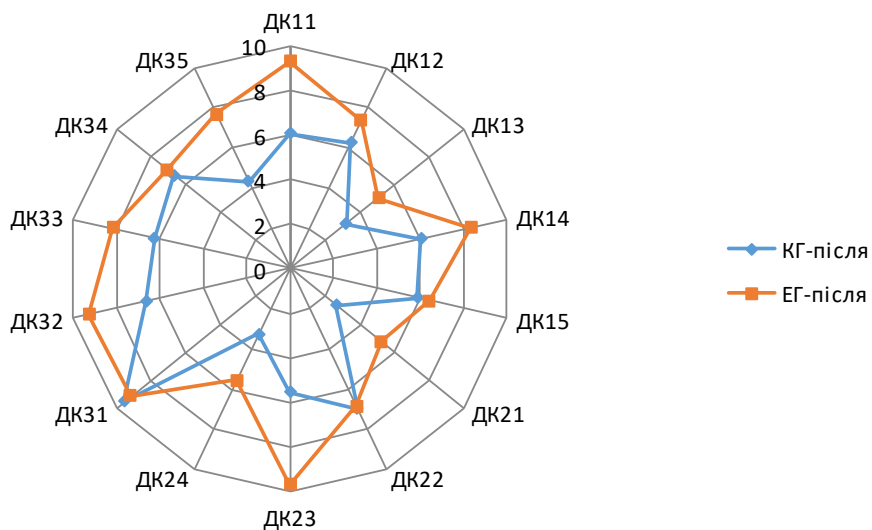


Рис. 8. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні фізики у контрольній та експериментальній групах наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту

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).

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 [10, с. 71] доцільно скористатись U -критерієм Манна-Уїтні.

Вибір саме цього критерію зумовлено розміром вибірок та тим фактом, що система дослідницьких компетентностей жодного з учнів контрольної групи на початку формувального дослідження не була сформована на високому рівні, що унеможливує використання деяких критеріїв, що традиційно використовують в психолого-педагогічних дослідженнях (зокрема, кутового перетворення Фішера [10, 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. Іспит буде значущим на рівні значущості α , якщо виконується нерівність

$$(U \leq U_{\alpha}) = \alpha,$$

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 підтвердження гіпотези, висунутої на початку нашого дослідження за результатами 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 були педагогічного експерименту статистично опрацьовані за U -критерієм Манна-Уїтні. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються перетворенням Манна-Уїтні (може використовуватися при чисельності вибірок в межах від 3 до 60). Сформулюємо гіпотези:

H_0 : рівень сформованості системи дослідницьких компетентностей (чи конкретної дослідницької компетентності) у експериментальних групах не більше, ніж у контрольних;

H_1 : рівень сформованості системи дослідницьких компетентностей (чи конкретної дослідницької компетентності) у експериментальних групах більше, ніж у контрольних.

Після опрацювання даних отримаємо значення $U_{\text{емп}}$, зокрема:

1) для рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 212$;

2) для рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 84$;

3) для рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: $U_{\text{емп}} = 205$;

4) для рівня сформованості системи 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 [10, с. 316-318]:

1) $U_{0,01} = 98$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 122$ (для $p \leq 0,05$);

2) $U_{0,01} = 98$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 122$ (для $p \leq 0,05$);

3) $U_{0,01} = 174$ (для $p \leq 0,01$); $U_{0,05} = 207$ (для $p \leq 0,05$);

4) $U_{0,01} = 56$ (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 системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп є статистично незначущою $U_{\text{емп}} = 212 > 122 = U_{0,05}$ (рис. 9 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 системи 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 системи дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після формувального етапу педагогічного експерименту складає 0,99 (рис. 9 б);

3) при перевірці рівня сформованості системи 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 системи 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. 9 в);

4) при перевірці рівня сформованості системи 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 системи 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 системи дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту складає 0,99 (рис. 9 г).

Таким чином, можна стверджувати, що використання хмарних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у процесі профільного навчання фізики забезпечує більш високий рівень сформованості системи 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.

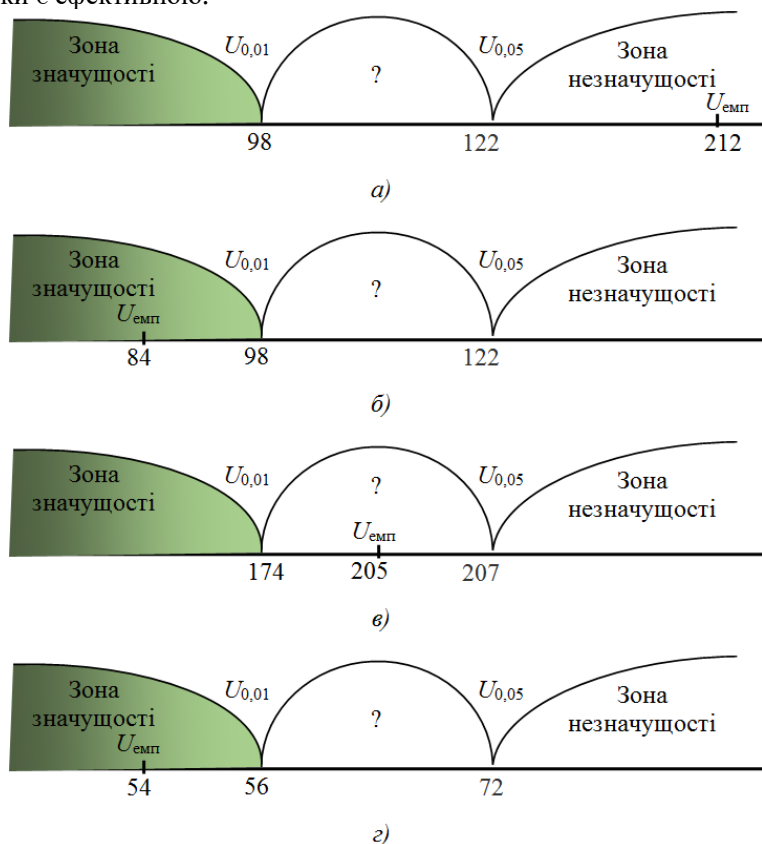


Рис. 9. Вісь значущості для U -критерію для КГ та ЕГ на початку формувального етапу експерименту (а), для КГ та ЕГ наприкінці формувального етапу експерименту (б), для КГ на початку та наприкінці формувального етапу експерименту (в) та для ЕГ на початку та наприкінці формувального етапу експерименту (г)

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.

Список використаних джерел

1. Мерзликін О. В. Дослідницькі ІКТ-компетенції старшокласників у процесі профільного навчання фізики [Електронний ресурс] / Мерзликін Олександр Володимирович // Педагогічні обрії : спецвип. за матер. наук.-практ. інтернет-конф. з проблеми «Інформаційні технології в навчальному процесі 2014». – 2015. – № 2 (80). – С. 48-51. – Режим доступу : <https://drive.google.com/file/d/0BzXzAlavBkWxbW5NY2w1Q3U0WnM/view>.
2. 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.-Под. : Кам.-Под. нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20 : Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – С. 42-46.
3. 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>.
4. 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. : матер. наук. конф. – К. : ІТЗН НАПН України, 2014. – С. 184-187.
5. 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.-Под. : Кам.-Под. нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 118-122.
6. Мерзликін О. В. Навчальні дослідження у курсі фізики профільної школи: компетентнісний підхід / О. В. Мерзликін // Збірник наукових праць. Педагогічні науки / [ред. кол. : Барбіна Є. С. (відп. ред.) та ін.]. – Херсон : ХДУ, 2014. – Вип. 66. – С. 157-163.
7. Мерзликін О. В. Перспективи застосування Інтернет-орієнтованих технологій у навчальних дослідженнях у курсі фізики профільної школи

/ О. В. Мерзликін // Новітні комп'ютерні технології. – К. : Мінрегіон України. – 2012. – Том Х. – С. 117-118.

8. 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.-Под. : Кам.-Под. нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 123-125.

9. 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>.

10. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : Речь, 2003. – 350 с.

References (translated and transliterated)

1. Merzlykin O. V. Doslidnytski IKT-kompetentsii starshoklasnykiv u protsesi profilnoho navchanni fizyky [High school students research ICT competencies in profile learning physics] [Electronic resource] / Merzlykin Oleksandr Volodymyrovych // Pedahohichni obrii : spetsvyp. za mater. nauk.-prakt. internet-konf. z problemy “Informatsiini tekhnolohii v navchalnomu protsesi 2014”. – 2015. – No. 2 (80). – S. 48-51. – Access mode : <https://drive.google.com/file/d/0BzXzAlavBkXbW5NY2w1Q3U0WnM/view>. (In Ukrainian)

2. Merzlykin O. V. Doslidnytski kompetentnosti z fizyky starshoklasnykiv: struktura, rivni, kryterii sformovanosti [Research competencies in physics of secondary school pupils: structure, levels and criteria of formation] / O. V. Merzlykin // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia pedahohichna / [redkol. : P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. – Kam.-Pod. : Kam.-Pod. nats. un-t im. Ivana Ohienka, 2014. – Vyp. 20 : Upravlinnia yakistiu pidhotovky maibutnoho vchytelia fizyko-tekhnolohichnoho profilu. – S. 42-46. (In Ukrainian)

3. Merzlykin O. V. Tools of information and communication technologies for educational researches support in profile physics learning [Electronic resource] / Olexandr V. Merzlykin, Pavlo V. Merzlykin // Information technologies and learning tools. – 2015. – Vol. 48, No. 4. – P. 58-87. – Access mode : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1268/944>. (In Ukrainian)

4. Merzlykin O. V. Zasoby khmarnoho seredovyshcha pidtrymky navchalnykh doslidzhen u kursi fizyky [Cloud environment tools for learning researches in physics course support] / Merzlykin O. V. // Zvitna naukova konferentsiia. Prysviachena 15-richchiu Instytutu informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia NAPN Ukrainy. 21 bereznia 2014 r. : mater. nauk. konf. – K. : IITZN NAPN Ukrainy, 2014. – S. 184-187. (In Ukrainian)

5. Merzlykin O. V. Model formuvannia doslidnytskykh kompetentnosti starshoklasnykiv u profilnomu navchanni fizyky [Model of forming high school students' research competencies in profile physics learning] / O. V. Merzlykin // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu. Seriia pedahohichna / [redkol. : P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. – Kam.-Pod. : Kam.-Pod. nats. un-t im. Ivana Ohienka, 2015. – Vyp. 21 : Dydaktyka fizyky yak kontseptualna osnova formuvannia kompetentnisnykh i svitohliadnykh yakosti maibutnoho fakhivtsia fizyko-tekhnolohichnoho profilu. – S. 118-122. (In Ukrainian)

6. Merzlykin O. V. Navchalni doslidzhennia u kursi fizyky profilnoi shkoly: kompetentnisnyi pidkhid [Educational research in physics course specialized schools: competence approach] / O. V. Merzlykin // Zbirnyk naukovykh prats. Pedahohichni nauky / [red. kol. : Barbina Ye. S. (vidp. red.) ta in.]. – Kherson : KhDU, 2014. – Vypusk 66. – S. 157-163. (In Ukrainian)

7. Merzlykin O. V. Perspectives of using Internet-oriented technologies in learning researches in school profile physics / O. V. Merzlykin // New computer technology. – K. : Minregion Ukrayiny. – 2012. – Vol. X. – P. 117-118. (In Ukrainian)

8. Merzlykin O. V. Prohramne zabezpechennia videoanalizu u navchalnomu fizychnomu eksperimenti [Video analysis software in educational physical experiments] / Merzlykin O. V. // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu. Seriia pedahohichna / [redkol. : P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. – Kam.-Pod. : Kam.-Pod. nats. un-t im. Ivana Ohienka, 2012. – Vyp. 18 : Innovatsii v navchanni fizyky: natsionalnyi ta mizhnarodnyi dosvid. – S. 123-125. (In Ukrainian)

9. Merzlykin O. V. Cloud-oriented digital educational resources for physics learning researches support [Electronic resource] / Olexandr V. Merzlykin // Information technologies and learning tools. – 2015. – Vol. 49, No 5. – P. 106-120. – Access mode : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1269/956>. (In Ukrainian)

10. Sidorenko E. V. Metody matematicheskoy obrabotki v psihologii [Methods of mathematical processing in psychology] / E. V. Sidorenko. – SPb. : Rech', 2003. – 350 s. (In Russian)