

Кафедра хімії
Опис впливу
результатів діяльності наукової установи / закладу вищої освіти на розвиток науки,
суспільства та економіки

Український державний університет імені Михайла Драгоманова
за період з 2020 по 2024 роки

Chemistry department
Description of the impact of the results of the activities of scientific institution
Dragomanov Ukrainian State University
for the period from 2020to 2024 years

Порядковий № впливу	
Основний вид впливу (необхідне підкреслити)	на забезпечення безпеки та оборони країни; на розвиток економіки; на розвиток технологій; на забезпечення здоров'я та якості життя; на розвиток передової науки; на популяризацію результатів наукових досліджень; <u>на розвиток освіти</u>; на розвиток соціальної сфери; на розвиток культури; на збереження стану навколишнього природного середовища; на забезпечення продовольчої безпеки; на розвиток державної політики the security and defence of the country; economic development; technology development; health and quality of life; the development of advanced science; popularization of the results of scientific research; <u>the development of education</u>; the development of the social sphere; the development of culture; to preserve the state of the environment; to ensure food security; the development of public policy
Перелік основних наукових результатів, які дали змогу досягти впливу 1.Результати науково-педагогічних досліджень оприлюднено у фахових наукових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science (категорія А), у виданнях категорії Б, а також у колективних закордонних монографіях, що забезпечило їх інтеграцію в освітній процес. (Толмачова В.С., Богатиренко В.А., Ковтун О.М., Прибора Н.А.) https://surl.li/cisszo https://surl.li/atldrn. Розроблено та впроваджено навчально-методичне забезпечення для закладів вищої та загальної середньої освіти, висвітлено актуальні хімічні знання у науково-популярних публікаціях (Богатиренко В.А., Прибора Н.А.). https://surl.li/xydhnm 2.Експертна участь у формуванні та оновленні змісту освіти у складі предметних (галузевих) експертних комісій та експертних груп Міністерство освіти і науки України,	

зокрема щодо надання грифів навчальній літературі й навчальним програмам з хімії (Толмачова В.С., Богатиренко В.А., Ковтун О.М., Прибора Н.А.) <https://surl.li/ckntua> проведення інституційного аудиту закладів загальної середньої освіти (Толмачова В.С.) <https://surl.li/ggckrr> та експертного обговорення Проєкту державного стандарту профільної середньої освіти (природнича освітня галузь) (Прибора Н.А.) <https://surl.li/ipgobh> безпосередньо вплинули на якість освітніх програм і навчальних матеріалів.

3.Залучення до роботи у журі Всеукраїнських конкурсів-захистів науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук України на II етапі сприяло розвитку дослідницьких, експериментальних і STEM-компетентностей учнів, формуванню мотивації до вивчення хімії та природничих наук, а також підвищенню якості природничої освіти (Толмачова В.С., Богатиренко В.А., Ковтун О.М., Прибора Н.А.). <https://surl.li/bjqpgm>

4.Впровадження результатів досліджень у міжнародних освітніх проєктах, зокрема в межах проєкту «Елементи у вашому житті» (Міжнародний рік Періодичної таблиці, 2019, Ковтун О.М.) та міжнародного проєкту «Шкільний експеримент з хімії» під егідою ЮНЕСКО за підтримки Малої академії наук України (2022, Толмачова В.С.), забезпечило поширення сучасних методик навчання хімії, розвиток експериментальної діяльності учнів і підвищення професійної компетентності вчителів. Розробка та впровадження авторського науково-освітнього проєкту «Арт-простір допитливого природознавця», реалізованого у співпраці з Національним еколого-натуралістичним центром учнівської молоді МОН України, сприяли інтеграції результатів наукових досліджень у практику загальної та позашкільної освіти, розвитку міждисциплінарного навчання та формуванню природничої грамотності здобувачів освіти (Богатиренко В.А., Прибора Н.А.). Створення та реалізація учнівського хімічного хабу «ChemicalHub» на базі Українського державного університету імені Михайла Драгоманова забезпечили системну підтримку навчально-дослідницької діяльності учнів, упровадження елементів STEM-освіти та профорієнтацію здобувачів освіти в галузі хімії. <https://surl.li/utjbzk>

A list of the main scientific results that made it possible to achieve the impact of

1.The results of scientific and pedagogical research have been published in peer-reviewed scholarly journals indexed in the international scientometric databases Scopus and Web of Science (Category A), in Category B journals, as well as in collective foreign monographs, which ensured their integration into the educational process (Tolmachova V. S., Bohatyrenko V.A., Kovtun O.M., Prybora N.A.). <https://surl.li/cisszo> <https://surl.li/atldrn> Educational and methodological resources have been developed and implemented for institutions of higher and general secondary education, and current chemical knowledge has been highlighted in popular science publications (Bohatyrenko V.A., Prybora N.A.). <https://surl.li/xydhnm>

2.Expert participation in the development and updating of educational content as members of subject (sectoral) expert commissions and expert groups of the Ministry of Education and Science of Ukraine – particularly in granting official approval (endorsement) to textbooks and chemistry curricula (Tolmachova V.S., Bohatyrenko V.A., Kovtun O.M., Prybora N.A.) <https://surl.li/ckntua>, conducting institutional audits of general secondary education institutions (Tolmachova V.S.) <https://surl.li/ggckrr> , and expert discussions of the Draft State Standard

for Profile Secondary Education (natural science educational field) (Prybora N.A.) <https://surl.li/ipgobh> - has directly influenced the quality of educational programs and instructional materials.

3. Involvement as jury members in the All-Ukrainian competitions-defenses of students' research projects of the Minor Academy of Sciences of Ukraine at the second stage contributed to the development of students' research, experimental, and STEM competencies, fostered motivation to study chemistry and natural sciences, and enhanced the quality of science education (Tolmachova V.S., Bohatyrenko V.A., Kovtun O.M., Prybora N.A.). <https://surl.li/bjqpgm>

4. The implementation of research results in international educational projects – specifically within the project “Elements in Your Life” (International Year of the Periodic Table, 2019, Kovtun O.M.) and the international project “School Chemistry Experiment” under the auspices of UNESCO with the support of the Minor Academy of Sciences of Ukraine (2022, Tolmachova V.S.) – ensured the dissemination of modern methods of teaching chemistry, the development of students' experimental activities, and the enhancement of teachers' professional competence. The development and implementation of the author's scientific and educational project “Art Space of the Inquisitive Naturalist”, carried out in cooperation with the National Ecological and Naturalistic Center of Student Youth of the Ministry of Education and Science of Ukraine, facilitated the integration of research results into the practice of general and extracurricular education, the development of interdisciplinary learning, and the formation of learners' scientific literacy (Bohatyrenko V.A., Prybora N.A.). The establishment and operation of the student “ChemicalHub” at Ukrainian Drahomanov State University ensured systematic support for students' educational and research activities, the implementation of STEM education elements, and career guidance for learners in the field of chemistry. <https://surl.li/utjbzk>

Опис основних наукових результатів, які дали змогу досягти цього впливу

1. Зміни в освітній політиці та трансформація системи загальної і вищої освіти зумовили необхідність оновлення змісту хімічної педагогічної освіти та вимог до професійних компетентностей учителя хімії. У межах виконання науково-дослідної роботи «Сучасна хімічна педагогічна освіта як складова сталого розвитку людства на XXI століття» було досліджено проблему формування сучасного освітнього простору, обґрунтовано ефективні методи і засоби навчання, нові педагогічні технології та оновлено зміст освітніх компонентів підготовки майбутніх учителів хімії відповідно до міжнародних стандартів ISCED. Отримані результати стали методологічною основою для модернізації освітніх програм і забезпечили інтеграцію актуальних наукових знань у підготовку педагогічних кадрів.

2. Важливою складовою досліджень стало відстеження інтеграційних процесів у галузі природничих наук, що здійснювалося на основі наукових результатів з органічної хімії, фізичної та колоїдної хімії, біохімії, хімії поверхні та зеленої хімії. Наукові здобутки, пов'язані з вивченням будови, фізико-хімічних властивостей і біологічної активності нових гетероциклічних систем, сучасних флуоресцентних барвників, а також із розробленням сорбентів на основі біовугілля та використанням розширеного графіту для вилучення вуглеводнів, дозволили забезпечити міждисциплінарний зв'язок науки й освіти. Дослідження морфології та нанопрофілю поверхні природних мінералів із застосуванням сучасних фізико-хімічних методів сприяли оновленню змісту навчальних

дисциплін прикладного та екологічного спрямування.

3.Наукові результати експертних досліджень у сфері загальної середньої освіти стали визначальними для оновлення навчально-методичного забезпечення з хімії. Фаховий аналіз підручників, навчально-методичних посібників і освітніх програм, зокрема в контексті Нової української школи, забезпечив наукове обґрунтування впровадження компетентнісного підходу та сучасних методик навчання. Результати інституційних аудитів закладів освіти дозволили здійснити системну оцінку освітнього середовища, педагогічної діяльності й управлінських процесів, що стало основою для прийняття рішень щодо підвищення якості освіти.

4.Узагальнені науково-методичні результати, отримані в процесі експертного оцінювання навчальних і науково-дослідницьких досягнень учнів та педагогів у межах всеукраїнських конкурсів і міжнародних науково-освітніх проєктів, підтвердили ефективність запропонованих підходів до розвитку дослідницьких компетентностей, наукового мислення та популяризації хімічної науки. Сукупність зазначених наукових результатів стала критично важливою для досягнення освітнього впливу, оскільки без них модернізація змісту хімічної освіти, оновлення стандартів і підвищення її якості були б маломовірними.

Description of the main scientific results that made it possible to achieve this impact

1.Changes in educational policy and the transformation of the systems of general and higher education have necessitated the renewal of the content of chemical pedagogical education and the requirements for the professional competencies of chemistry teachers. Within the framework of the research project “Modern Chemical Pedagogical Education as a Component of Sustainable Human Development in the 21st Century”, the problem of forming a modern educational environment was investigated; effective teaching methods and tools and new pedagogical technologies were substantiated; and the content of educational components for the training of future chemistry teachers was updated in accordance with the international ISCED standards. The obtained results became a methodological basis for the modernization of educational programs and ensured the integration of up-to-date scientific knowledge into the training of teaching staff.

2.An important component of the research was the monitoring of integration processes in the field of natural sciences, carried out on the basis of scientific results in organic chemistry, physical and colloid chemistry, biochemistry, surface chemistry, and green chemistry. Scientific achievements related to the study of the structure, physicochemical properties, and biological activity of new heterocyclic systems and modern fluorescent dyes, as well as to the development of biochar-based sorbents and the use of expanded graphite for hydrocarbon removal, made it possible to ensure an interdisciplinary link between science and education. Studies of the morphology and nanoscale surface profile of natural minerals using modern physicochemical methods contributed to updating the content of applied and environmentally oriented academic disciplines.

3.The scientific results of expert studies in the field of general secondary education proved decisive for updating teaching and methodological support in chemistry. A professional analysis of textbooks, teaching and methodological manuals, and educational programs, particularly in the context of the New Ukrainian School, provided a scientific justification for the implementation of a competency-based approach and modern teaching methodologies. The

results of institutional audits of educational institutions made it possible to carry out a systematic assessment of the educational environment, pedagogical activities, and management processes, which became the basis for decisions aimed at improving the quality of education.

4. The generalized scientific and methodological results obtained in the process of expert evaluation of students' and teachers' educational and research achievements within national competitions and international scientific and educational projects confirmed the effectiveness of the proposed approaches to the development of research competencies, scientific thinking, and the popularization of chemical science. The totality of these scientific results was critically important for achieving educational impact, since without them the modernization of the content of chemical education, the renewal of standards, and the improvement of its quality would have been unlikely.

Роль наукової установи / закладу вищої освіти, що звітує, у досягненні впливу

1. У межах науково-дослідної роботи в УДУ імені Михайла Драгоманова «Сучасна хімічна педагогічна освіта як складова сталого розвитку людства на ХХІ століття» Державний реєстраційний номер: 0124U004201 досліджуються проблеми змісту хімічної педагогічної освіти відповідно до міжнародних стандартів і досягнень хімічної науки (Толмачова В.С., Ковтун О.М., Богатиренко В.А., Прибора Н.А.). 2. Співпраця з науково-дослідними інститутами Національної академії наук України на основі укладених договорів забезпечує оновлення змісту освітніх програм відповідно до сучасних наукових тенденцій. 3. Спільна освітня діяльність з ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» координувала експертизу об'єктів грифування та ухвалення рішень щодо їх рекомендацій для використання в освітньому процесі, зокрема в межах НУШ. Участь в інституційному аудиті Державної служби якості освіти України сприяла формуванню рекомендацій щодо підвищення якості освітньої діяльності ліцею № 208 м. Києва. Робота в експертній групі з обговорення проєкту Державного стандарту профільної середньої освіти (природнича галузь) спрямована на підготовку пропозицій щодо його вдосконалення та забезпечення якості профільної середньої освіти. Участь у складі журі конкурсів з КЗПО «Київська Мала академія наук учнівської молоді» та КЗКОР «Мала академія наук учнівської молоді» направлена на підвищення якості природничої освіти та розвиток дослідницьких компетентностей учнів і вчителів. 4. Міжнародні та всеукраїнські науково-освітні проєкти («Елементи у нашому житті» до Міжнародного Року Періодичної Таблиці (Ковтун О.М.), «Шкільний експеримент з хімії» під егідою ЮНЕСКО за підтримки Малої академії наук України (Толмачова В.С.) «Арт-простір допитливого природознавця» (Богатиренко В.А., Прибора Н.А.), учнівський хімічний хаб Природничого факультету «ChemicalHub» забезпечували поглиблене вивчення хімії, формує дослідницьке мислення й професійну орієнтацію здобувачів освіти.

The Role of the Research Institution /Higher Education Institution in Achieving Impact

1. Within the framework of the research project at Ukrainian Dragomanov State University, "Modern Chemical Pedagogical Education as a Component of Sustainable Human Development in the 21st Century" State Registration 0124U004201, issues related to the

content of chemical pedagogical education in accordance with international standards and achievements of chemical science are being investigated Tolmachova V.S., Kovtun O.M., Bohatyrenko V.A., Prybora N.A. 2.Cooperation with research institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine, based on concluded agreements, ensures updating the content of educational programs in line with current scientific trends. 3.Joint educational activities with the State Scientific Institution “Institute of Education Content Modernization” coordinated the expertise of materials submitted for official approval and decision-making on their recommendation for use in the educational process, particularly within the New Ukrainian School framework. Participation in the institutional audit of the State Service for Education Quality of Ukraine contributed to developing recommendations to improve the quality of educational activities of Lyceum 208 in Kyiv. Work in an expert group on the draft State Standard of Specialized Secondary Education (natural science) focused on preparing proposals for its improvement. Participation as a jury member in competitions organized by Minor Academy of Sciences of Student Youth Kyiv and the Kyiv Regional aimed to enhance the quality of natural science education and develop research competencies of students and teachers. 4.International and national scientific and educational projects “Elements in Our Life” for the International Year of the Periodic Table Kovtun O.M., “School Chemistry Experiment” under the auspices of UNESCO with support from the Minor Academy of Sciences of Ukraine Tolmachova V.S., “Art Space of a Curious Natural Scientist” Bohatyrenko V.A., Prybora N.A. and the student “ChemicalHub” ensured in-depth chemistry learning and fostered research thinking and professional orientation of learners.

Опис впливу

Отримані результати наукових досліджень мають комплексний і довготривалий вплив на розвиток хімічної освіти, педагогічної підготовки майбутніх фахівців, а також на розв’язання актуальних екологічних, технологічних і медико-біологічних проблем сучасного суспільства.

У межах виконаних досліджень обґрунтовано необхідність системного оновлення педагогічної підготовки вчителя хімії відповідно до сучасних освітніх тенденцій, технологічних трансформацій та інноваційних педагогічних підходів з метою забезпечення якості освіти в закладах загальної середньої освіти. Проведений аналіз сучасних вимог до професійної кваліфікації вчителя, методичних підходів і освітніх стандартів дав змогу сформулювати практикоорієнтовані пропозиції щодо формування ключових і фахових компетентностей, які відповідають реаліям освітньої реформи та потребам здобувачів освіти (<https://surl.li/qjqzbn>). Важливим напрямом впливу є дослідження цифрових макротрендів та інноваційних технологій, які суттєво змінюють суспільні процеси та освітні практики. Систематизація цифрових трендів, ідентифікація ключових технологій ХХІ століття та оцінювання їх потенційного впливу дали змогу окреслити стратегічні орієнтири модернізації підготовки майбутніх учителів хімії, інтеграції цифрових інструментів у освітній процес і формування цифрової компетентності педагогів (<https://surl.lu/jjklpn>). Зазначені результати мають практичний вплив на оновлення освітніх програм і методик навчання.

Суттєвий освітній і соціальний ефект забезпечують дослідження, присвячені формуванню компетентності з основ хімічної безпеки. Встановлено, що така компетентність є ключовою не лише у підготовці вчителів хімії, а й майбутніх лікарів,

оскільки безпосередньо пов'язана із збереженням здоров'я людини та екологічною безпекою і сприяє підвищенню рівня безпечної професійної діяльності фахівців природничого профілю ([10.18662/rrem/14.4/633](https://doi.org/10.18662/rrem/14.4/633)).

Вагомий екологічний та технологічний вплив мають дослідження в галузі хімії поверхні, спрямовані на створення ефективних сорбентів на основі рослинних відходів. Запропонована концепція сталого використання біовугілля для вилучення йонів важких металів і подальшого повторного застосування насиченого сорбенту як композитного матеріалу для розкладання стійких органічних забруднювачів сприяє розвитку циркулярної економіки та зменшенню техногенного навантаження на довкілля (<https://surl.li/evgyim>). Подібний вплив мають і результати досліджень розширеного графіту як вискоєфективного сорбенту для ліквідації нафтових забруднень, що підвищує готовність до реагування на екологічні аварії (<https://surl.li/vazgzs>).

Дослідження природних сапонітів українських родовищ розширюють наукові уявлення про їх структуру та сорбційні властивості, що відкриває перспективи практичного використання мінеральних ресурсів у технологіях очищення води та створення нових функціональних матеріалів (<https://surl.li/yqsonj>). Аналогічний приклад прикладного впливу демонструють розроблені методи синтезу наномікрочастинок на основі $\text{Ni}(\text{OH})_2$ та бентоніт-ферромагнітних композитів, які можуть бути використані в каталізі, сорбційних і магнітних технологіях (<https://surl.li/oanheu>; <https://surl.li/fkhenb>).

Суттєвий медико-біологічний і фармацевтичний вплив мають результати досліджень у галузі органічної та гетероциклическої хімії. Синтез і біологічне оцінювання нових похідних 1,3-тіазолу, бензазепінів, імідазотіазолів і піролідінонів із антиоксидантною, антибактеріальною, протигрибковою та гербіцидною активністю формують наукове підґрунтя для створення нових лікарських і агрохімічних засобів (<https://surl.li/jiwegfy>; <https://surl.li/dfvrer>; <https://surli.cc/zcjhyu>; <https://surl.li/dpepwc>; <https://surl.li/quqljp>; <https://surli.cc/iomtmy>; <https://surl.li/jpsbul>). Це має довгостроковий вплив на розвиток фармацевтичної науки, медицини та біотехнологій.

Окремим напрямом впливу є експертна та проєктна діяльність науково-педагогічних працівників кафедри хімії. Участь у рецензуванні навчальної літератури, розробленні освітніх програм і роботі журі конкурсів сприяла підвищенню якості навчально-методичного забезпечення, поширенню кращих педагогічних практик і зміцненню взаємодії між університетом та закладами загальної середньої освіти. Реалізація науково-освітніх проєктів забезпечує модернізацію освітніх систем, підвищення конкурентоспроможності випускників і інтеграцію національної науки й освіти у світовий освітній простір. <https://surl.li/bkqgtl>

Загалом, сукупність отриманих наукових результатів формує багатовимірний вплив — освітній, екологічний, технологічний і соціальний, сприяючи сталому розвитку освіти, науки та суспільства в цілому. Таким чином, вплив забезпечено через поєднання науково-дослідної, освітньої, методичної та експертної діяльності. Результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузях хімії поверхні, матеріалознавства, екологічної та органічної хімії були оприлюднені у фахових наукових виданнях і використані як навчальний та науково-методичний контент в освітньому процесі. Вагомим механізмом впливу стала експертна участь у вдосконаленні навчальної літератури, освітніх програм, а також у роботі журі освітніх конкурсів і реалізації науково-освітніх проєктів, що забезпечило трансфер наукових результатів у практику освіти.

Бенефіціарами впливу стали заклади вищої педагогічної освіти, заклади загальної середньої освіти, науково-педагогічні працівники, майбутні вчителі хімії, здобувачі загальної середньої та вищої освіти.

Освітній вплив проявився в оновленні змісту освітніх програм і навчальних дисциплін, підвищенні якості навчально-методичного забезпечення, удосконаленні професійної підготовки майбутніх учителів хімії та розвитку педагогічної майстерності вчителів. Х. Науковий вплив полягав у розширенні наукових уявлень про властивості нових матеріалів, сорбентів і біологічно активних сполук, розвитку методів їх синтезу та дослідження, а також у використанні отриманих результатів як підґрунтя для подальших наукових досліджень та освітньої діяльності. Масштаб впливу характеризується системними якісними змінами в освітньому та науковому середовищі: удосконаленням освітніх програм і навчальних матеріалів, активнішим залученням здобувачів освіти до сучасних наукових підходів, поширенням кращих педагогічних практик і посиленням взаємозв'язку між наукою та освітою. Описаний освітній і науковий вплив мав місце протягом звітнього періоду та реалізовувався через освітню, науково-дослідну, методичну й експертну діяльність.

Description of the impact

The obtained research results have a comprehensive and long-term impact on the development of chemical education, the pedagogical training of future professionals, and the solution of current environmental, technological, and biomedical challenges of modern society.

The conducted studies substantiate the necessity of systematic renewal of chemistry teacher education in accordance with contemporary educational trends, technological transformations, and innovative pedagogical approaches to ensure the quality of education in general secondary education institutions. Analysis of current requirements for teachers' professional qualifications, methodological approaches, and educational standards enabled the formulation of practice-oriented proposals for developing key and subject-specific competencies aligned with educational reforms and learners' needs (<https://surl.li/dnfmby>).

A significant direction of impact is the study of digital macro-trends and innovative technologies transforming educational practices. The systematization of digital trends, identification of key 21st-century technologies, and assessment of their educational potential allowed outlining strategic guidelines for modernizing the training of future chemistry teachers, integrating digital tools into teaching, and developing teachers' digital competence (<https://surl.li/evgyim>). These findings have been applied in updating educational programs and teaching methodologies.

Considerable educational and social impact is ensured by research on the formation of competence in chemical safety fundamentals. It was established that such competence is essential for training both chemistry teachers and future physicians, as it is directly related to human health protection and environmental safety and contributes to safer professional activities in natural sciences (<https://surl.li/metzek>).

Substantial environmental and technological impact is generated by studies in surface chemistry focused on developing effective sorbents based on plant waste. The proposed concept of sustainable biochar use for heavy metal ion removal and the reuse of saturated sorbents as composite materials for the degradation of persistent organic pollutants contributes to circular economy development and reduction of technogenic environmental pressure (<https://surl.li/avzhcj>). Similar effects are demonstrated by research on expanded graphite as

an efficient sorbent for oil spill remediation, enhancing preparedness for environmental emergencies (<https://surl.li/vazgzs>).

Research on natural saponites from Ukrainian deposits expands scientific understanding of their structure and sorption properties and opens prospects for their application in water purification and functional materials development (<https://surl.li/yqsonj>). Applied impact is also ensured by methods for synthesizing nanomicro-particles based on $\text{Ni}(\text{OH})_2$ and bentonite–ferromagnetic composites, which can be used in catalysis, sorption, and magnetic technologies (<https://surl.li/oanheu>; <https://surl.li/fkhenb>).

Significant biomedical and pharmaceutical impact is associated with studies in organic and heterocyclic chemistry. The synthesis and biological evaluation of new derivatives of 1,3-thiazole, benzazepines, imidazothiazoles, and pyrrolidinones with antioxidant, antibacterial, antifungal, and herbicidal activity create a scientific basis for the development of new pharmaceutical and agrochemical agents (<https://surl.li/jiwegfy>; <https://surl.li/dfvrer>; <https://surli.cc/zcjhyu>; <https://surl.li/dpepwc>; <https://surl.li/quqljp>; <https://surli.cc/iomtmy>; <https://surl.li/jpsbul>).

An important area of impact is the expert and project-based activity of academic staff of the Department of Chemistry, including reviewing educational literature, developing educational programs, and participating in competition juries. These activities contributed to improving teaching quality, disseminating best pedagogical practices, strengthening cooperation between universities and general secondary education institutions, and integrating national education into the global educational space (<https://surl.li/bkqgtl>).

Overall, the obtained research results form a multidimensional educational, environmental, technological, and social impact achieved through the integration of research, educational, methodological, and expert activities. The beneficiaries include higher pedagogical education institutions, general secondary education institutions, academic staff, future chemistry teachers, and students. The impact manifested itself in updated educational programs, improved teaching quality, enhanced professional training, expanded scientific knowledge, and strengthened links between science and education during the reporting period.

Перелік підтверджень впливу

1. Представлені результати наукових досліджень мають значущий вплив на розвиток сучасної хімічної педагогічної освіти та науково-експериментальних досліджень у галузі довілля, біологічно активних сполук, композитних матеріалів, сорбентів і біохімічних процесів. <https://surl.li/cisszo> <https://surl.li/atldrn> 2. Експертна діяльність у складі комісій МОН України та ДСЯО України свідчить про вплив на оновлення змісту освіти, розроблення державних стандартів і вдосконалення системи забезпечення якості освіти. <https://surl.li/ipgobh> 3. Участь у журі конкурсів МАН України підтверджує вплив на розвиток обдарованої молоді та підвищення якості природничої освіти. <https://surl.li/bjqpgm> 4. Участь і реалізація національних та міжнародних науково-освітніх проєктів у сфері хімічної педагогічної освіти підтверджує вплив на популяризацію природничих наук, розвиток дослідницьких і експериментальних компетентностей учнівської молоді та підвищення якості освіти. <https://surl.li/utjbzk>

List of evidence of impact

1. The presented results of scientific research have a significant impact on the development of modern chemical pedagogical education and scientific and experimental studies in the fields of

environmental research, biologically active compounds, composite materials, sorbents, and biochemical processes, as confirmed by publications and dissemination of research outcomes (<https://surl.li/cisszo>; <https://surl.li/atldrn>). 2. Expert activity as a member of commissions of the Ministry of Education and Science of Ukraine and the State Service for Education Quality of Ukraine contributes to updating educational content, developing state educational standards, and improving the education quality assurance system (<https://surl.li/ipgobh>). 3. Participation as a jury member in competitions of the Minor Academy of Sciences of Ukraine confirms an impact on the development of gifted youth and the enhancement of natural science education quality (<https://surl.li/bjqpgm>). 4. It education (<https://surl.li/utjbzk>).

(посада керівника наукової установи(підпис)ПІБ

/ закладу вищої освіти)