ВІСНИК науки та освіти
ISSN 2786-6165 (ONLINE) № 5(47) 2026
Bulletin of Science and Education

УДК 378.011.3-051:54:37.091.212

https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-5(47)-3278-3293

Євдоченко Олена Сергіївна доктор філософії з галузі Освіта / Педагогіка, доцент, доцент кафедри хімії, вчитель хімії вищої категорії Наукового ліцею, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, https://orcid.org/0000-0001-6338-5372

Анічкіна Олена Василівна кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, https://orcid.org/0000-0003-4843-0707

Авдєєва Ольга Юріївна доктор філософії з галузі Освіта / Педагогіка, доцент, доцент кафедри хімії, вчитель хімії вищої категорії Наукового ліцею, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, https://orcid.org/0000-0001-6550-0776

Камінський Олександр Миколайович кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії, вчитель хімії вищої категорії Наукового ліцею, Житомирський державній університет імені Івана Франка, м. Житомир, https://orcid.org/0000-0003-1971-8437

Кучерук Сніжана Василівна доктор філософії з галузі Хімічні технології та інженерія, доцент, доцент кафедри хімії, вчитель хімії вищої категорії Наукового ліцею, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, https://orcid.org/0000-0002-5978-487X

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ ДО ПОДОЛАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВТРАТ В ПЛОЩИНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Анотація. Сучасні виклики в системі освіти України, спричинені пандемією та повномасштабною війною, призвели до суттєвих «освітніх втрат», що особливо критично для предметів природничого циклу. Хімія, як експериментально-сенсомоторна наука, потребує безпосередньої практичної діяльності, деградацію якої неможливо повноцінно компенсувати лише віртуальними симуляторами. Постає гостра суперечність між необхідністю реалізації вчителем хімії компенсаторного навчання та

недостатньою методичною підготовкою майбутніх фахівців до діагностики й подолання таких втрат.

У статті порушено питання виявлення навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів загальної середньої освіти та обґрунтовано шляхи підготовки майбутніх учителів хімії до їх подолання в умовах вищої школи. У роботі використано комплекс методів: аналіз наукової літератури для уточнення понять «освітні» та «навчальні» втрати; діагностичні методи (анкетування учнів 10-х класів Наукового ліцею ЖДУ імені Івана Франка, спостереження за допомогою авторських чек-листів під час виконання практичних робіт).

Дослідження підтвердило наявність глибоких навчальних втрат, що проявляються у трьох аспектах: деградація сенсомоторних навичок (невміння працювати з хімічним посудом та реактивами); когнітивні розриви (нерозуміння зв'язку між експериментальною дією та результатом); деформація поняття безпеки (ефект «ігрової безпеки» після тривалого віртуального навчання).

Визначено ефективні шляхи підготовки майбутніх учителів хімії в межах освітньої компоненти «Техніка навчального хімічного експерименту»: індивідуалізація практикуму для усунення власних прогалин здобувача закладу вищої освіти; алгоритмізація дій через використання робочих зошитів з друкованою основою; аналіз «відео-помилок» для відновлення навичок техніки безпеки; метод «мікровикладання» для перетворення спостереження на активний пізнавальний процес; інтеграція цифрових інструментів (Labster, PhET, MolView) як адаптивних тренажерів.

Сформована готовність майбутнього вчителя до діагностики та компенсації втрат дозволяє зберегти практико-орієнтований вектор хімічної освіти в складних безпекових умовах. Перспективи досліджень полягають у створенні автоматизованих систем діагностики експериментальних умінь.

Ключові слова: освітні втрати, навчальні втрати, підготовка вчителя хімії, хімічний експеримент, техніка навчального хімічного експерименту, віртуальні лабораторії, мікровикладання.

Yevdochenko Olena Serhiyivna Doctor of Philosophy in the field of Education/Pedagogy, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, chemistry teacher of the highest category of the Scientific Lyceum, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, https://orcid.org/0000-0001-6338-5372

Anichkina Olena Vasylivna PhD in Pedagogy, an associate professor, the head of the Chemistry department, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, https://orcid.org/0000-0003-4843-0707

Avdieieva Olga Yuriivna Doctor of Philosophy in the field of Education/Pedagogy, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, chemistry teacher of the highest category of the Scientific Lyceum, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, https://orcid.org/0000-0001-6550-0776

Kaminskyi Oleksandr Mykolaiovych Candidate of Chemical Sciences (Ph. D.), an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, chemistry teacher of the highest category of the Scientific Lyceum, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, https://orcid.org/0000-00031971-8437

Kucheruk Snizhana Vasylivna Doctor of Philosophy Degree Field of Study Chemical and bioengineering, an associate professor, an associate professor of the Chemistry department, chemistry teacher of the highest category of the Scientific Lyceum, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, https://orcid.org/0000-0002-5978-487X

PREPARING FUTURE CHEMISTRY TEACHERS TO OVERCOME LEARNING LOSSES IN THE EXPERIMENTAL ACTIVITY OF GENERAL SECONDARY EDUCATION STUDENTS

Abstract. Modern challenges in the Ukrainian education system, caused by the pandemic and full-scale war, have led to significant "educational losses," which are particularly critical for natural science subjects. Chemistry, as an experimental and sensorimotor science, requires direct practical activity, the degradation of which cannot be fully compensated for by virtual simulators alone. There is a sharp contradiction between the need for chemistry teachers to implement compensatory learning and the insufficient methodological preparation of future specialists to diagnose and overcome such losses.

The article addresses the identification of learning losses within the scope of experimental activities of general secondary education students and substantiates ways to prepare future chemistry teachers to overcome them in higher education. The study utilizes a complex of methods: analysis of scientific literature to clarify the concepts of "educational" and "learning" losses; diagnostic methods (surveying 10th-grade students of the Scientific Lyceum of Zhytomyr Ivan Franko State University, and observation using original checklists during practical laboratory work).

The research confirmed the presence of profound learning losses manifested in three aspects: degradation of sensorimotor skills (inability to work

with chemical glassware and reagents); cognitive gaps (misunderstanding the connection between experimental action and result); and deformation of the safety concept (the "game safety" effect after prolonged virtual learning).

Effective ways to prepare future chemistry teachers within the educational component "Technique of Educational Chemical Experiment" have been identified: individualization of the practicum to eliminate the student's own gaps; algorithmization of actions through the use of printed workbooks; analysis of "video errors" to restore safety skills; the "micro-teaching" method to transform observation into an active cognitive process; integration of digital tools (Labster, PhET, MolView) as adaptive simulators.

The formed readiness of the future teacher to diagnose and compensate for losses allows for the preservation of the practice-oriented vector of chemical education in difficult security conditions. Research prospects lie in the creation of automated systems for diagnosing experimental skills.

Keywords: educational losses, learning losses, chemistry teacher training, chemical experiment, technique of educational chemical experiment, virtual laboratories, micro-teaching.

Постановка проблеми. Сучасна соціокультурна та безпекова ситуація в Україні, зумовлена тривалою пандемією та повномасштабною військовою агресією, призвела до значних викликів у системі освіти. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю трансформації системи вищої педагогічної освіти в умовах безпрецедентних викликів. Традиційна модель підготовки вчителя хімії, орієнтована на стабільний аудиторний процес, виявилася вразливою перед обличчям глобальних та локальних чинників. Одним із найгостріших наслідків стало виникнення «освітніх втрат», що особливо критично для предметів природничого циклу. Хімія, як експериментальна наука, вимагає безпосередньої практичної діяльності, яка в умовах дистанційного та змішаного навчання була суттєво обмежена. Це актуалізує потребу в підготовці вчителя хімії нового типу, здатного не лише викладати предмет, а й ефективно володіти технологіями надолуження втрачених знань та вмінь, зокрема в експериментальній площині. Незаперечним є той факт, що хімічна освіта за своєю природою є наукою сенсомоторною, а тривала відсутність доступу до реального хімічного експерименту призводить до деградації експериментальних умінь здобувачів загальної середньої освіти. Таку деградацію неможливо повноцінно компенсувати лише переглядом відеодемонстрацій, застосуванням симуляторів та віртуальних лабораторій, яких у цифровому просторі існує велика кількість. Разом із цим, попри наявність сучасних симуляторів і віртуальних лабораторій, більшість майбутніх учителів не мають системної

методичної підготовки щодо їх інтеграції саме в адаптивний освітній процес для надолуження освітніх та навчальних втрат.

На рівні вищої школи постає суперечність: з одного боку, майбутній учитель хімії має бути готовим до реалізації компенсаторного навчання, спрямованого на подолання «освітніх втрат», а з іншого – діючі освітньо-професійні програми підготовки вчителів часто не містять специфічних модулів, спрямованих на методику діагностики та подолання «освітніх втрат» у загальному контексті та у контексті експериментальної навченості здобувачів закладу загальної середньої освіти. Так, діючі навчальні програми з хімії (10-11 клас) рівня стандарт та профільний [8, 9] містять обмежену кількість лабораторних дослідів та практичних робіт, хоча саме їх виконання значно покращує розуміння складної хімічної науки, допомагає усвідомити умови та принципи хімічних перетворень, спонукає до пізнання природи речовин. Разом із цим, під час організації та проведення лабораторних дослідів та практичних робіт вчителі хімії стикаються з відсутністю у здобувачів закладу загальної середньої освіти експериментальних вмінь, здатністю застосовувати навички роботи з посудом, обладнанням та хімічними речовинами тощо. Таким чином, актуальною залишається проблема пошуку та обґрунтування ефективних шляхів підготовки майбутніх учителів хімії до подолання «освітніх втрат» в площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти в старшій школі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У засобах масової інформації та науковій літературі за останні роки широко висвітлюється поняття «освітні втрати» (learning losses), «навчальні втрати» (losses in learning), «прогалини в навчанні» (School loss), «втрати в навчанні» (lost learning), «освітні розриви» (instructional loss) тощо. Насьогодні існує багато напрацювань зарубіжних та вітчизняних науковців, тому ці поняття вже набули чіткого формулювання. Термін «освітні втрати» (educational losses) зазвичай трактується ширше та охоплює не лише знання, а й психо-емоційний стан та розвиток особистості. Проблему безпосередньо «освітніх втрат» та механізмів їх подолання в Україні активно розробляють О. Топузов, М. Головко, О. Локшина, С. Алєксєєва, Н. Арістова, О. Малихін, Г. Бичко, В. Терещенко та інші. Говорячи про «освітні втрати», більшість дослідників зосереджують свою увагу на втратах у навчанні (learning losses), що пов’язані з когнітивними навичками учнів, прогалинами в знаннях, недосягненням учнівством очікуваних результатів навчання, що визначені освітніми програмами [6]. Як зазначають фахівці Українського центра оцінювання «з огляду на те, що освіту в Україні розуміють як єдність навчання, виховання, розвитку й соціалізації особистості, втрати в освіті не

варто ототожнювати лише з навчальними втратами. У широкому сенсі «освітні втрати» поєднують сукупність втрат та можливостей для всебічного розвитку учнів – інтелектуального, соціального, емоційного, психологічного тощо. Тому, у межах родового поняття «освітні втрати» визначають три взаємопов'язані складові: навчальні втрати (у розумінні втрати знань, умінь, навичок, ставлень тощо), виховні втрати та зниження темпу розвитку особистості [10]. Науковці О. Топузов, М. Головко, О. Локшина визначають «освітні втрати» як сукупність втрат освітньої системи, що в умовах війни включають навчальні втрати разом із психологічними втратами, втратами на рівні інфраструктури та кадрового складу [12].

«Навчальні втрати» (learning losses) – це більш вузьке поняття, яке стосується безпосередньо академічних результатів та когнітивних навичок здобувачів освіти. Так, Державна служба якості освіти (ДСЯО, 2023) визначає «навчальні втрати» як втрати знань і навичок, академічний регрес через певні перерви в навчанні конкретного здобувача закладу загальної середньої освіти або уповільнення темпів засвоєння навчального матеріалу порівняно з прогнозованим прогресом [5]. Міжнародна організація UNESCO трактує «навчальні втрати» як будь-які втрати знань чи навичок та уповільнення або переривання академічного прогресу, яке зазвичай виникає внаслідок тривалих розривів у звичному графіку навчання [6]. Говорячи про «навчальні втрати» в природничій освіті автори зауважують на розривах між вимогами навчальних програм щодо формування предметних компетентностей (зокрема практико-орієнтованих) та фактично сформованими уміннями, що унеможливлює реалізацію повноцінного лабораторного експерименту [11].

Проблеми професійної підготовки майбутніх учителів хімії у закладах вищої освіти висвітлено у працях таких вітчизняних науковців, як Н. Буринська, Л. Величко, А. Грабовий, О. Максимов, О. Ярошенко та ін. Методичні засади експериментальних завдань та їх вплив на формування предметної компетентності здобувачів закладу загальної середньої освіти розглянуто в дослідженнях Н. Іванової та Л. Гуменюк [7]. Автори зауважують, що результати навчання значно покращуються за умови виконання лабораторних дослідів та практичних робіт, під час яких здобувачі закладу загальної середньої освіти аналізують склад речовин, розв'язують експериментальні задачі тощо.

У роботах закордонних науковців [1] простежується думка, що рівень навчальних досягнень старшокласників значно підвищується під час виконання дослідницьких проєктів, які передбачають використання реальних об'єктів дослідження (продуктів харчування, барвників, ароматизаторів,

консервантів, природних індикаторів, речовин із аптечки тощо). Виконання таких проєктів розвиває експериментальні вміння, дослідницьку компетентність, критичне мислення, уяву, пам'ять та сприяє міждисциплінарній інтеграції не лише в межах природничих дисциплін, а й поза їх межами. Широкого розгляду в науковій літературі набуває проблематика застосування цифрових інструментів, віртуальних хімічних лабораторій та симуляцій [2, 3, 4] майбутніми вчителями хімії з метою візуалізації та кращого розуміння хімічної науки. Проте, у вітчизняних та закордонних дослідженнях залишається неокресленим питання підготовки майбутніх вчителів хімії до подолання «навчальних втрат» в площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти (вирішення проблеми деградації експериментальних вмінь, покращення розуміння демонстраційних експериментів тощо).

Мета статті – визначити існуючи навчальні втрати у здобувачів закладу загальної середньої освіти в площині їх експериментальної діяльності; окреслити можливі шляхи підготовки майбутніх вчителів хімії до подолання навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти, зокрема сформованості експериментальних умінь, здатності виконувати експерименти з дотриманням правил техніки безпеки, свідомого спостереження демонстраційних експериментів.

Виклад основного матеріалу. Досвід викладання хімії в Науковому ліцеї Житомирського державного університету в 10 та 11 класах рівня стандарт і профільного рівня дає можливість стверджувати, що в один клас потрапляють учні з дуже різним рівнем сформованості експериментальних умінь, тому вчителю хімії достатньо важко виконувати демонстраційні досліди, адже часто здобувачі закладу загальної середньої освіти не розуміють мети та сутності їх виконання. Ще складніше проводити лабораторні досліди та практичні роботи, адже у здобувачів закладу загальної середньої освіти недостатньо сформовані або взагалі відсутні експериментальні вміння. Дотримуючись загальних стратегій подолання освітніх втрат, на початку кожного навчального року вчителями хімії проводиться діагностика існуючих навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти та розробляється стратегія адаптації змісту навчального матеріалу у відповідності до існуючих прогалин.

Діагностика сформованості експериментальних умінь та здатності виконувати експерименти із дотриманням усіх правил техніки безпеки у здобувачів загальної середньої освіти на початковому етапі передбачала анонімне опитування щодо проведення демонстраційних експериментів

вчителями хімії в 7-9 класах та виконання власноруч лабораторних дослідів та практичних робіт. На другому етапі діагностики було проведене спостереження за здобувачами загальної середньої освіти під час виконання першої практичної роботи. Так у вересні 2025 року ми провели опитування серед здобувачів закладу загальної середньої освіти Наукового ліцею Житомирського державного університету імені Івана Франка (опитано 31 особу, профільний рівень вивчення хімії), які тільки вступили до 10 класу та були представниками різних шкіл м. Житомира та Житомирського району. На питання «Як часто вчителі використовували демонстраційні експерименти під час уроків хімії?» 19,4% респондентів (6 осіб) відповіли часто; 22,6% (7 осіб) – іноді; той факт, що майже ніколи не проводились, констатували 58,1% (18 осіб). 45,2% (14 осіб) зазначили, що вчителі демонстрували експерименти власноруч; 41,9% (13 осіб) відповіли – використовували відеофрагменти з демонстраційними дослідами; лише 3,2% (1 особа) зазначили, що вчитель використовував симулятори. На запитання «Як часто ви виконували лабораторні досліди та практичні роботи власноруч?» 22,6% (7 осіб) дали відповідь часто, 41,9% (13 осіб) – іноді, 29% (9) – майже ніколи, 6,5% (2 особи) зауважили – ніколи. Проте, на запитання «Чи відчуваєте ви себе готовими до виконання експериментів?» 71% (22 особи) відповіли – так; відчувають невпевненість при нагріванні речовин 22,6% (7 осіб); відчувають невпевненість при насипанні та наливанні речовин 16,1% (5 осіб); 25,8% (8 осіб) зазначають, що хвилюються під час виконання експериментів, бо не мають досвіду їх виконання; 12,9% (4 особи) зауважили, що не люблять виконувати експерименті, і краще спостерігають за їх проведенням. Отже, проведене опитування свідчить про існування навчальних втрат в площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти.

Також нами було проведено спостереження щодо сформованості експериментальних умінь та здатності виконувати експерименти із дотриманням всіх правил техніки безпеки під час проведення практичної роботи на тему «Розділення й очищення речовин. Перегонка за атмосферного тиску. Перекристалізація».

Під час спостереження вчителями хімії використовувався чек-лист із зазначеними очікуваними навичками та виявленими втратами (Таблиця 1).

Таблиця 1

Чек-лист для спостереження (виявлення навчальних втрат у експериментальних уміннях)

Етап роботи	**Очікувана навичка**	**Виявлена втрата (індикатор)**
Використання посуду	Розпізнавання посуду	Відсутність поняття щодо зовнішнього вигляду колби Вюрца.
Підготовка фільтра	Виготовлення складчастого фільтра	Використання простого конуса.
		Виступ країв паперу за межі лійки.
		Розрив паперу при змочуванні.
Вакуум-фільтрування	Робота з колбою Бунзена	Відсутність розуміння принципів функціонування насоса.
		Вимикання насоса без розгерметизації системи.
Перегонка	Монтаж установки	Невпевнене поводження із скляним посудом
		Нещільне прилягання шліфів/пробок; подача води в холодильник зверху, а не знизу.
Нагрівання	Регулювання полум'я	Торкання полум'ям стінок колби вище рівня рідини (ризик спалаху парів).
Аналіз даних	Робота з $T_{кип}$ та $T_{плав}$	Нездатність пов'язати зупинку росту температури з моментом відгону чистої фракції.

Результати спостереження (спостерігали за 30 учнями 10 класу профільного рівня) дають можливість констатувати, що найбільш вираженими є група навчальних втрат у експериментальних уміннях, спричинена відсутністю реальної практики (частина учнів не тримала в руках посуду та не має уявлення про зовнішній вигляд певного посуду як загального, так і спеціального призначення). Виникали труднощі під час збирання установок для перегонки. Здобувачі закладу загальної середньої освіти виявляти невпевненість при з'єднанні колби Вюрца з холодильником Лібіха через алонж, часто неправильно обирали гумовий корок. При виготовленні складчастого фільтра, спостерігались невправні рухи під час

його складання гармошкою. Частина учнів, які бачили як складати фільтр лише на відео, робили звичайний конус, часто фільтр виходив за межі лійки або наливали занадто багато рідини в лійку. Спостерігались також когнітивно-процесуальні втрати (інтелектуальні прогалини). Ці втрати проявлялись у нездатності пов'язати виконані дії з результатом. Наприклад, здобувачі закладу загальної середньої освіти неправильно встановлювали термометр (вище або нижче відвідної трубки), тому що не розуміли, що термометр має вимірювати температуру пари, яка йде в холодильник, а не рідини в колбі. Виявлено втрати у дотриманні правил техніки безпеки, адже тривале перебування у віртуальному середовищі формує відчуття «ігрової безпеки», де помилка не має фізичних наслідків. Так, наприклад, здобувачі закладу загальної середньої освіти намагались спробувати торкнутися гарячої колби Вюрца, необережно поводились із скляним посудом, не тримали пляшку етикеткою до долоні при наливанні реактивів тощо.

Проведена діагностика навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти говорить також про те, що під час спостереження демонстраційні експерименти часто сприймаються як «кіно», без розуміння суті хімізму перетворень, а при виконанні лабораторних дослідів та практичних робіт виявляються труднощі їх проведення, пов'язані із відсутністю навичок насипання кристалічних речовин, наливання розчинів, використання хімічного посуду та іншого обладнання в кабінеті хімії. Тому майбутні вчителі хімії мають бути готовими до подолання таких навчальних втрат. Така готовність може бути сформована у майбутніх вчителів хімії під час опанування освітньої компоненти «Техніка навчального хімічного експерименту».

Освітня компонента «Техніка навчального хімічного експерименту» є обов'язковою складовою професійної підготовки вчителя хімії та виступає одним із фундаментальних елементів освітнього процесу. Програма передбачає ознайомлення з обладнанням сучасних лабораторій у закладах загальної середньої освіти та розвиток умінь організовувати та проводити всі різновидів навчального хімічного експерименту згідно з державними стандартами (рівень стандарту, профільний рівень). На лабораторних заняттях майбутні фахівці відточують майстерність інтеграції експерименту в структуру уроку, а формат навчання допомагає здобути впевненість у проведенні складних і видовищних демонстрацій. Разом із тим, зміст програми поєднує теоретичну підготовку та практичний лабораторний практикум, що дозволяє майбутньому вчителю опанувати методику діагностики та компенсації навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої.

Наведемо можливі шляхи підготовки майбутнього вчителя хімії до подолання навчальних втрат, які впроваджуються нами в межах реалізації освітньої компоненти Техніка навчального хімічного експерименту (ТНХЕ) під час реалізації фахової підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності А4.06 Середня освіта. Хімія в Житомирському державному університеті імені Івана Франка.

1. Вдосконалення експериментальних умінь та технічних навичок виконувати демонстраційний експеримент.

Для подолання навчальних втрат у експериментальній підготовці здобувачів закладу загальної середньої освіти, майбутній учитель хімії має сам досконало володіти основними прийомами та хімічними операціями. Споглядаючи демонстраційні експерименти учні запам'ятовують деталі (правильне насипання, наливання, нагрівання, перемішування тощо) та в подальшому будуть наслідувати свого вчителя, тому його рухи мають бути чіткими, динамічним, впевненими. Навчальний практикум ТНХЕ спрямований на індивідуалізацію навчання здобувачів вищої освіти. Під час занять ТНХЕ здобувачі вищої освіти не працюють в парах або малих групах, а індивідуально виконують експерименти за обраною технікою, що дозволяє викладачу виявити та скоригувати їхні власні «експериментальні прогалини», які могли виникнути під час їхнього навчання в школі або в закладі вищої освіти в умовах пандемії чи воєнного стану. Розроблені викладачами кафедри інструктивно-методичні матеріали до лабораторних робіт містять техніки виконання всіх навчальних і демонстраційних експериментів передбачених навчальними програмами з хімії (7-9 клас, 10-11 клас рівень стандарт та профільний). Під час самостійної підготовки до аудиторних занять здобувачі вищої освіти вивчають ці техніки, а під час лабораторних занять виконують їх, підбираючи необхідне обладнання та реактиви.

2. *Алгоритмізація дій*. При самостійній підготовці до лабораторних занять та під час їх виконання здобувачі вищої освіти використовують робочі зошити з ТНХЕ з друкованою основою, які привчають до чіткої, послідовної, покрокової діяльності: планування експерименту, вибір необхідного обладнання, вивчення та дотримання інструкції техніки виконання експерименту, фіксація фізичних властивостей вихідних речовин та продуктів утворення, фіксація ознак перетворення, формулювання висновків, дотримання правил техніки безпеки, обговорення можливих помилок при виконанні демонстраційного експерименту. Це готує майбутніх вчителів хімії до створення аналогічних алгоритмів-підказок для здобувачів закладу загальної середньої освіти, що є ключовим для надолуження втрачених експериментальних навичок.

3. *Забезпечення здатності виконувати експерименти з дотриманням правил техніки безпеки.* В умовах тривалого дистанційного навчання в здобувачів закладу загальної середньої освіти формується відчуття «ігрової безпеки», де помилка у віртуальному середовищі не має фізичних наслідків. В межах лабораторного практикуму під час лабораторних занять передбачено проводити аналіз «відео-помилок». Так, на лабораторних заняттях здобувачі вищої освіти виконують демонстраційні експерименти та лабораторні досліди, які передбачені навчальними програмами з хімії рівня стандарт та профільний рівень та вчаться знімати та монтувати власні відеоролики із виконаними експериментами. Викладачами кафедри хімії накопичено достатньо великий фонд таких відеофрагментів. На лабораторних заняттях з ТНХЕ здобувачі вищої освіти переглядають відеофрагменти експериментів із допущеними технічними помилками або порушеннями правил техніки безпеки (наприклад, неправильне нагрівання пробірки, торкання гарячого посуду), вчаться їх ідентифікувати та пояснювати можливі причини ризику.

4. *Підготовка до свідомого спостереження демонстраційних експериментів.*

Часто здобувачі закладу загальної середньої освіти сприймають демонстраційний експеримент як «кіно» та, не розуміючи суті процесу, не можуть пояснити хімізм реакції. Наприклад, переглядаючи демонстраційний експеримент «Взаємодія металів з кислотами», під час якої вчитель демонструє як метали різної активності взаємодіють із кислотами (використовуючи магній, цинк, залізо, мідь та розчин хлоридної кислоти) учні кажуть що в пробірці з магнієм рідина «закипає», а метал «розчиняється» та «зникає» і не можуть пояснити, які процеси відбуваються в пробірках і чому. На лабораторних заняттях з ТНХЕ здобувачі вищої освіти вчаться перетворювати спостереження на активний пізнавальний процес через метод «мікровикладання».

Метод «мікровикладання» полягає у моделюванні фрагментів уроків, де демонструють техніку виконання досліду, одночасно коментуючи його для аудиторії, акцентуючи увагу на фізичних властивостях вихідних речовин та продуктах утворення, ознаках перебігу хімічних реакції (випадіння осаду, виділення бульбашок газу, виділення тепла з використанням термометра чи термоскопа, виділення світлової енергії під час горіння простих та складних речовин тощо) та пояснюючи хімізм процесів.

5. *Використання інноваційних інструментів компенсації навчальних втрат* (опанування здатностями застосовувати віртуальні лабораторії та симулятори наприклад Labster, PhET та ін). На лабораторних заняттях з

ТНХЕ майбутні вчителі хімії вчаться використовувати цифрові ресурси як тренажери для підготовки здобувачів закладу загальної середньої освіти до перегляду та виконання реального експерименту або як засіб візуалізації процесів, недоступних у навчальній лабораторії.

Хімічні тренажери та віртуальні лабораторії дозволяють безпечно проводити небезпечні досліди, візуалізувати абстрактні процеси на молекулярному рівні та економити час вчителя на перевірку завдань. Це підвищує залученість учнів та робить навчання інтерактивним.

Використання таких цифрових інструментів дає вчителю наступні ключові переваги:

✓ *Абсолютна безпека навчального процесу.* Використання віртуальних лабораторій забезпечує відсутність ризиків та дозволяє "змішувати" вибухонебезпечні чи токсичні речовини без жодного впливу на здоров'я дітей: Невпевнені у власній експериментальній вправності, здобувачі закладу загальної середньої освіти можуть тренуватися самостійно, не боячись зіпсувати обладнання чи зробити помилку на очах у всього класу, що забезпечить їх психологічний комфорт.

✓ *Візуалізація невидимого.* Симулятори та віртуальні лабораторії забезпечують розуміння мікросвіту. Так, здобувачі закладу загальної середньої освіти можуть на власні очі побачити будову атома, переміщувати електрони, формувати склад ядра, розглядати утворення та структуру кристалічних ґраток. Застосування Вебдодатку MolViev дає можливість створювати 3D-моделі як простих, так і складних органічних сполук, дозволяє зручно обертати 3D-моделі для кращого просторового сприйняття.

✓ *Економія ресурсів та часу.* Віртуальні реактиви не вимагають фінансових витрати на дорогі або рідкісні реактиви, а брудний посуд після експериментів не потрібно мити. Вбудовані тести та тренажери миттєво перевіряють знання здобувачів закладу загальної середньої освіти, виставляють бали та вказують на помилки, вивільняючи час вчителя. Учні можуть повторювати дослід або відпрацьовувати рівняння реакцій у будь-який час, використовуючи власний смартфон чи комп'ютер. Інструменти чудово підходять для дистанційного навчання та дітей, які мають складнощі з відвідуванням закладу загальної середньої освіти.

Таким чином, реалізація цих підходів формує готовність вчителя бути консультантом та організатором, здатним ефективно нівелювати наслідки навчальних втрат через поєднання традиційних методик із сучасними цифровими та адаптивними інструментами.

Висновки. Таким чином, навчальні втрати в площині експериментальної діяльності мають комплексний характер і проявляються у деградації сенсомоторних навичок (невміння працювати з посудом і

реактивами), когнітивних розривах (нерозуміння зв'язку «дія – результат») та деформації поняття безпеки через тривале використання лише віртуальних симуляторів і перегляду відеофрагментів. Ключовим у підготовці майбутніх вчителів хімії стає перехід від «групового виконання» до індивідуалізації та мікровикладання, де майбутній вчитель виступає одночасно і як виконавець, і як методист-діагност. Найбільш ефективними методами підготовки майбутнього вчителя хімії до подолання навчальних втрат у площині експериментальної діяльності здобувачів закладу загальної середньої освіти визначено: алгоритмізацію дій через робочі зошити, аналіз «відео-помилок», використання методу мікровикладання. Сформована готовність майбутнього вчителя до діагностики та компенсації навчальних втрат дозволяє забезпечити виконання вимог Державного стандарту навіть у складних безпекових умовах, зберігаючи при цьому практико-орієнтований вектор хімічної освіти.

Перспективами майбутніх досліджень стане створення автоматизованих діагностичних тестів та інтерактивних тренажерів, які дозволятимуть швидко оцінити рівень сформованості експериментальних умінь учнів перед початком вивчення кожної теми. Дослідження можуть зосередитися на розробці критеріїв оцінювання «практичної навченості» в цифровому форматі, які б корелювали з реальними навичками в лабораторії. Дослідження може бути розширене на порівняльний аналіз ефективності шляхів подолання втрат у класах гуманітарного профілю (рівень стандарту) порівняно з профільним рівнем, де поглиблено вивчаються природничі науки. Це дозволить створити диференційовані методичні рекомендації для вчителів хімії залежно від професійних планів їхніх вихованців.

Література:

1. Brown T., Lee M. STEM-based learning as a tool for improving science education. *Journal of Science Education*. 2019. Vol. 23, № 4. P. 215–223.

2. Gulay H., Shemet V., Moroz I., Savaryn P., Kabak V. Using the Labster virtual laboratory to study chemistry at a technical university. *Information Technologies: Learning and Teaching*. 2024. Vol. 102, № 4. P. 95–107. DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5737.

3. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V. M., Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*. 2016. Vol. 95. P. 309–327.

4. Tatli Z., Ayas A. Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2010. Vol. 9. P. 938–942.

5. Державна служба якості освіти в Україні. Навчальні втрати в умовах війни: як учителю їх діагностувати та компенсувати. URL: https://sqe.gov.ua/navchalni-vtrati-v-umovakh-viyni-yak-uchi/ (дата звернення: 14.05.2026).

6. Діагностика та компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті України : методичні рекомендації / за заг. ред. О. М. Топузова ; укл. М. В. Головко. Київ :

Педагогічна думка, 2023. 187 с. DOI: https://doi.org/10.32405/978-966-644-736-7-2023-190.

7. Іванова Н. П. Експериментальна діяльність у профільному навчанні хімії. *Український педагогічний журнал*. 2020. № 3. С. 45–52.

8. Навчальна програма з хімії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень). Київ : Міністерство освіти і науки України, 2023.

9. Навчальна програма з хімії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарт). Київ : Міністерство освіти і науки України, 2023.

10. Osvita.ua. Навчальні втрати: причини, наслідки й шляхи подолання. URL: https://osvita.ua/school/88921/ (дата звернення: 22.04.2026).

11. Особливості навчання фізики в гімназії з урахуванням компенсації освітніх втрат учнів у період воєнного стану: методичні рекомендації / Сіпій В. В., Ляшенко О. І., Головко М. В., Крячко І. П. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2024. 42 с.

12. Топузов О., Головко М., Локшина О. Освітні втрати в період воєнного стану: проблеми діагностики та компенсації. *Український педагогічний журнал*. 2023. № 1. С. 5–13. DOI: https://doi.org/10.32405/2411-1317-2023-1-5-13.

References

1. Brown, T., & Lee, M. (2019). STEM-based learning as a tool for improving science education. Journal of Science Education, 23(4), 215–223.

2. Gulay, H., Shemet, V., Moroz, I., Savaryn, P., & Kabak, V. (2024). Using the Labster virtual laboratory to study chemistry at a technical university. Information Technologies: Learning and Teaching, 102(4), 95–107. DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5737.

3. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. Computers & Education, 95, 309–327.

4. Tatli, Z., & Ayas, A. (2010). Virtual laboratory applications in chemistry education. Procedia – Social and Behavioral Sciences, 9, 938–942.

5. Derzhavna sluzhba yakosti osvity v Ukraini. (n.d.). Navchalni vtraty v umovakh viiny: yak uchyteliu yikh diahnostuvaty ta kompensuvaty [Learning losses in war conditions: how a teacher can diagnose and compensate for them]. Retrieved from https://sqe.gov .ua/navchalni-vtrati-v-umovakh-viyni-yak-uchi/ [in Ukrainian].

6. Topuzov, O. M. (Ed.), & Holovko, M. V. (Comp.). (2023). Diahnostyka ta kompensatsiia osvitnikh vtrat u zahalnii serednii osviti Ukrainy: metodychni rekomendatsii [Diagnosis and compensation of educational losses in general secondary education of Ukraine: methodological recommendations]. Kyiv: Pedahohichna dumka. DOI: 10.32405/978-966-644-736-7-2023-190 [in Ukrainian].

7. Ivanova, N. P. (2020). Eksperymentalna diialnist u profilnomu navchanni khimii [Experimental activity in specialized chemistry education]. Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Educational Journal, 3, 45–52 [in Ukrainian].

8. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2023). Navchalna prohrama z khimii dlia 10-11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity (profilnyi riven) [Chemistry curriculum for grades 10-11 of general secondary education institutions (profile level)]. Kyiv [in Ukrainian].

9. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2023). Navchalna prohrama z khimii dlia 10-11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity (riven standart) [Chemistry curriculum for grades 10-11 of general secondary education institutions (standard level)]. Kyiv [in Ukrainian].

10. Osvita.ua. (n.d.). Navchalni vtraty: prychyny, naslidky i shliakhy podolannia [Learning losses: causes, consequences and ways to overcome]. Retrieved from https://osvita.ua/school/88921/ [in Ukrainian].

11. Sipii, V. V., Liashenko, O. I., Holovko, M. V., & Kriachko, I. P. (2024). Osoblyvosti navchannia fizyky v himnazii z urakhuvanniam kompensatsii osvitnikh vtrat uchniv u period voiennoho stanu: metodychni rekomendatsii [Features of teaching physics in a gymnasium taking into account the compensation of educational losses of students during martial law: methodological recommendations]. Kyiv: Vydavnychyi dim "Osvita" [in Ukrainian].

12. Topuzov, O., Holovko, M., & Lokshyna, O. (2023). Osvitni vtraty v period voiennoho stanu: problemy diahnostyky ta kompensatsii [Educational losses during the period of martial law: problems of diagnosis and compensation]. Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Educational Journal, 1, 5–13. DOI: 10.32405/2411-1317-2023-1-5-13 [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 15.05.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 29.05.2026