

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

НЕЧИПУРЕНКО Павло Павлович

УДК 004::[001.891:54+372.854]::373.5

ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ
ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ
СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ХІМІЇ**

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті

01 – Освіта/Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ П. П. Нечипуренко

Науковий керівник – Семеріков Сергій Олексійович, доктор педагогічних
наук, професор

Кривий Ріг – 2017

АНОТАЦІЯ

Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті (01 – Освіта/Педагогіка). – Криворізький державний педагогічний університет Міністерства освіти і науки України. – Кривий Ріг, 2017.

Під час дослідження наукової проблеми використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії отримано такі основні результати: проведено теоретичний аналіз проблеми формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії; спроектовано систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії; виокремлено засоби інформаційно-комунікаційних технологій навчання хімії, використання яких сприятиме формуванню дослідницьких компетентностей учнів (електронні таблиці; засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень; засоби створення мультимедійних презентацій; пошукові системи загального призначення; системи підтримки навчання; текстові редактори; хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності; адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії; віртуальні хімічні лабораторії; електронні періодичні системи; засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів; навчальні ігри з хімії; науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет; програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії; тренажери та електронні практикуми; хімічні пошукові системи; хімічні редактори); теоретично обґрунтовано та розроблено модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій; розроблено методику використання

інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії (складається із трьох основних блоків: цільового – формування дослідницьких компетентностей учнів, змістового – навчання основ кількісного хімічного аналізу як універсального для різних хімічних профілів курсу та технологічного – засоби ІКТ, методи та форми їх використання у профільному навчанні хімії) та експериментально перевірено її ефективність.

Наукова новизна та теоретичне значення одержаних результатів полягає в тому, що: вперше теоретично обґрунтовані та розроблені: модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій, що складається із цільового блоку (містить компоненти, що визначають мету моделі – формування дослідницьких компетентностей старшокласників засобами ІКТ), концептуального (відображає сучасні підходи до впровадження компетентнісного підходу у профільне навчання хімії, до його складу входять нормативні документи, зміст навчання хімії, експертне оцінювання як основний інструмент відбору та спроектована система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії), технологічного (містить комплекс засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, що взаємопов'язаний із методами профільного навчання хімії та формами організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії та визначає шляхи досягнення мети моделі) та діагностично-результатного (містить прогнозований результат – підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії та комплекс критеріїв оцінювання, показників, рівнів сформованості дослідницьких компетентностей і засобів для діагностики сформованості дослідницьких компетентностей учнів, призначений для встановлення ефективності досягнення результату); система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, що включає три групи: 1) загальнонаукові, пов'язані із опануванням

універсальних методів дослідження, що необхідні для здійснення дослідницької діяльності у будь-якій науковій дисципліні (ЗДК-01 – здатність формулювати гіпотезу дослідження, ЗДК-02 – здатність планувати шляхи перевірки гіпотези, ЗДК-03 – здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження, ЗДК-04 – здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень, ЗДК-05 – здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження, ЗДК-06 – здатність до критичного мислення, ЗДК-07 – здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження, ЗДК-08 – здатність формулювати висновки, ЗДК-09 – здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію, ЗДК-10 – здатність до спільної роботи у процесі дослідження); 2) природничо-наукові, пов'язані із дослідженням реальних природних об'єктів та взаємозв'язків між ними, і необхідні для здійснення дослідницької діяльності у сфері природничих наук (ПДК-01 – сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології, ПДК-02 – здатність планувати експеримент, ПДК-03 – здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту, ПДК-04 – здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів, ПДК-05 – здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту, ПДК-06 – здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження, ПДК-07 – сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничонаукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи, ПДК-08 – здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи, ПДК-09 – здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації); 3) хімічні, пов'язані із опануванням спеціальних хімічних методів дослідження, що необхідні для здійснення дослідницької діяльності у галузях наук, пов'язаних із хімією (ХДК-01 – здатність відрізнити

хімічні явища природи від інших, ХДК-02 – здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд, ХДК-03 – здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту, ХДК-04 – здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів, ХДК-05 – здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо, ХДК-06 – здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою, ХДК-07 – здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції, ХДК-08 – здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями, ХДК-09 – здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків, ХДК-10 – здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин, ХДК-11 – здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей, ХДК-12 – здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії); удосконалено форми, методи та засоби формування дослідницьких компетентностей старшокласників шляхом розробки та впровадження комп'ютерно зорієнтованих засобів навчання; дістали подальшого розвитку наукові уявлення про шляхи та засоби інформатизації навчально-виховного процесу в закладах загальної середньої освіти; структуру та зміст дослідницьких компетентностей старшокласників; інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей школярів; теоретичні та методичні засади профільного навчання хімії; критерії, показники та рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників засобами інформаційно-комунікаційних технологій у профільному навчанні хімії.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблено та впроваджено в навчально-виховний процес закладів загальної середньої освіти: методику використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей

старшокласників у профільному навчанні хімії; програму комп'ютерно зорієнтованого факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» для учнів 10 класів профільних шкіл та відповідне навчально-методичне забезпечення (зокрема віртуальні лабораторні роботи, електронний навчальний посібник, засоби діагностики сформованості дослідницьких компетентностей учнів); локалізовано українською мовою віртуальну хімічну лабораторію Virtual Lab; розроблено модуль VlabEmbed системи Moodle для підтримки навчальних хімічних досліджень.

Результати дослідження можуть бути використані в процесі організації дослідницького навчання хімії з використанням ІКТ у закладах загальної середньої та вищої освіти різного профілю; у процесі професійної підготовки майбутніх учителів хімії; у системі післядипломної педагогічної освіти та підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін; у самосвітній діяльності старшокласників.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, профільне навчання хімії, система дослідницьких компетентностей старшокласників, модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій, методика використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, комп'ютерно зорієнтований факультативний курс, віртуальна хімічна лабораторія, модуль VlabEmbed системи Moodle для підтримки навчальних хімічних досліджень.

Nechypurenko P. P. Information and communication technologies as a tools of formation of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for the degree of candidate of pedagogical science, in specialty 13.00.10 – Information and Communication Technologies in Education (01 – Education/Pedagogics). – Kryvyi Rih State Pedagogical University of the Ministry of

Education and Science of Ukraine. – Kryvyi Rih, 2017.

While solving the scientific problem of using the information and communication technologies as tools for forming the senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning, the following main results are obtained: the theoretical analysis of the problem of formation of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning is performed; the system of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning is designed; the ICT tools for chemistry learning, which will contribute to the development of pupils' research competencies, is defined (the electronic spreadsheets, the tools for control and self-control of educational achievements, the tools for creating multimedia presentations, the general-purpose search systems, the learning management systems, the text editors, the cloud-oriented tools for supporting the joint research activity, the adaptive automated training systems for chemistry, the virtual chemical laboratories, the electronic periodic system, the tools for computer modeling of chemical processes, the educational chemistry games, the popular science and vocational chemical information resources of the Internet, the software and methodical complexes for learning chemistry, the simulators and electronic workshops, the chemical search system engines, the chemical editors); the model of formation of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning using ICT is theoretically grounded and developed; the methodic of using information and communication technologies as tools of forming the senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning (consists of three main blocks: the target – the formation of senior pupils' research competencies, the content – the study of the basics of quantitative chemical analysis as a universal course for various chemical profiles, the technology – ICT tools, methods and forms of their usage in the chemistry profile learning) is developed and its effectiveness is tested by the experiment.

The scientific novelty and the theoretical value of the obtained results contain the following: the author grounds theoretically and develops for the first time the next points: the model of formation of senior pupils' research competencies in the

chemistry profile learning using ICT, that consists of the target block (contains components that determine the purpose of the model – the formation of research competences using ICT), the conceptual one (reflecting modern approaches to the implementation of the competence approach in the chemistry profile learning, it includes the normative documents, the chemistry learning content, the expert evaluation as a main tool of selection and the designed system of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning), the technological one (that contains the system of ICT tools for formation of senior pupils' research competences in the chemistry profile learning, which is correlated with the methods of the chemistry profile learning and the forms of organization of pupils' educational and research activities in chemistry, and identifies the ways to achieve the goal of the model) and the diagnostic-resulting one (that contains the predicted result of the model application – to increase the level of formation of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning, and a set of the evaluation criteria, the indicators, the levels of research competences and the tools for diagnosing the formation of senior pupils' research competencies that is designed to establish the efficacy of the achieving results); the system of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning, which includes three groups: 1) the general scientific competencies related to the mastery of the universal research methods that are necessary for the research activity in any scientific discipline (GRC-01 – the ability to formulate the research hypothesis, GRC-02 – the ability to plan the hypothesis testing, GRC-03 – the ability to realize and justify the relevance of the research, GRC-04 – the ability to evaluate the moral and social aspects of scientific research, GRC-05 – the ability to find and use the reference materials that are necessary for the research, GRC-06 – the ability to think critically, GRC-07 – the ability to analyze and formalize the research results, GRC-08 – the ability to formulate conclusions, GRC 09 – the ability to substantiate the submission of research results, to protect the own opinion, to discuss, GRC-10 – the ability to work together in the research process); 2) the natural science competencies related to the research of the real natural objects and their interconnections, and that are necessary

for the research activities in the field of Natural Sciences (SRC-01 – the formation of representations about the stages of the cognitive activity in natural sciences, the elements of metrology, SRC-02 – the ability to plan an experiment, SRC-03 – the ability to carry out the individual operations competently during the experiment, SRC-04 – the ability to conduct experiments in order to know the properties of bodies and substances, to identify the features of the growth, the development and the behavior of organisms, SRC-05 – the ability to adhere to the safety rules during the experiment, SRC-06 – the ability to perform the mathematical analysis of the experimental research results, SRC-07 – the formation of representations of the general laws of nature and the natural sciences picture of the world, the general structure of the universe, the integrity of nature, SRC-08 – the ability to use the experimental and statistical methods and the modeling in the study of objects of live and inanimate nature, SRC 09 – the ability to distribute work in the process of experiment that the purpose of optimization); 3) the chemical competencies related to the mastery of special chemical research methods that are necessary for the research activities in different branches of chemistry (CRC-01 (the ability to distinguish the chemical phenomena of nature from the others), CRC-02 (the ability to use the chemical dishes and equipment correctly), CRC 03 (the ability to adapt the existing chemical dishes and equipment for the experiment needs), CRC-04 (the ability to compose and use the devices for carrying out the experiments), CRC-05 (the ability to perform the laboratory operations correctly: heating, cooling, filtering, mixing, weighing, etc.), CRC-06 (the ability to use the chemical symbols, the formulas, the modern Ukrainian chemical nomenclature), CRC-07 (the ability to predict the course of chemical reactions, based on the properties of the substances that are taking part in them, and the conditions of the reaction), CRC-08 (the ability to justify the relationship between the structure of matter and its properties), CRC-09 (the ability to perform the various types of chemical calculations), CRC-10 (the ability to draw conclusions about the properties of matter, based on the structure of the molecule substances), CRC-11 (the ability to draw conclusions about the structure of substances based on their properties), CRC-12 (the ability to solve the experimental

problems in chemistry); the author improves the forms, methods and tools of formation of senior pupils' research competencies by means of development and implementation of computer-oriented teaching aids; the author continues the further development of scientific ideas about ways and tools of informatization of educational process in institutions of general secondary education; the structure and content of senior pupils' research competencies; ICT as a tools of formation of senior pupils' research competencies; theoretical and methodical principles of chemistry profile learning; criteria, indicators and levels of formation of the senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning using ICT.

The practical significance of the thesis research's results is as follows: the methodic of using the information and communication technologies as tools for forming the senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning is developed and implemented; the computer-oriented elective course "Basics of quantitative chemical analysis" for 10 grade pupils of specialized schools and appropriate teaching and methodical support (in particular, that includes the virtual laboratory workshop, the electronic teaching aids, the means for diagnosing the pupils' knowledge) are developed and implemented, the virtual chemical laboratory "Virtual Lab" is localized in Ukrainian; Moodle plugin VlabEmbed for supporting the chemical learning research is developed.

The thesis results can also be used for the organization of chemical learning research in the secondary and higher school using ICT, in the process of professional training and retraining of chemistry teachers; in self-education activity of senior pupils.

Key words: ICT, chemistry profile learning, senior pupils' research competencies, model of formation of senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning using ICT, methodic of using ICT as a tools of forming the senior pupils' research competencies in the chemistry profile learning, computer-oriented elective course, virtual chemical laboratory, Moodle plugin VlabEmbed to support the chemical learning research.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

1. Нечипуренко П. П. Про використання комп'ютерної програми Chemlab / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в шк. – 2007. – № 2. – С. 44 – 47.
2. Нечипуренко П. П. Гармонізація знань і якостей особистості в професійній підготовці вчителів хімії / П. П. Нечипуренко, В. Г. Столяренко // Педагогіка вищої та середньої школи : зб. наук. пр. / голов. ред. проф. Буряк В. К. – Кривий Ріг : КДПУ, 2009. – Вип. 25. – С. 461 – 466.
3. Нечипуренко П. П. Вивчення кислотно-основних індикаторів з використанням комп'ютера / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в шк. – 2011. – № 6. – С. 21 – 24.
4. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії: сучасний стан та перспективи / П. П. Нечипуренко // Наук. часоп. НПУ ім. М. П. Драгоманова. Сер. № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. / за ред. проф. В. П. Покася, В. С. Толмачової. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 33. – С. 95 – 102.
5. Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні засоби формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії [Електронний ресурс] / П. П. Нечипуренко, С. О. Семеріков, Т. В. Селіванова, Т. О. Шенаєва // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – № 6(56). – С. 10 – 29. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1522/1117>.
6. Нечипуренко П. П. Система дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Вісн. Черкас. ун-ту. Сер. : Педагогічні науки. – 2016. – № 7. – С. 83 – 90.
7. Nechipurenko P. P. VlabEmbed – the New Plugin Moodle for the Chemistry Education [Електронний ресурс] / Pavlo P. Nechipurenko, Serhiy O. Semerikov // ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer 2017 : Proceedings of the 13th International Conference (ICTERI, 2017). (15-18.05.2017, Kyiv). – P. 319 – 326. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 1844). – Режим доступу :

<http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000319.pdf>.

8. Нечипуренко П. П. Кредитно-модульна система навчання аналітичної хімії та її особливості / П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : Вид. відділ НМетАУ, 2008. – Вип. V.– С. 350 – 352.

9. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти дослідження складу води з відстійника шахтних вод у балці Свістунова при вивченні курсу аналітичної хімії / П. П. Нечипуренко, Г. В. Шугайло, Л. О. Степанова, Є. В. Дрозд, А. М. Трохимчук // Вісн. міжнар. дослід. центру «Людина: мова, культура, пізнання» / голов. ред. О. М. Холод. – 2011. – Т. 28(1). – С. 113 – 119.

10. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти імітації реальних хімічних процесів та систем у віртуальних хімічних лабораторіях / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : Вид. відділ НМетАУ, 2012. – Вип. III. – С. 238 – 245.

11. Нечипуренко П. П. Створення тесту для оцінювання рівня підготовки студентів з кількісного хімічного аналізу засобами системи програм MyTest / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. пр.– Кривий Ріг : Вид. відділ КМІ, 2013. – Вип. IV. – С. 206 – 215.

12. Нечипуренко П. П. Визначення сполук Феруму в ході учнівського ужиткового експерименту / П. П. Нечипуренко, Н. П. Чміль // Вісн. міжнар. дослід. центру «Людина: мова, культура, пізнання» / голов. ред. О. М. Холод. – 2014. – Т. 37(3). – С. 74 – 81.

13. Нечипуренко П. П. Вивчення основ хімічного аналізу засобами комп'ютерних технологій та його місце в екологічній освіті школярів / П. П. Нечипуренко // Проблеми екології та екологічної освіти : матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. (12 – 13.12.2008, Кривий Ріг). – Кривий Ріг : Вид. дім, 2008. – С. 270 – 275.

14. Нечипуренко П. П. Розвиток дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки

Ph. D. в ЄС : матер. II Всеукр. наук.-практ. семінару (30.01.2016, Київ). – К., 2016. – С. 63 – 66.

15. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії / П. Нечипуренко // Інформаційні технології в професійній діяльності : матер. VI Всеукр. наук.-практ. конф. (28.03.2012, Рівне). – Рівне : РВВ РДГУ, 2012. – С. 44 – 46.

16. Нечипуренко П. П. Система Moodle як засіб формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Третя міжнар. наук.-практ. конф. «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (21 – 22.05.2015, Київ) : тези доп. – К., 2015. – С. 23.

17. Нечипуренко П. П. Навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії у профільній школі як засіб формування дослідницьких компетентностей / П. П. Нечипуренко // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Вид. центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Т. XIV. – С. 135 – 136.

18. Нечипуренко П. П. MarvinJS як засіб підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії / П. П. Нечипуренко // Четверта міжнар. наук.-практ. конф. «MoodleMoot Ukraine 2016. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (19 – 20.05.2016, Київ) : тези доп. – К., 2016. – С. 28.

19. Нечипуренко П. П. Об'ємний метод хімічного аналізу : методичний посібник / П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. – Кривий Ріг : Вид. відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Т. IX. – Вип. (9) : спецвип. «Методичний посібник у журналі». – 87 с.

20. Нечипуренко П. П. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з якісного аналізу для студентів спеціальності «Хімія з основами інформатики» / уклад. П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва, В. Г. Столяренко. – Кривий Ріг, 2007. – 56 с.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	17
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ХІМІЇ	31
1.1 Психолого-педагогічні основи профільного навчання хімії	31
1.2 Система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.....	63
Висновки до розділу 1	103
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ХІМІЇ	107
2.1 Інформаційно-комунікаційні технології формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.....	107
2.2 Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій	166
2.3 Методика використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.....	180
2.3.1 Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» в системі профільного навчання хімії.....	180
2.3.2 Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у факультативному курсі «Основи кількісного хімічного аналізу» .	193
Висновки до розділу 2	235

РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ	240
3.1 Завдання і зміст експериментальної роботи.....	240
3.2 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи	244
3.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту	264
Висновки до розділу 3	274
ВИСНОВКИ	279
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	284
ДОДАТКИ.....	332
Додаток А Анкета «Система дослідницьких компетентностей учнів з хімії»	333
Додаток Б Анкета «Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії»	341
Додаток В Анкета «Засоби ІКТ для формування дослідницьких компетентностей учнів з хімії»	350
Додаток Г Порівняння програм зі спецкурсу «Основи хімічного аналізу»..	368
Додаток Д Зв'язок змісту навчання основ кількісного хімічного аналізу зі змістом навчання хімії на різних рівнях профільного навчання	369
Додаток Е Навчальна програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу»	376
Додаток Ж Зв'язок факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» з факультативами та курсами за вибором у допрофільному та профільному навчанні хімії в середній та старшій школі.....	388
Додаток И Звіт про результати апробації експериментальної програми факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» та методичного комплексу до нього у 2012-2013 н. р.	392
Додаток К Розподіл учнів за рівнями сформованості дослідницьких компетентностей на формувальному етапі педагогічного	

експерименту.....	404
Додаток Л Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації	412
Додаток М Список навчальних закладів та установ, у яких упроваджено результати дослідження	417

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВНЗ	вищий навчальний заклад
ВХЛ	віртуальна хімічна лабораторія
ВХЛ	віртуальна хімічна лабораторія
ДВНЗ	державний вищий навчальний заклад
ЕГ	експериментальна група
ЕОМ	електронна обчислювальна машина
ЕОР	електронні освітні ресурси
ЗДК	загальнонаукові дослідницькі компетентності
ЗДК-01	здатність формулювати гіпотезу дослідження
ЗДК-02	здатність планувати шляхи перевірки гіпотези
ЗДК-03	здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження
ЗДК-04	здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень
ЗДК-05	здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження
ЗДК-06	здатність до критичного мислення
ЗДК-07	здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження
ЗДК-08	здатність формулювати висновки
ЗДК-09	здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію
ЗДК-10	здатність до спільної роботи у процесі дослідження
ЗНЗ	загальноосвітній навчальний заклад
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
КГ	контрольна група
КПНЛ	Криворізький природничо-науковий ліцей
МАН	Мала академія наук
НАН	Національна академія наук

НАПН	Національна академія педагогічних наук
НДІ	науково-дослідний інститут
ПДК	природничо-наукові дослідницькі компетентності
ПДК-01	сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології
ПДК-02	здатність планувати експеримент
ПДК-03	здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і
ПДК-04	речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів
ПДК-05	здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту
ПДК-06	здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження
ПДК-07	сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову всесвіту, цілісність природи
ПДК-08	здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи
ПДК-09	здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації
ПЗ	програмне забезпечення
СДК	система дослідницьких компетентностей
ТЗН	технічні засоби навчання
ХДК	хімічні дослідницькі компетентності
ХДК-01	здатність відрізняти хімічні явища природи від інших
ХДК-02	здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд
ХДК-03	здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту

- ХДК-04 здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів
- ХДК-05 здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо
- ХДК-06 здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою
- ХДК-07 здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції
- ХДК-08 здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями
- ХДК-09 здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків
- ХДК-10 здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин
- ХДК-11 здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей
- ХДК-12 здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Основними завданнями Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року в загальній середній освіті є оновлення змісту, форм і методів організації навчально-виховного процесу; створення умов для посилення професійної орієнтації учнівської молоді, забезпечення профільного навчання, індивідуальної освітньої траєкторії розвитку учнів відповідно до їхніх особистісних потреб, інтересів і здібностей; підвищення ефективності навчально-виховного процесу на основі впровадження досягнень психолого-педагогічної науки, педагогічних інновацій, інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [265].

«Державна цільова соціальна програма підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року», спрямована на послідовне та системне вирішення питань щодо забезпечення стійкого інноваційного розвитку природничо-математичної освіти й підвищення її якості, серед шляхів розв'язання цієї проблеми визначає, зокрема, створення інформаційно-методичних комплексів із природничо-математичних предметів (електронні посібники, віртуальні лабораторії, електронні бази даних, освітні портали тощо), а також забезпечення умов їхнього використання в школі [258].

Згідно із Законом України «Про освіту» профільна середня освіта відповідає третьому рівню Національної рамки кваліфікацій, який вимагає формування в учнів здатності до ефективної роботи в команді, критичного мислення, самостійної освітньої професійно спрямованої діяльності, відповідальності за її хід та результати, навичок усної та письмової комунікації тощо. Дослідження вітчизняних і зарубіжних шкіл у галузі теорії та методики використання ІКТ в освіті довели ефективність застосування засобів ІКТ для формування вказаних здатностей. Відповідно до Закону профільна освіта наукового спрямування передбачає набуття учнями компетентностей у дослідно-експериментальній, конструкторській, винахідницькій та раціоналізаторській діяльності, яка може бути підтримана засобами ІКТ.

До основних завдань профільного навчання належить сприяння в розвитку творчої самостійності, формуванні системи уявлень, ціннісних орієнтацій, дослідницьких умінь і навичок – складників дослідницьких компетентностей, які забезпечать випускнику школи можливість успішно самореалізуватися.

Питання формування дослідницьких компетентностей учнів розглядали: в умовах профільного навчання – М. Алібекіан [35], В. В. Вербицький [80], І. В. Дементьєва [117], Ю. О. Жук [133], А. Е. Ішкова [141], Я. В. Кривенко [163], Л. М. Репета [274], О. А. Ушаков [314], Н. О. Федотова [317], О. В. Феськова [318], Ж. В. Шабанова [336]; у навчанні математики – С. М. Скарбич [287], Л. В. Форкунова [320]; у навчанні краєзнавства – Н. О. Александрова [34], О. А. Нестерова [204]; у навчанні фізики – Т. В. Альнікова [36], І. В. Васильєва [77], М. Ю. Гармашов [93], О. В. Мерзликін [189]; у навчанні біології – О. А. Драган [125], Г. В. Ягенська [347]; у навчанні хімії – Т. В. Нефедова [205], С. В. Роман [276], О. В. Ушакова [316].

Основною метою профільного навчання учнів хімії є розвиток у них компетентностей, необхідних для творчої реалізації особистості, та набуття навичок самостійної науково-практичної й дослідницько-пошукової діяльності, а провідними формами організації такої діяльності є лабораторні роботи та проекти, спрямовані на формування дослідницьких компетентностей учнів. Теоретичні та методичні засади профільного навчання хімії розробляли М. П. Андрєєва [39], Є. Я. Аршанський [41], О. В. Барановська [47], О. В. Березан [51], Н. М. Буринська [74], Л. П. Величко [79], О. О. Гиря [96], А. К. Грабовий [107], Л. А. Липова [174], Ю. В. Ліцман [177], О. В. Нечитайлова [224], А. В. Новікова [226], Н. Н. Чайченко [333]. ІКТ як засіб навчання хімії розглядали М. Аксела (Maija Aksela) [1], Н. І. Гусарук [113], Т. М. Деркач [118], О. Ю. Зашивалова [136], С. В. Каяліна [145], В. М. Лихачов [175], А. М. Льовкін [168], С. Льюїс (Steve Lewis) [14], О. Ю. Раткевич [273], О. О. Сиром'ятников [298],

Ю. В. Старостенко [295], Н. В. Титаренко [309], Н. М. Топчій [310], М. Д. Тукало [312], Л. О. Хуртенко [327], С. Г. Чайков [332].

Реалізація мети й завдань профільного навчання хімії неможлива без урахування принципу гнучкості, який полягає в забезпеченні можливостей та умов для зміни змісту, методів і форм організації профільного навчання, зокрема основної форми задоволення індивідуальних запитів учнів за індивідуальними планами і програмами (наприклад, у сільській місцевості за відсутності учнів для формування класу) – дистанційного навчання, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу в спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.

Аналіз досвіду організації профільного навчання хімії дозволив виділити *протиріччя* між потенціалом комп'ютерно зорієнтованого навчання хімії у формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників та нерозробленістю методики використання ІКТ у процесі формування дослідницьких компетентностей в учнів профільних класів, що породжує суспільно значущу проблему, на розв'язання якої і спрямоване дослідження за темою: **«Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в межах комплексної теми «Модернізація шкільного навчального експерименту на основі Інтернет-орієнтованих педагогічних технологій» (ДР № 0112U000280) відповідно до плану досліджень спільної науково-дослідної лабораторії ДВНЗ «Криворізький національний університет» та Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (м. Київ) з питань використання хмарних технологій в освіті. Тему узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 2 від 25.02.2014).

Об'єкт дослідження – інформаційно-комунікаційні технології навчання хімії в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – процес використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Мета дослідження – обґрунтувати теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Гіпотеза дослідження. Процес використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії набуде ефективності за умови: проектування системи дослідницьких компетентностей як взаємопов'язаних груп загальнонаукових, природничо-наукових та хімічних дослідницьких компетентностей; добору засобів ІКТ загального та спеціального призначення, спрямованих на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії; обґрунтування моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ, інваріантної до зміни технологій; розробки та упровадження методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, яка сприятиме задоволенню індивідуальних освітніх потреб учнів.

Відповідно до мети, предмета й гіпотези визначено такі основні **завдання дослідження:**

1. На підставі аналізу наукової літератури виявити та розкрити теоретико-методичні засади процесу формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії.

2. Визначити зміст, структуру та особливості системи дослідницьких компетентностей старшокласників згідно із завданнями профільного навчання хімії.

3. Виявити та схарактеризувати інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей учнів профільних класів з хімії.

4. Теоретично обґрунтувати модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій.

5. Розробити та експериментально перевірити ефективність методики використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Для розв'язання поставлених завдань застосовано такі **методи дослідження**: *теоретичні* – аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичної та психолого-педагогічної літератури з актуальних проблем дослідження, чинних державних стандартів загальної середньої освіти, шкільних навчальних програм та підручників з метою визначення теоретико-методичних засад дисертаційної роботи, розробки методики використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників; моделювання для розробки моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій; *емпіричні* – діагностичні (цілеспрямоване педагогічне спостереження, бесіди з учителями та учнями, анкетування, аналіз досвіду роботи вчителів) для визначення стану сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників; *експериментальні* (констатувальний та формувальний етапи педагогічного експерименту) – з метою апробації розробленої методики формування дослідницьких компетентностей старшокласників та експериментальної перевірки ефективності впровадження в практику профільного навчання хімії основних положень дослідження; *методи математичної статистики* для визначення статистичної значущості отриманих у ході експерименту результатів.

Теоретико-методологічні засади дослідження становлять філософські положення про єдність теорії та практики, взаємозумовленість та взаємозв'язок об'єктивних і суб'єктивних чинників формування особистості; фундаментальні ідеї системного (А. М. Авер'янов [32], В. Г. Афанасьєв [43], І. В. Блауберг [62], В. М. Садовський [281]), особистісно-діяльнісного (А. В. Брушлинський [69], П. Я. Гальперін [90], В. В. Давидов [114], С. Л. Рубінштейн [278], Н. Ф. Талізїна [301]), компетентнісного (Н. М. Бібік [61], В. Р. Ільченко [142], О. І. Локшина [154], О. В. Овчарук [154], Н. А. Тарасенкова [303], А. В. Хуторської [328]), когнітивного (Дж. С. Брунер [68], Л. С. Виготський [89], Ж. Піаже [243]) підходів; положення теорії педагогічних систем (В. П. Беспалько [52], Т. А. Ільїна [140], Н. В. Кузьміна [165]), теоретичні засади моделювання систем навчання та освіти (В. Ю. Биков [59], В. В. Докучаєва [123], В. А. Ясвін [349]); наукові положення інформатизації освіти (В. Ю. Биков [59], К. В. Власенко [85], В. М. Глушков [97], Р. С. Гуревич [112], М. І. Жалдак [132], М. Ю. Кадемія [143], Ю. І. Машбиць [185], О. С. Меньяйленко [188], Н. В. Морзе [197], І. В. Роберт [275], Л. Ф. Панченко [237], Є. С. Полат [248], С. О. Семеріков [148], О. М. Спірін [294]), зокрема використання ІКТ у навчально-виховному процесі закладів загальної середньої освіти (М. І. Жалдак [132], В. М. Монахов [196], Н. В. Морзе [197]); теоретичні засади дослідницького навчання школярів (Ю. О. Жук [133], С. А. Раков [271], Г. П. Пустовіт [269]); положення теорії та методики навчання хімії в школі (Н. М. Буринська [74], Г. М. Чернобельська [334], О. Г. Ярошенко [348]); концептуальні положення профільного навчання (О. І. Бугайов [71], М. І. Бурда [157], С. Д. Максименко [182]), зокрема хімії (Л. П. Величко [79], М. С. Пак [235], С. В. Роман [276]); психолого-педагогічні особливості комп'ютеризації навчального процесу в закладах загальної середньої освіти (М. П. Лапчик [167], М. Л. Смульсон [121], С. В. Шокалюк [160]).

Наукова новизна та теоретичне значення одержаних результатів полягає в тому, що: *вперше* теоретично обґрунтовано *модель* формування

дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій; спроектовано *систему* дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії; визначено теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії; *удосконалено* форми, методи та засоби формування дослідницьких компетентностей старшокласників шляхом розробки та впровадження комп'ютерно зорієнтованих засобів навчання; *дістали подальшого розвитку* наукові уявлення про шляхи та засоби інформатизації навчально-виховного процесу в закладах загальної середньої освіти; структуру та зміст дослідницьких компетентностей старшокласників; інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей школярів; теоретичні та методичні засади профільного навчання хімії; критерії, показники та рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників засобами інформаційно-комунікаційних технологій у профільному навчанні хімії.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблено та впроваджено в навчально-виховний процес закладів загальної середньої освіти: методику використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії; програму комп'ютерно зорієнтованого факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» для учнів 10 класів профільних шкіл та відповідне навчально-методичне забезпечення (зокрема віртуальні лабораторні роботи, електронний навчальний посібник, засоби діагностики сформованості дослідницьких компетентностей учнів) (режим доступу: <http://ict-chem.ccjournals.eu/course/view.php?id=3>); *локалізовано* українською мовою віртуальну хімічну лабораторію Virtual Lab (режим доступу: <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=uk>); *розроблено* модуль VlabEmbed системи Moodle для підтримки навчальних хімічних досліджень (режим доступу: <http://moodle.org/plugins/view.php?plugin>

=filter_vlabembed).

Результати дослідження можуть бути використані в процесі організації дослідницького навчання хімії з використанням ІКТ у закладах загальної середньої та вищої освіти різного профілю; у процесі професійної підготовки майбутніх учителів хімії; у системі післядипломної педагогічної освіти та підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін; у самосвітній діяльності старшокласників.

Організація дослідження. Дослідження здійснювалося впродовж 2007-2016 рр. і охоплювало три етапи науково-педагогічного пошуку.

На аналітико-констатувальному етапі (2007-2009 рр.) була розроблена програма дослідження, що включала визначення вихідних теоретичних позицій, цілі експериментальної роботи і визначення завдань, конкретизацію об'єкту і предмету дослідження, виділення етапів і визначення термінів роботи. Була проаналізована науково-методична література з ІКТ навчання хімії; досвід використання ІКТ в реалізації навчальних досліджень з хімії; локалізувалось, перевірялось і упроваджувалось програмне забезпечення навчальних досліджень з хімічного аналізу; проводився теоретичний аналіз вітчизняних та зарубіжних джерел для з'ясування ступеня вивченості і розробленості проблеми.

На проектувально-пошуковому етапі (2010-2013 рр.) уточнювався науковий апарат дослідження, розроблялись модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій та методика використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, проводився констатувальний етап педагогічного експерименту, готувались матеріали для організації та проведення формувального етапу педагогічного експерименту.

На формувально-узагальнювальному етапі (2014-2017 рр.) проведено формувальний етап педагогічного експерименту; проаналізовано, опрацьовано та узагальнено одержані результати експериментальної роботи; сформульовані

загальні висновки та визначено перспективи подальшого вивчення проблеми.

Експериментальною базою дослідження на різних етапах педагогічного експерименту виступали Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет», Веселівська загальноосвітня середня школа, Широківська середня загальноосвітня школа I-III ступенів, Комунальний заклад освіти «Тернівський ліцей», Криворізький природничо-науковий ліцей Криворізької міської ради Дніпропетровської області, Красінська середня загальноосвітня школа, Комунальний заклад освіти «Середня загальноосвітня школа № 135» Дніпропетровської міської ради. Загальна кількість учасників експерименту – 244 учня та 67 вчителів.

Вірогідність результатів дослідження обумовлена: теоретичною обґрунтованістю вихідних положень дослідження; застосуванням комплексу методів педагогічного дослідження, адекватних його предмету, меті та завданням; методично обґрунтованим використанням програмного забезпечення; різнобічною апробацією основних положень дисертації; результатами статистичного опрацювання педагогічного експерименту та впровадженням компонентів методики використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Упровадження результатів дослідження. Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет» (довідка № 02/17/3-278/3 від 15.07.2013), Широківської середньої загальноосвітньої школи I – III ступенів (довідка № 182 від 24.06.2015), Комунального закладу освіти «Тернівський ліцей» (довідка № 293 від 24.06.2015), Криворізького природничо-наукового ліцею Криворізької міської ради Дніпропетровської області (довідка № 524 від 10.06.2016), Красінської середньої загальноосвітньої школи (довідка № 65-1 від 19.06.2015), Комунального закладу освіти «Середня загальноосвітня школа № 135» Дніпропетровської міської ради (довідка № 541 від 26.09.2013).

Особистий внесок здобувача в працях, опублікованих у співавторстві, полягає в характеристиці педагогічного потенціалу інформаційно-комунікаційних засобів формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії [214; 215], визначенні змісту навчання хімічного аналізу в професійній підготовці майбутніх учителів хімії з використанням засобів ІКТ [190; 218; 297; 341], розробці методики проведення навчального хімічного дослідження у вигляді учнівського ужиткового експерименту [208; 209], висвітленні шляхів інтеграції віртуальної хімічної лабораторії Virtual Lab із системою Moodle та розробці фільтру VlabEmbed для системи Moodle [18], обґрунтуванні засобів ІКТ для підтримки дослідницької діяльності учнів у профільному навчанні хімії [216].

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи обговорювалися на засіданнях кафедри хімії та методики її навчання Криворізького державного педагогічного університету (2010 – 2017 рр.), спільної науково-дослідної лабораторії ДВНЗ «Криворізький національний університет» та Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (м. Київ) з питань використання хмарних технологій в освіті (2013 – 2017 рр.), на звітних наукових конференціях викладачів, докторантів, аспірантів та студентів Криворізького державного педагогічного університету (2014 – 2017 рр.).

Основні положення дослідження викладено на науково-практичних конференціях різного рівня: *Міжнародних* – VII конференції «Проблеми екології та екологічної освіти» (Кривий Ріг, 2008); VII, X, XI конференціях «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2008, 2012, 2013); III, IV конференціях «MoodleMoot Ukraine. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, 2015, 2016); 13th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2017) (Київ, 2017); *Всеукраїнських*: VI конференції «Інформаційні технології у професійній діяльності» (Рівне, 2012); науково-практичному семінарі «Розвиток дослідницької компетентності

молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки Ph. D. в ЄС» (Київ, 2016); VII науково-методичній конференції «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)» (Кривий Ріг, 2016).

Публікації. Основні результати дослідження відображено у 20 працях, із яких 12 – одноосібні; 6 статей опубліковано в наукових фахових виданнях України, з них три – у виданнях, що включено до міжнародних наукометричних баз; дві роботи представлено як методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, трьох розділів та висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (349 найменувань, серед яких 30 – англійською мовою), 11 додатків на 94 сторінках. Робота містить 22 таблиці та 76 рисунків. Загальний обсяг дисертації – 424 сторінки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ХІМІЇ

1.1 Психолого-педагогічні основи профільного навчання хімії

Процес навчання – це цілеспрямована, послідовно організована взаємодія вчителя та учнів, опосередкована змістом діяльності, в ході якої розв’язуються завдання освіти, виховання і загального розвитку дітей; доцільно організований, планомірно здійснюваний процес оволодіння знаннями, уміннями й навичками під керівництвом спеціально підготовлених фахівців: вчителів, викладачів, майстрів, наставників, тренерів тощо; двосторонній процес взаємопов’язаних діяльностей вчителя (викладання) і учнів (учіння), спрямованих на оволодіння учнями системою знань про природу, суспільство, людину, культуру, техніку, мистецтво, про способи діяльності та формування на цій основі вмінь і навичок їх практичного застосування, розвитку творчих здібностей, оволодіння суспільно-історичними цінностями та ціннісними орієнтаціями, забезпечення готовності до самонавчання, до самопізнання, життєдіяльності.

С. У. Гончаренко визначає процес навчання як двосторонній цілеспрямований процес передачі (діяльності вчителя) і засвоєння (діяльності учня) знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, що виконує центральну функцію у розумовому розвитку й підготовці учнів до праці [104, с. 223]. Взаємодіючи між собою, викладання і учіння в умовах організованого навчання здатні забезпечувати навчальну або пізнавальну діяльність учнів. У випадку навчальної діяльності «... мова іде про викладання знань у готовому вигляді, а у випадку пізнавальної діяльності – про забезпечення активного відображення об’єктивного світу, набуття досвіду самостійного оволодіння знаннями й способами саморозуміння, самопізнання,

самореалізації» [65].

У процесі навчання і на його основі відбувається формування наукового світогляду та моральних принципів учнів, розвиток розумових здібностей тощо. Деякі дослідники [104; 322] включають до структури процес навчання такі компоненти, як розвиток індивідуальних здібностей і нахилів, моральне і естетичне формування особистості, професійну орієнтацію тощо. Наприклад, І. Ф. Харламов під навчанням розуміє цілеспрямований педагогічний процес організації й стимулювання активної навчально-пізнавальної діяльності учнів по оволодінню науковими знаннями, уміннями й навичками, розвитку творчих здібностей, світогляду й морально-естетичних поглядів і переконань [322, с. 46]. На думку І. Ф. Харламова, у процесі навчання учні не лише засвоюють теоретичний матеріал, напрацьовують уміння і навички їх застосування, творчий підхід до вирішення задач, але і формують власний світогляд, морально-естетичні складові особистості. В процесі навчання відбувається формування всебічно розвиненої особистості: оволодіння науковими знаннями і навичками їх застосування, розвиток інтелектуальних і творчих здібностей, формування світогляду і культури [322, с. 43-44].

Рушійними силами формування, розвитку і вдосконалення особистості у процесі навчання є внутрішні протиріччя:

– між вимогами суспільства до освіти, що обумовлюються соціально-економічними обставинами, і реалізацією процесу навчання в даних умовах через розкриття значущості знань особисто для учня та для суспільства в цілому;

– між пізнавальними завданнями та рівнем знань, умінь, розумового розвитку учнів, необхідних для їх розв'язання;

– між навчанням та учінням, що вимагає правильної організації пізнавальної діяльності учнів з метою розвитку їх самостійності та пізнавальної активності.

Перше внутрішнє протиріччя пов'язане з мотивацією учнів до навчальної діяльності, друге – з формуванням та розвитком предметних компетентностей,

третє – із рухом учнів від пізнавальної активності до пізнавальної самостійності у процесі набуття ключових, міжпредметних та предметних компетентностей.

Як визначають О. І. Бондарчук та Л. І. Бондарчук, специфіка процесу навчання полягає в тому, що джерелами знань є не тільки пояснення викладача, але й підручники, засоби масової інформації, практичні та лабораторні роботи тощо. Учні вивчають об'єктивний світ у пізаному, узагальненому й систематизованому вигляді, сприймають знання, що виражаються у словесно-понятійній формі, а чуттєве сприйняття відіграє допоміжну роль; практична діяльність є засобом як удосконалення отриманих знань, так і джерелом нових знань [67, с. 112].

Ю. К. Бабанський виділяє складові компоненти процесу навчання, що відображають розвиток взаємодії вчителя та учнів від постановки і прийняття цілей до їх реалізації в конкретних результатах [241]:

- цільовий, що являє собою усвідомлення педагогами та прийняття учениками цілі та задач вивчення теми, розділу чи навчального предмета у цілому, відображених у державному стандарті освіти, освітньо-кваліфікаційних характеристиках та інших нормативних документах;

- змістовий, що орієнтується на досягнення цілей навчання, базується на системі наукових знань, навичок і вмінь, оволодіння якими забезпечує всебічний розвиток здібностей учнів, формування їх світогляду, і відображений у навчальних планах, програмах та підручниках з даного предмету;

- стимулювально-мотиваційний, в якому відображаються єдність зовнішнього стимулювання з боку педагога та внутрішньої мотивації, що виникає в учнів;

- операційно-діяльнісний, що проявляється у спільній діяльності педагога та учня, спрямованій на засвоєння змісту освіти і реалізується через принципи, методи, засоби та форми організації викладання та учіння;

- контрольно-регулювальний спрямований на з'ясування ефективності процесу навчання та передбачає одночасне здійснення контролю за ходом

вирішення поставлених завдань навчання з боку викладача і самоконтролю учнів за правильністю виконання навчальних операцій;

– оцінно-результативний передбачає оцінку педагогами і самооцінку учнями досягнутих у процесі навчання результатів, встановлення відповідності їх поставленим навчально-виховним завданням, виявлення причин відхилень, проектування нових завдань, що враховують також і необхідність заповнення виявлених прогалин у знаннях і уміннях.

У розробку психологічних концепцій навчання значний внесок зробили Л. С. Виготський [89], П. Я. Гальперін [90; 92], В. В. Давидов [114; 115], Д. Б. Ельконін [346], Л. В. Занков [135], О. М. Леонтьєв [170; 171], Н. О. Менчинська [187], С. Л. Рубінштейн [278], Н. Ф. Талізїна [299; 300; 301] та інші. Проте й до теперішнього часу не створено загальної теорії навчання, яка охоплювала б усі аспекти навчального процесу – кожна з існуючих концепцій стосується лише його окремих складових.

Як зазначає С. Л. Рубінштейн [278, с. 178-183], при проектуванні педагогом будь-якої концепції навчання доводиться враховувати психологічні аспекти розвитку, так само як будь-яка психологічна концепція психічного розвитку обов'язково включає в себе певну теорію навчання. Я. А. Коменський [151] визнавав визначальну роль навчання у розвитку природних задатків особистості. Протягом кількох століть ця точка зору була визначальною, хоча погляд на співвідношення у взаємозв'язках навчання і розвитку змінювався [330]. Наприклад, У. Джемс (William James) розглядав процес навчання як процес набуття певних звичок: «так як ми являємо собою набори звичок, ... перший обов'язок вчителя – сформувати в учнів такий набір звичок, який був би йому найбільш корисним протягом життя» [11, с. 66]. Процес розвитку невідривно супроводжує процес навчання: «...усяку річ ми виконуємо перший раз із труднощами, потім виконуємо її усе більш легко, поки нарешті, після достатньої практики ми не почнемо виконувати її напівмеханічно або взагалі майже несвідомо. Наша нервова система ... розвивається в тому напрямку, в якому ми її вправляємо...» [11, с. 65].

Е. Торндайк вважав, що загальні риси процесу навчання практично тотожні для усіх представників тваринного світу. Людина відрізняється, в першу чергу, більшою кількістю нейронів і, відповідно, кращою здатністю до утворення більшої кількості стійких асоціацій. Накопичення асоціацій призводить до розвитку процесу мислення, що в свою чергу збільшує можливість утворення асоціацій. Процеси навчання і розвитку, таким чином, виявлялись тотожними [311, с. 139-141]. Такі погляди лежали в основі такого напрямку в психології, як біхевіоризм [19].

Згідно теорії когнітивного розвитку Ж. Піаже та його послідовників, навчання є активним, внутрішнім конструктивним процесом, за допомогою якого дитина створює своє розуміння світу. Основним будівельним блоком інтелекту, за Ж. Піаже, є схема – психічне уявлення про спосіб дії (фізичної або пізнавальної) у відповідь на вимоги зовнішнього середовища, що сприймаються. Процес прийняття схеми є адаптацією – спробою відновити рівновагу із зовнішнім середовищем. Обидва додаткових адаптаційних процеси – асиміляція і акомодация – мають місце при будь-якій діяльності. Асиміляція переважає в тому випадку, коли відповідь на дію зовнішніх факторів уже засвоєна, є рутинною. Акомодация переважає, коли учень розуміє неадекватність наявного когнітивного або поведінкового репертуару новим або більш складним вимогам зовнішнього середовища, що викликає створення нових інтелектуальних структур для подолання цієї невідповідності. Навчання людини супроводжується встановленням і порушенням рівноваги між постійно діючими асиміляцією та акомодациєю, причому виділяються чотири основних періоди рівноваги в онтогенезі, вікові межі яких є достатньо широкими і неоднозначними [3]. Таким чином, згідно теорії Ж. Піаже, в процесі розвитку дитини та її взаємодії із зовнішнім середовищем у неї з'являються нові можливості до навчання.

На думку Л. С. Виготського, навчання є рушійною силою розвитку особистості, оскільки, спираючись на вже досягнутий рівень розвитку, навчання постійно випереджає його. Виходячи з цього, процес навчання

повинен бути організований таким чином, щоб забезпечити його оптимальну складність, яка стосується і змісту навчального матеріалу, і його методів. При цьому слід зазначити, що об'єктивна оцінка рівня складності навчання представляє собою доволі складну задачу. Л. С. Виготський використовує термін «зона найближчого розвитку дитини», тобто область культурного досвіду, яка ще не може бути засвоєна дитиною самостійно, але вже є доступною для нього за допомогою дорослого і на базі досягнутого рівня розвитку. Для визначення «зони найближчого розвитку» учневі пропонують розв'язати більш складну за рівнем, ніж попередні, задачу і спостерігають, чи може він розв'язати її самостійно [89, с. 410-417].

На рис. 1.1 показано співвідношення рівнів розумового розвитку за Л. С. Виготським.

Ідеї Л. С. Виготського одержали подальший розвиток в працях О. М. Леонтьєва [170; 171] і П. Я. Гальперіна [90; 92], які розробили психологічну теорію діяльності, що була реалізована в концепції розвивального навчання (Л. В. Занков [135], Д. Б. Ельконін [346], В. В. Давидов [114; 115], Г. К. Селевко [284] та інші).

На думку Б. Б. Айсмонтаса, створення теорії розвивального навчання дозволило по новому розставити акценти в проблемі співвідношення навчання і розвитку, яка особливо гостро постає в період переходу суспільства до інформаційної епохи розвитку. Інтенсивний розвиток усіх сфер науки, нові суспільні вимоги до особистості примушують орієнтувати навчання не просто на здобуття знань, а на формування у тих, хто навчається, умінь самостійної і безперервної самоосвіти [33].

Основними принципами розвивального навчання за Л. В. Занковим є:

- навчання на високому рівні трудності у пізнанні сутності виучуваних явищ, зв'язків та залежностей між ними (з дотриманням міри трудності) [135, с. 32];
- швидкий темп в опануванні програмним матеріалом [135, с. 34];
- провідна роль теоретичних знань, серед яких значне місце займає

засвоєння залежностей, законів [135, с. 36, 38];

– усвідомлення школярами процесу учіння [135, с. 38].

– цілеспрямована та систематична робота над розвитком всіх учнів класу, у тому числі найбільш слабких [135, с. 41].

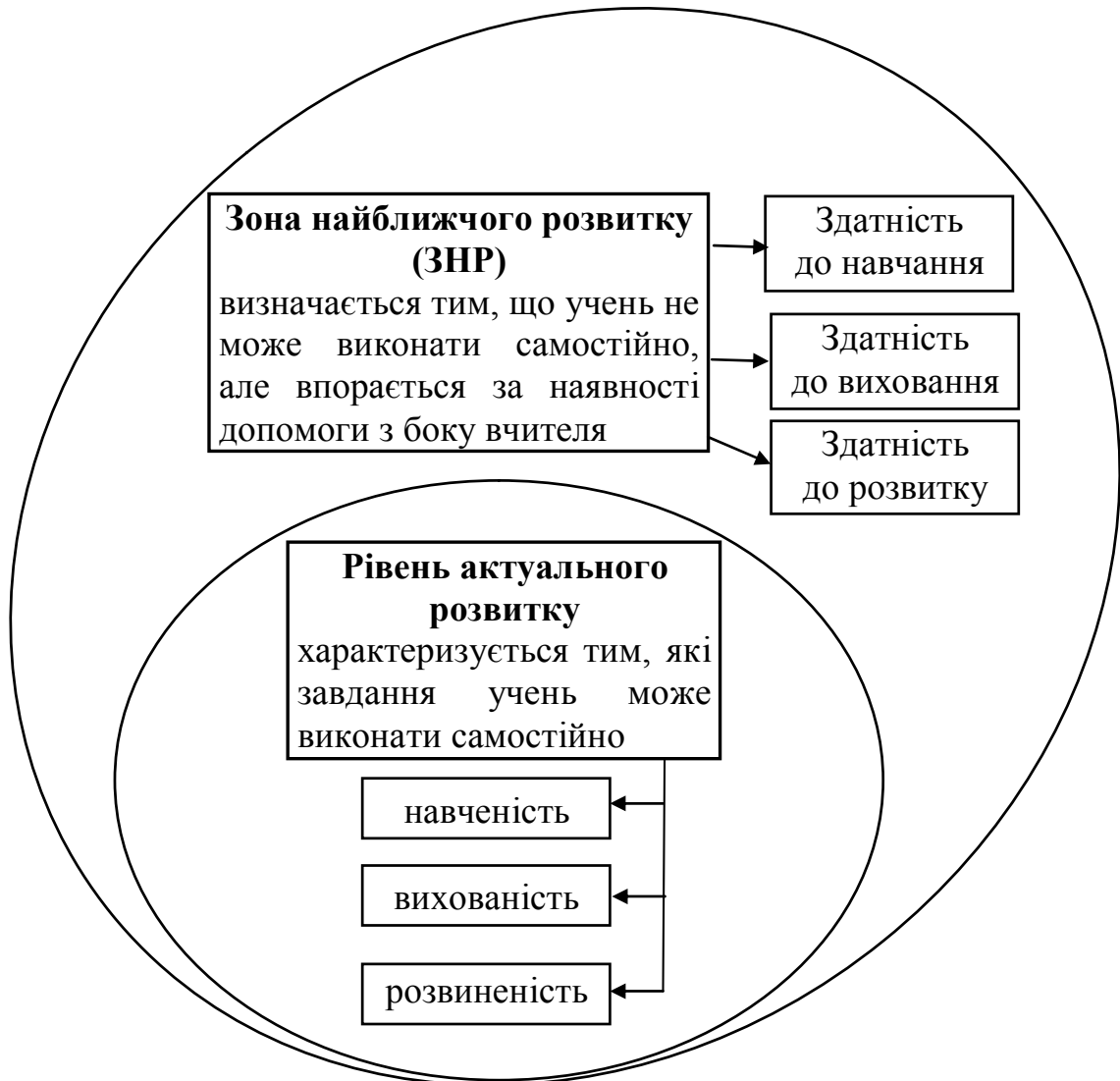


Рис. 1.1. Рівні розумового розвитку за Л. С. Виготським

Заслуговує на увагу діяльнісний підхід, який базується на психологічному принципі єдності свідомості та діяльності, що був сформульований С. Л. Рубінштейном [278]. Згідно даного принципу, свідомість формується у процесі діяльності, і у процесі діяльності, поведінці проявляється. Теоретичною основою діялісного підходу у навчанні є парадигма діяльності, у розвиток якої значний внесок зробив О. М. Леонтьєв [169], який розкрив

взаємовідношення між зовнішніми і внутрішніми компонентами діяльності, увів поняття про трирівневу структуру діяльності (діяльність – дія – операція) та виявив залежності складових цієї структури від мотивів, цілей та умов. Діяльнісний підхід у навчанні набув розвитку завдяки результатам досліджень П. Я. Гальперіна, Н. Ф. Талізінної, В. В. Давидова та інших психологів. Вони розглядали процес навчання у двох різних, але взаємопов'язаних відношеннях: навчання як універсального механізму засвоєння соціального досвіду фізичною особою [301, с. 42-43]; і навчання як особливої форми соціальної активності особистості [20].

Н. Ф. Талізінна зазначає, що учіння тільки тоді є діяльністю, коли воно задовольняє пізнавальну потребу учня. Знання у такому випадку виступають і як мотив діяльності, в якому знайшла своє предметне відображення пізнавальна потреба учня, і як мета діяльності. Якщо пізнавальна потреба в учня відсутня, то він або не буде навчатись, або буде учитись для задоволення якоїсь іншої потреби. В останньому випадку учіння є недіяльністю, а дією, що реалізує іншу діяльність, оскільки оволодіння знаннями є лише проміжною метою, що не приводить до задоволення потреби суб'єкта. Знання у цьому випадку не виконують функції мотиву, а є лише метою дії, спрямованої на задоволення іншої потреби учня [301, с. 41-42].

Навчання в рамках діяльнісної парадигми характеризується наступними параметрами: 1) як необхідна складова будь-якої діяльності, навчання є процесом зміни суб'єкта під впливом предметного змісту, в якому індивід «привласнює» історично сформовані засоби (інструменти) діяльності; 2) оскільки ці засоби спочатку надано учневі в прихованому і скороченому вигляді, необхідно «екстеріоризувати» їх для того, щоб учень зрозумів, як вони функціонують: тільки тоді може розпочинатись процес навчання шляхом покрокової інтеріоризації (привласнення/інтеріоризація розумових дій, понять, образів, уявлень тощо); 3) основним елементом навчального процесу є формування (привласнення) дій (матеріальних, розумових, перцептивних,

моторних і вербальних). Людські дії та образи відображають та є продуктом як потреб людини, так і вимог та умов об'єктивної ситуації [20, с. 84].

Матеріальна або матеріалізована форма є вихідною, тобто учень отримує об'єкт дії або у вигляді реального предмету (матеріальна форма), або у вигляді моделі, схеми, креслення (матеріалізована форма дії). Матеріальна і матеріалізована форми дії дозволяють розкрити учневі зміст дії – склад її операцій, їх послідовність, а також здійснювати контроль за виконанням кожної з операцій.

Перцептивні дії є теоретичними діями, об'єктами яких теж є матеріальні предмети або матеріалізовані об'єкти (моделі, схеми), але ніяких змін у цих об'єктах за участю перцептивних дій не здійснюється.

Вербальна форма дії характеризується тим, що подання об'єкта дії та процес його перетворення відбуваються у формі усного або письмового мовлення. У цій формі дія уже набуває характеру теоретичної, ідеальної, але ще доступної зовнішньому, об'єктивному спостереженню.

Розумова форма дії означає, що дія пройшла увесь шлях інтеріоризації, перетворилась із зовнішньої на внутрішню і здійснюється відтепер мисленнево, а її структурними елементами є уявлення, поняття, операції, що також виконуються мисленнево [301, с. 59-61].

Процес інтеріоризації можна розглядати в широкому сенсі як системно організовану багатовимірну трансформацію людської діяльності, а також, у вузькому сенсі, коли розглядається тільки одна лінія цієї трансформації, а саме зміни в розвитку форми дії – від зовнішньої (матеріальної, матеріалізованої), через словесну, до внутрішньої (психічної, ідеальної) [21]. Л. С. Виготський вважав інтеріоризацію процесом включення засобів культури у психічні процеси суб'єкта. Л. С. Виготському також належить формулювання загального генетичного закону культурного розвитку, в якому йдеться про те, що будь-яка функція з'являється у культурному розвитку дитини двічі – спершу у соціальному плані, у спілкуванні між людьми як інтерпсихічна категорія, а потім – у психічному плані, всередині дитини як категорія інтрапсихічна. У

роботах О. М. Леонтьєва з'являється інший акцент – інтеріоризація характеризує трансформацію зовнішньої предметної діяльності у внутрішні психічні форми. Причому процес інтеріоризації представляє собою не перенесення зовнішньої діяльності у вже існуючу, внутрішню «площину свідомості», а є процесом, в якому ця внутрішня площина формується [21].

На думку П. Я. Гальперіна, психічна дія як одиниця аналізу предметної, змістовної людської діяльності є функціональною структурою, яка формується безперервно протягом життя людини. Психічна дія може і повинна розглядатися як результат складної мультимодальної трансформації спочатку зовнішніх процесів, виконуваних за допомогою певних інструментів. Іншими словами, конкретні психічні дії, образи і уявлення є результатом інтеріоризації зовнішніх процесів.

П. Я. Гальперіним було визначено систему умов, що гарантує досягнення бажаних властивостей дій та образів. Вона отримала назву «системи планомірного та поетапного формування розумових дій» і включає в себе чотири підсистеми: 1) умови, що забезпечують достатню мотивацію суб'єкта для освоєння дії; 2) умови, що створюють необхідну орієнтаційну основу дій; 3) умови, які підтримують послідовні перетворення проміжних форм діяльності (матеріалізовані, словесні) і завершальне їх перетворення на розумовий план; 4) умови виховання або «покращення через застосування» бажаних властивостей дії [20].

П. Я. Гальперіним було виділено 6 етапів формування розумових дій:

I – попереднє ознайомлення з метою дії, створення необхідної позитивної мотивації в учнів;

II – складання схеми орієнтувальної основи дії: системи орієнтирів і вказівок, користуючись якою, людина виконує дану дію. Зміст орієнтувальної дії розкривається вчителем, а схема – складається учнями на основі раніше сформованих розумових дій. На даному етапі відбувається ознайомлення з дією і умовами успішного її виконання, що повинно забезпечити розуміння логіки даної дії, можливості її здійснення;

III – виконання дії в матеріальному або матеріалізованому вигляді. На цьому етапі засвоювана дія виконується як зовнішня, практична дія з реальними предметами (тоді вона називається матеріальною) або за допомогою моделей (тоді вона називається матеріалізованою) [301, с. 107-109]. Якщо формування дії починається з матеріальної форми, то необхідно організувати усвідомлення схеми виконаної дії за допомогою побудови деякої моделі цієї дії, тобто виконати цю дію і як матеріалізовану. Щоб «відірвати» засвоювану дію від тих предметів або їх моделей, за допомогою яких ця дія виконується, на цьому етапі від учнів вимагають промовляння вголос здійснюваних операцій та їх особливостей (діяльність з використанням зовнішньої мови) [90, с. 272-274];

IV – формування дії у зовнішній мові (у формі гучної соціалізованої мови або письмово) без опори на матеріальні або матеріалізовані засоби. При цьому дія зазнає подальшого узагальнення, хоча ще не є повністю автоматизованою і скороченою. За допомогою мови можуть бути створені нові типові ситуації, які на попередньому етапі не могли мати місця;

V – формування дії у зовнішній мові «подумки». Він відрізняється від попереднього етапу тим, що дія не супроводжується гучною або письмовою мовою – дія приймає розумову форму і скорочується та автоматизується, набуваючи виду дії за формулою;

VI – формування дії у внутрішній мові. Дія стає автоматичною, недоступною для самостереження, мисленнєвим актом, процес якого прихований, а свідомості стає доступним лише його результат [91, с. 195].

Сформована розумова дія є ідеальною (мисленневою) моделлю діяльності, що реалізується на трьох рівнях: абстрактному (мисленневому), конкретизованому (матеріалізованому) та конкретному (матеріальному). Оскільки наукове знання досягло практично у всіх галузях науки високого рівня абстракції, то завдання методиста, на думку В. П. Беспалька, полягає в тому, аби знайти ту початкову матеріальну форму (об'єкт, явище, метод), з якої може бути отримана її кінцева ідеальна форма – абстракція. За матеріальної форми діяльності учень сам маніпулює об'єктом вивчення (не обов'язково

руками, але розглядаючи, спостерігаючи об'єкт), добуваючи необхідну інформацію про нього. За неможливості маніпулювати об'єктом (віддалені або недоступні об'єкти) В. П. Беспалько рекомендує вести навчальну діяльність в матеріалізованій формі, тобто з різними моделями реальних об'єктів і явищ [52, с. 113-114], використовуючи відповідні методи навчального дослідження.

Історично принципи навчання виникли як узагальнення досвіду навчання, а принципи освіти – як результат узагальнення суспільного замовлення. Одними з перших принципів навчання було сформульовано принципи наочності та міцності засвоєння знань, а найважливішим принципом освіти був принцип підготовки до життя. Але розвиток промисловості і науки призвів до швидкого зростання обсягу знань і практичних навичок, які необхідно було передавати наступному поколінню: освіта набула масового характеру і вимагала постійного удосконалення відповідно до вимог суспільства, що створило умови для розвитку педагогічних ідей і розробки системи принципів положень, які б визначали зміст, методи і організацію навчання [288, с. 50]. Сучасний Закон України «Про освіту» серед складових мети освіти визначає «всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, розвиток її ... розумових ... здібностей, ... забезпечення народного господарства кваліфікованими фахівцями». Стосовно загальної середньої освіти вказується, що вона повинна також забезпечувати «професійне самовизначення, ... засвоєння визначеного суспільними ... потребами обсягу знань про природу ... і виробництво». Основними принципами освіти в Україні є її науковий характер, інтеграція з наукою і виробництвом, єдність і наступність системи освіти [266].

Уже Я. А. Коменський визначив одним з головних принципів навчання – принцип зв'язку навчання з життям: «ти полегшиш учневі засвоєння, якщо в усьому, чому б ти його не вчив, покажеш йому, яку це приносить повсякденну користь у побуті» [152, с. 172]. Значення цього принципу навчання в процесі історичного розвитку науки і технологій лише зростало: і сьогодні він

присутній у системах принципів навчання, розроблених багатьма вченими-дидактами, хоча і має дещо різні назви:

- принцип зв'язку теорії з практикою [231, с. 192; 247, с. 463];
- принцип зв'язку навчання з практикою [55, с. 774];
- принцип зв'язку навчання з життям, із практикою комуністичного будівництва [288, с. 71];
- принцип зв'язку навчання з життям, із практикою розбудови демократичного суспільства [240, с. 201];
- принцип зв'язку навчання з життям [229, с. 117];
- принцип фундаментальності і прикладної спрямованості [290];
- принцип зв'язку педагогічного процесу з життям і виробничою практикою [286, с. 213].

І. Д. Бех принцип зв'язку навчання з практикою визначає як необхідність підготовки учнів до застосування знань у вирішенні практичних завдань. Для цього застосовується аналіз ситуацій і прикладів із реального життя, ознайомлення з виробництвом, суспільними інститутами, учні залучаються до корисної діяльності у школі і за її межами, до використання оточуючої дійсності і як джерела знань, і як галузі їх практичного застосування [55, с. 714].

На думку І. П. Підласого, принцип зв'язку теорії з практикою ґрунтується на кількох філософських, педагогічних та психологічних положеннях, серед яких можна виділити такі, що безпосередньо стосуються одного із найважливіших напрямів реалізації цього принципу у сучасній школі – профільного навчання: «чим краще організовані виробнича праця і профорієнтація школярів, тим успішніше відбувається їх адаптація до умов сучасного виробництва»; «чим більше знання, яких набувають учні, у своїх вузлових моментах взаємодіють з життям, застосовуються у практиці, використовуються для перетворення оточуючих процесів і явищ, тим вищими є свідомість навчання та інтерес до нього» [247, с. 463-464]. І. П. Підласим також було сформульовано ряд правил, на творчому застосуванні яких ґрунтується

практична реалізація принципу зв'язку теорії з практикою: всебічно використання зв'язку школи і виробництва, зв'язок навчання з перспективами розвитку народного господарства рідного краю; здійснення профорієнтації; застосування проблемно-пошукових та дослідницьких завдань; дослідницький характер навчання [247, с. 464-465].

Н. Ф. Кудінова стверджує, що використання принципу зв'язку із життям надає можливість сформулювати інтерес до хімії та підвищити якість знань. Реалізація принципу зв'язку із життям у навчанні хімії відбувається шляхом активізації за допомогою навчального матеріалу розумової діяльності, що здійснюється низкою прийомів на уроках та у позакласній роботі. До таких прийомів автор відносить: вибір теми індивідуального завдання та форми звітності; пояснення хімічного експерименту; пояснення відомостей, одержаних під час екскурсії; моделювання хімічних процесів; обговорення реакцій, що використовуються у побуті, з точки зору хімії та застосування отриманих хімічних знань для пояснення явищ довкілля; виконання дослідницьких та проектних завдань [164, с. 11-12].

Подальшого розвитку принцип зв'язку теорії з практикою та принцип індивідуалізації, спрямований на врахування індивідуальних особливостей й створення умов для розвитку кожного учня [55, с. 714], набули у профільному навчанні, законодавчо оформленому у Законі України «Про загальну середню освіту» [255], Національній доктрині розвитку освіти [263], Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [265] та інших документах, зокрема – у Концепції профільного навчання в старшій школі, перша редакція якої була підготовлена творчою групою науковців Інституту педагогіки НАПН України [157]. Концепцію створено з урахуванням вітчизняного і зарубіжного досвіду в організації профільного навчання, показників переважного вибору учнями профілю навчання тощо [61].

У діючій редакції Концепції профільного навчання в старшій школі зазначено, що профільне навчання – вид диференціації й індивідуалізації навчання, що дає змогу за рахунок змін у структурі, змісті й організації

освітнього процесу повніше враховувати інтереси, нахили і здібності учнів, їх можливості, створювати умови для навчання старшокласників відповідно до їхніх освітніх і професійних інтересів і намірів щодо соціального і професійного самовизначення [260, с. 4].

Метою профільного навчання є забезпечення умов для якісної освіти старшокласників у відповідності з їхніми індивідуальними нахилами, можливостями, здібностями і потребами, забезпечення професійної орієнтації учнів на майбутню діяльність, яка користується попитом на ринку праці, встановлення наступності між загальною середньою і професійною освітою, забезпечення можливостей постійного духовного самовдосконалення особистості, формування інтелектуального та культурного потенціалу як найвищої цінності нації [260, с. 4].

Профільне навчання спрямоване на набуття старшокласниками навичок самостійної науково-практичної, дослідницько-пошукової діяльності, розвиток їхніх інтелектуальних, психічних, творчих, моральних, фізичних, соціальних якостей, прагнення до саморозвитку та самоосвіти [157], формування єдиної життєвої, світоглядної, наукової, культурної та професійної компетентності учнів, що забезпечить їх подальше самовдосконалення та самореалізацію [292].

Профіль навчання – це дидактична система, в межах якої здійснюється реалізація конкретизованих цілей профільного навчання і видів навчальної діяльності учнів [156, с. 3-4]. Таких комбінацій, отже, і профілів навчання відповідно до потреб учнів можна утворити багато.

На концептуальному рівні профільне навчання визначається як один зі шляхів забезпечення рівного доступу до якісної освіти; інноваційний характер сучасної профільної освіти характеризують ідеї, які потребують розробки та реалізації на всіх рівнях, а це:

1) наскрізна профільна освіта, що означає моделювання загальнопредметної та профільної освіти на кожному етапі загальної середньої освіти (початкової, основної, старшої) з позиції характеристики змісту освіти,

пріоритетів, цінностей, ключових особливостей, ступеня, критеріїв оцінки підсумкових результатів;

2) соціально обумовлені принципи відбору змісту освіти – інформаційної ємності та соціальної ефективності;

3) реалізація змісту освіти на підставі проектно-технологічного підходу, що інтегрує всі види діяльності людини – від появи творчого задуму до реалізації готового продукту;

4) елективний шлях профілізації, який є набагато дешевшим, аніж мережний, суть його полягає в тому, що учням за рахунок варіативної складової навчального плану пропонуються елективні курси;

5) зміна пріоритетних форм організації навчально-виховного процесу;

6) формування компетентності професійної спрямованості випускника профільного класу;

7) наявність інноваційних рішень щодо визначення змісту профільної освіти та навчальних результатів [292].

Як зазначає О. О. Гиря [95], профільне навчання не є еквівалентним поглибленому навчанню окремих предметів у системі освіти минулого – воно передбачає також і професійно зорієнтоване вивчення циклу споріднених предметів в старшій школі (10-11 класи), дозволяючи учням обирати конкретну пріоритетну галузь для більш глибокого вивчення, опанування групи, циклу, сукупності предметів на взаємодоповнювальній і підтримуючій основі, які нерідко забезпечують понятійним апаратом, методами і засобами вивчення один одного [61].

За С. Д. Максименком, «профільна підготовка учнів являє собою цілком своєрідну цілісну систему педагогічних заходів, спрямованих як на моральний всебічний розвиток особистості, так і безпосередньо на підготовку людини до повноцінного оволодіння певною професійною сферою» [182, с. 27]. Як зазначає Л. П. Величко [79], основна школа повинна надати переважно загальнокультурну підготовку, а профільна – поглиблену. Але при цьому у профільній школі повинні діяти певні обмеження стосовно широти знань:

визначений мінімум обов'язкових навчальних предметів повинен забезпечити фундаментальність освіти і не спричинити перевантаження учнів, а попит на розширення знань повинні задовольнити курси за вибором.

У діючій редакції Концепції профільного навчання в старшій школі основні завдання профільного навчання визначені у такий спосіб:

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

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

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

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

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

6) продовження всебічного розвитку учня як цілісної особистості, його здібностей і обдарувань, його духовності й культури, формування громадянина України, здатного до свідомого суспільного вибору [260, с. 4].

Проект Концепції профільного навчання до основних завдань відносить такі:

- надання учням повної загальної середньої освіти;
- сприяння життєвому і професійному самовизначенню учнів;
- забезпечення можливостей для конструювання кожним учнем власної освітньої траєкторії;
- цілеспрямована підготовка учнів до успішного продовження навчання на наступних рівнях освіти за обраним напрямом;
- створення умов для здобуття окремих професій для потреб ринку праці

[156, с. 1].

Реалізація мети та завдань профільного навчання здійснюється на основі принципів, які обумовлені особистісно орієнтованою, компетентнісною парадигмою освіти і виховання і відображають специфіку профільного навчання:

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

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

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

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

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

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

– принцип індивідуалізації передбачає урахування індивідуальних особливостей особистості для досягнення поставленої мети, що слугує основою для здійснення особистісно орієнтованого навчання у профільній школі [260, с. 4-5].

Поняття «професійна спрямованість» є інтегративним і являє собою комплекс професійно важливих рис і якостей особистості. Даний комплекс виникає в процесі розвитку цілісної особистості. В період ранньої юності складаються особливі внутрішні умови, які ставлять професійну спрямованість у центр психологічного розвитку: зміна внутрішньої позиції особистості, формування самосвідомості, складні диференційно-інтегральні процеси особистості. Зорієнтованість особистості на професію починає виконувати регулятивну функцію щодо інших проявів і сторін особистості юнака. Внаслідок цього забезпечуються особистісна стійкість, прагнення до подолання перешкод, побудова нових цілей і засобів їх досягнення, виникає вибіркоче ставлення до навчальних предметів. Саме тому впровадження профільного навчання, в якості компоненту реального професійного середовища, створює необхідні умови для виявлення професійних якостей і подальшого свідомого вибору професії юнаками [182, с. 27-28].

В Україні на початку XXI ст. профільне навчання у 10-11 класах ЗНЗ усіх типів здійснювалось за такими основними напрямками: суспільно-гуманітарний, філологічний, художньо-естетичний, природничо-математичний, технологічний, спортивний. Їх набір відповідав соціально-диференційованим видам діяльності, які обумовлюються суспільним розподілом праці, і містить знання про природу, людину, суспільство, культуру, науку та виробництво. За основними напрямками профілізації визначались різноманітні навчальні профілі [157].

Зміст навчання і вимоги до підготовки старшокласників визначаються Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [256]. Засвоєння змісту освіти у загальноосвітніх закладах з профільним навчанням має, по-перше, забезпечувати загальноосвітню підготовку учнів, по-друге – підготовку до майбутньої професійної діяльності. Профіль навчання визначається з урахуванням інтересів та можливостей учнів, перспектив здобуття подальшої освіти і професійних перспектив учнівської молоді;

кадрових, матеріально-технічних, інформаційних ресурсів школи; соціокультурної і виробничої інфраструктури району, регіону [260, с. 5].

Згідно [256], зміст профільного навчання містить інваріантний (спільний, однаковий для всіх учнів) і варіативний складники.

Інваріантний складник змісту в межах відведеної Базовим навчальним планом кількості годин на його засвоєння реалізується системою базових навчальних предметів і курсів (українська мова, література, іноземна мова, історія, суспільствознавство, математика, природознавство, технології, мистецтво, фізична культура і здоров'я), кожен з яких може вивчатися на рівні стандарту або глибше і ширше – на профільному рівні.

На рівні стандарту базовий навчальний предмет може вивчатися як інтегрований курс або як курс, побудований за модульним принципом, де кожен модуль реалізує визначений стандартом зміст відповідного компонента освітньої галузі. Якщо один із компонентів змісту галузі реалізується у вигляді профільного предмета, то з програми курсу цей зміст вилучається. Вивільнені при цьому навчальні години спрямовуються на курси за вибором (спецкурси і факультативи).

На профільному рівні базові навчальні предмети можуть бути реалізовані у вигляді профільних предметів. Так, для освітньої галузі «Природознавство» на рівні стандарту визначається базовий предмет «Природознавство», до складу якого входять загальноприродничий, фізичний, біологічний, хімічний, географічний та астрономічний компоненти. На профільному рівні ці компоненти реалізуються у таких профільних предметах, як фізика, біологія, хімія, географія та астрономія.

Варіативний складник змісту профільного навчання поряд із інваріантним слугує повноцінній реалізації його завдань і водночас є основним засобом індивідуалізації навчання. Саме він визначає і забезпечує в конкретному загальноосвітньому навчальному закладі спрямованість навчання на задоволення індивідуальних освітніх потреб учнів, а тому формується кожним закладом самостійно. За рахунок варіативного складника добирається зміст

профільних предметів, а також курсів за вибором [156, с. 1-4].

Школи формують ті чи інші профілі навчання за рахунок комбінації:

– базових предметів, які є обов'язковими для учнів всіх профілів та реалізують цілі й завдання загальної середньої освіти;

– профільних предметів, які реалізують цілі, завдання і зміст кожного конкретного профілю, вивчаються поглиблено і передбачають більш повне опанування понять, законів, теорій; використання інноваційних технологій навчання [283]; організації дослідницької, проектної діяльності; профільної навчальної практики учнів тощо. Профільні предмети забезпечують також прикладну спрямованість навчання за рахунок інтеграції знань і методів пізнання та застосування їх у різних сферах діяльності, в тому числі і професійній, яка визначається специфікою профілю навчання [261]. Успішне опанування навчальних програм відповідних профільних предметів може забезпечувати отримання тієї чи іншої професії з отриманням документа державного зразка [260, с. 6];

– курсів за вибором, які разом із профільними предметами визначають специфіку кожного конкретного профілю навчання, з одного боку, а з іншого – є дієвим засобом задоволення тих пізнавальних інтересів та індивідуальних освітніх потреб учнів, що перебувають поза межами обраного ними профілю навчання (наприклад, «Психологія» для хімічного профілю тощо) [74]. Із цього випливають дві основні функції курсів за вибором: профільно-формувальна, що реалізується у спеціальних курсах (спецкурсах), та індивідуальна освітньо-розвивальна, що реалізується у факультативних курсах (факультативах).

Спеціальний курс у системі профільного навчання – це навчальний курс, який разом із профільними предметами визначає специфіку кожного конкретного профілю навчання, те сутнісне, що відрізняє цей профіль від іншого. Зміст спеціальних курсів певного навчального профілю (в межах відведених годин на їх вивчення) є органічним складником змісту цього профілю, а тому є обов'язковим для опанування всіма учнями. Вибір спецкурсів спочатку здійснюється на рівні навчального закладу: формуючи

певний профіль навчання, він окреслює коло тих профільних предметів і можливих спецкурсів, що його визначають. Кількість таких спецкурсів зазвичай більша від тієї, яку можна реалізувати в межах відведеного для цього навчального часу. Подальший вибір спецкурсів, які будуть опановуватися в межах профілю навчання, здійснюють учні із запропонованого переліку.

Залежно від пріоритетної навчальної мети, яку реалізують спеціальні курси, можна виокремити такі їх основні види:

– спеціальні курси, які поглиблюють і розширюють зміст окремих розділів профільних (а за потреби і непрофільних) предметів або містять додаткові розділи, що не включені до навчальних програм;

– спеціальні курси, які розкривають практико-орієнтований аспект знань, здобутих у процесі навчання;

– спеціальні курси, які знайомлять учнів із новими галузями знань, не представленими у змісті непрофільних і профільних предметів, але орієнтованими на майбутню професію у руслі обраного профілю;

– спеціальні курси з наукових основ сучасних виробництв і технологій;

– спеціальні курси міжпредметного узагальнювального характеру, які на основі інтеграції знань, здобутих у процесі навчання, завершують формування цілісних природничо-наукової і соціально-гуманітарної картин світу;

– спеціальні курси, спрямовані на забезпечення професійної підготовки старшокласників (наприклад, поглиблене вивчення хімії у класах хіміко-технологічного профілю реалізується за рахунок вивчення спецкурсу (профілюючого предмету) «Хімія у промисловості», а агрохімічного – «Хімія у сільському господарстві [74]).

Факультативний курс у системі профільного навчання – це навчальний курс, який сприяє задоволенню індивідуальних пізнавальних інтересів та освітніх потреб старшокласників, загалом не пов'язаних зі специфікою обраного профілю навчання. Наприклад, учень, який обрав один із профілів навчання природничо-наукового спрямування, може факультативно удосконалювати свої знання, скажімо, з української або іноземної мови.

Аналогічно старшокласники, що здобувають освіту за певним гуманітарним профілем навчання, можуть за бажанням розширити свою компетентність у галузі інформаційних технологій, опановуючи відповідний факультатив.

Уведення до структури змісту профільного навчання факультативів слід розглядати як один із механізмів реалізації принципу демократизму в освіті старшокласників, уникнення уніфікованості, втілення особистісно орієнтованої парадигми освіти. З іншого боку, саме факультативні курси є тим дієвим засобом, що сприяє уникненню вузькопрофільності навчання у старшій школі, дає змогу урізноманітнити його зміст, розширити спектр розвивальних, загальнокультурних впливів на особистість учня.

З огляду на пріоритетні педагогічні завдання факультативів, у проекті Концепції профільного навчання виокремлюються такі їх види:

– факультативні курси, спрямовані на поліпшення загальноосвітньої підготовки з непрофільних предметів, що передбачена Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти;

– факультативні курси з галузей знань і видів діяльності, які не відображені у змісті загальної середньої освіти [156, с. 6].

Така класифікація факультативних курсів певною мірою розбігається із визначенням факультативу у Концепції профільного навчання у старшій школі як навчальних курсів, які не входять до основної сітки годин і можуть обиратись учнями з метою як додаткового та поглибленого вивчення певних предметів, так і отримання знань із суміжних наукових галузей [260, с. 6-7]. У зв'язку з цим, наприклад, факультативний курс для хімічних профілів «Основи кількісного хімічного аналізу» після затвердження проекту Концепції профільного навчання має бути віднесений до спеціальних курсів.

Виокремлення у профільному навчанні базових предметів за освітніми галузями у значній мірі відображає тенденції розвитку відповідних наукових галузей. Так, базовому предмету «Природознавство» відповідної освітньої галузі відповідає історичне об'єднання знань про явища, об'єкти та процеси у природі. Фундаментальні природничі науки, що виникли з природознавства –

фізика, хімія, біологія, астрономія, географія, геологія, – на рівні стандарту відображені у відповідних компонентах базового предмету, а на профільному рівні – у відповідних навчальних дисциплінах. Єдиним винятком є геологія: І. Я. Лернер та М. М. Скаткін, характеризуючи задачі та зміст загальної та політехнічної освіти, вказують, що її відсутність у навчальному плані разом із багатьма іншими пов'язано із тим, що «елементи знань із цих наук, що мають загальноосвітнє значення, включені до інших навчальних предметів» [172, с. 114] (на рівні стандарту – до загальноприродничого компоненту, на профільному рівні – до таких профільних предметів, як фізика, хімія та географія).

У процесі навчання хімії учні повинні оволодіти уміннями і навичками, що є спільними для усіх предметів природничого циклу:

- збирання, збереження, обробка інформації;
- планування та проведення спостережень і експериментів, виконання простих вимірювань;
- розпізнавання та описування природних явищ, що відбуваються в навколишньому середовищі, презентації здобутих результатів;
- пояснення причинно-наслідкових зв'язків у природних явищах;
- інтегрування знань із різних галузей з метою пояснення явищ природи;
- розкриття залежності між природним і культурним середовищем;
- виявлення впливу діяльності людини на природне середовище, здатність змінювати свою поведінку [176].

Таким чином, хімічна освіта є складовою природничої освіти.

Фундаментальна парадигма навчання хімії у середній школі – вивчення об'єктивних природних закономірностей не тільки у межах своєї, але і у межах суміжних наук, насамперед фізики та біології. Однією з головних особливостей шкільного курсу хімії є переважання принципу єдності теорії та практики, дослідницького підходу в навчанні та принципу диференціації, що знайшло своє відображення, зокрема, у широкому застосуванні лабораторних дослідів на уроках хімії, учнівського експерименту (у тому числі й домашнього та

ужиткового) та вивченні хімії на чотирьох рівнях – академічному, рівні стандарту, профільному та поглибленому рівнях.

Як і у будь-якій природничій дисципліні, навчальний матеріал з хімії створюється в результаті педагогічної трансформації відібраних згідно певних критеріїв наукових відомостей з хімії. У результаті за обсягом наукової інформації, логікою побудови і структурою знань хімія як навчальний предмет відрізняється від хімії як науки [75]. Головні відмінності між хімією як наукою і хімією як навчальним предметом подано у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Відмінності між наукою хімією та навчальним предметом «Хімія»

	Хімія як наука	Хімія як навчальний предмет
Визначення	Наука, що вивчає будову речовин та їх перетворення, що супроводжуються зміною складу та (або) будови [323]. Наука, що вивчає хімічну форму руху матерії, тобто хімічні реакції, а також склад та властивості речовин, які складніші за електрони та нуклони [102, с. 6].	Дидактичний еквівалент науки хімії, перебудований з урахуванням цілей, завдань, ступеня навчання, вікових і психофізіологічних особливостей школярів [155].
Зміст	Знання про властивості речовин та їх перетворення, закони і принципи, що описують дані перетворення, а також уявлення і теорії, що дозволяють дати їм пояснення [291, с. 10]. Хімія як наука сама створює свій об'єкт: відкриваються або синтезуються нові речовини і матеріали, створюються і спростовуються теорії тощо. Таким чином, обмежень для розвитку і створення нових теорій, методів дослідження та способів застосування речовин немає [291, с. 12; 323].	Найважливіші хімічні поняття, фундаментальні наукові факти, найзагальніші закони і теорії хімії, наукові основи хімічного виробництва, методи хімічної науки [75] – ті, що відповідають цілям навчання і доступні для свідомого засвоєння учнями [147, с. 10]. Зміна об'єму і структури знань обумовлена адаптацією до навчального процесу на основі принципів науковості, доступності, систематичності й системності, зв'язку з життям тощо, критеріїв цілісності змісту, наукової загальноновизнаності, наукової значущості, відповідності віковим особливостям учнів, відповідності часу, відведеному на вивчення хімії, відповідності умовам, притаманним масовій школі; відповідності міжнародним стандартам [334, с. 20-21]. Зміст навчання хімії є достатньо стабільним та обмеженим такими факторами, як тривалість, теоретична і технологічна забезпеченість навчального процесу, можливостями учнів щодо свідомого засвоєння матеріалу тощо.

	Хімія як наука	Хімія як навчальний предмет
Структура	Історично виділились чотири основних складових частини: неорганічна (і загальна) хімія; органічна хімія; аналітична хімія; фізична хімія [291, с. 10]. Унаслідок процесів диференціації та інтеграції наук виокремлювались більш вузькі та специфічні галузі хімічної науки, а окремі галузі об'єднувались у внутрішньо- та міждисциплінарні.	Навчальний предмет складається з двох частин: неорганічної та органічної хімії. Дані курси розглядають різні речовини і типи хімічних перетворень, але їх об'єднує те, що усі речовини мають єдині принципи будови, хімічні реакції скеровуються спільними законами тощо. В умовах загальноосвітньої школи немає потреби вивчати усі хімічні дисципліни: найбільш загальні і фундаментальні факти, закони, теорії, що відібрані до змісту навчального предмету хімії, розглядаються саме в курсах неорганічної та органічної хімії [228, с. 27].
Мета	Мета хімії як науки – вивчення процесів у природі на атомному та молекулярному рівнях.	Мета навчання хімії – розвиток засобами предмета особистості учнів, формування їхньої загальної культури, світоглядних орієнтирів, екологічного стилю мислення і поведінки, творчих здібностей, дослідницьких навичок і навичок життєзабезпечення [326, с. 1].
Завдання	Основними завданнями хімії як науки є: 1) вивчення будови хімічних сполук та розвиток теорії взаємозв'язку будови і властивостей молекул та речовин в цілому, з метою виявлення способів керування властивостями речовини; 2) синтез та добування речовин із заданими властивостями;	Основними завданнями навчання шкільного курсу хімії є: 1) забезпечити свідоме засвоєння учнями найважливіших хімічних законів, теорій, понять, ознайомити з методами хімічної науки; 2) формувати науковий світогляд і розуміння того, що хімічна освіта є невід'ємним компонентом культури;
Завдання	3) розвиток теорій здійснення процесів ефективного перетворення речовин; 4) розвиток теорії і вдосконалення методів хімічного аналізу, спрямованих на розв'язання задачі виявлення хімічних сполук у різних об'єктах [109, с. 370-371].	3) виховувати працелюбність, моральність, інтерес до предмету, бережливе ставлення до природи, повагу до можливостей науки, розуміння пріоритету загальнолюдських цінностей; 4) розвивати мислення учнів, їх самостійність і творчу активність у оволодінні знаннями; 5) забезпечити знайомство з головними напрямками хімізації народного господарства, значенням хімії в оточуючій дійсності, сприяти подоланню хемофобії; 6) формувати практичні уміння й навички, сприяти профорієнтації, усвідомленому вибору професії [334, с. 12-13].

	Хімія як наука	Хімія як навчальний предмет
Закономірності розвитку	Хімія як наука – система дуже динамічна. Еволюційне накопичення знань переривається революційним – глибокою перебудовою системи фактів, теорій і методів, з виникненням нового набору понять і навіть нового стилю мислення [323]. Відкриття нових фактів і об'єктів дослідження, виникнення, розвиток і спростування теорій обумовлені логікою наукового дослідження, розв'язанням наукових проблем.	Розвиток змісту навчання хімії відбувається під впливом розвитку хімічної науки і технології; розвитку суспільства і завданнями, які суспільство ставить перед освітою; практичного досвіду навчання хімії в школах, що виявляє недоліки у побудові, змісті, методах та прийомах викладання хімії [228, с. 19-22]. Вивчення хімії у шкільному курсі відбувається не в історичній, і не в логічній послідовності наукових відкриттів, а в послідовності, зумовленій дидактичними вимогами, які сприяють засвоєнню системи знань, розвитку пізнавальних можливостей та вихованню учнів у процесі вивчення хімії [73, с. 5].
Зв'язки	Міждисциплінарні – з археологією, архітектурою, біологічними науками, ботанікою, геологією, інженерною справою, лісовим господарством, математикою, медициною, правом, різними галузями промисловості, сільським господарством, способами графічного запису, точною механікою, фізикою, фотографічними процесами, хімічною технологією. Оскільки майже вся практична діяльність людини пов'язана із застосуванням матерії як речовини, хімічні знання необхідні в усіх областях науки та технології, що освоюють матеріальний світ. Тому, на «межах хімії» існує велика кількість гібридних дисциплін і областей [323].	Міжпредметні – насамперед із фізикою, математикою, біологією, географією [73, с. 53].
Методи	Загальнонаукові (спостереження, порівняння, вимірювання, класифікація; аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, індукція, дедукція, моделювання, формалізація, ідеалізація) методи та методи, властиві хімії (насамперед – методи хімічного експерименту).	Загальнодидактичні та спеціальні методи навчання (спостереження хімічних об'єктів та їх зображень, моделювання хімічних об'єктів, опис хімічних об'єктів, пояснення хімічних фактів та явищ, передбачення хімічних фактів та явищ, хімічний експеримент, розв'язування хімічних задач) [234, с. 93].

В. П. Беспалько в якості одного з критеріїв оцінювання складності навчального матеріалу пропонує використовувати співвідношення теоретичного та емпіричного рівня знань, або ступеня абстракції матеріалу: чим вищим є ступінь абстракції, тим вище буде складність навчального матеріалу. Теоретичні знання є більш складними, ніж емпіричні. Саме тому численні опитування серед школярів виявили, що переважна більшість вважає складними предметами хімію, фізику, математику, тобто ті предмети, велика

частина інформації яких представлена абстрактними уявленнями, віддаленими від безпосереднього чуттєвого сприйняття [54, с. 85-104].

Зауважимо, що сучасні методи експериментальних досліджень в хімії і методи, що застосовуються для проведення шкільних практичних робіт, суттєво відрізняються. В зв'язку з цим виникає проблема подолання розриву між наявним забезпеченням шкільного хімічного експерименту та потребою у реалізації цілей профільного навчання хімії. Для розв'язання цієї проблеми доцільно застосовувати в навчальному процесі спеціальні засоби ІКТ [118, с. 44].

Ще у 30-х роках ХХ століття В. Н. Верховський [81] сформулював ряд положень щодо закріплення у свідомості учнів хімічних понять. Він наголошував на тому, що емпіричні факти потрібно узагальнювати до понять і навчати учнів оперувати цими поняттями. Першочерговим завданням педагога є відбір фактичного, конкретного матеріалу та його послідовності, на основі яких можна здійснити формування в учнів певних понять найбільш легким і коротким шляхом. Саме тому велике значення в навчанні хімії приділяється засобам наочності, навчальному хімічному експерименту, оскільки певні теми, в яких об'єм теоретичного матеріалу дуже великий, як правило, викликають значні труднощі в учнів при засвоєнні навчального матеріалу.

Л. М. Мещерякова вказує, що структура курсу хімії повинна бути багаторівневою: при реалізації змісту навчання повинно використовуватись таке поєднання дослідно-експериментального та історико-логічного підходів, за якого хімічний експеримент відіграє ту ж саму роль та займає те ж саме місце, що й у науковому пізнанні, відіграючи роль експериментального базису та критерію істинності знань [191, с. 9-10].

Процес навчання хімії у профільних класах має створювати в учнів позитивний емоційний фон, бути цікавим, творчим, взаємообумовленим. Одним із способів вирішення даного питання є організація на уроці проблемно-пошукової діяльності учнів. Ця діяльність у порівнянні з іншими має низку переваг: посилює пізнавальний інтерес учнів; сприяє набуттю більш глибоких

знань і актуалізує їх прикладну спрямованість; розвиває вміння творчо мислити. Організація проблемно-пошукової діяльності потребує роботи з додатковою навчальною та науково-популярною літературою, різноманітними довідниками, допомагає виробляти вміння відокремлювати у тексті головне від другорядного, складання плану, постановки проблеми, стимулює розвиток творчих здібностей учнів [95].

Профільне навчання хімії забезпечує загальноосвітню та початкову допрофесійну підготовку випускників спеціалізованих класів, які мають бажання обрати майбутню професію з використанням хімічних знань (у тому числі на інженерні й робітничі професії хімічного та споріднених виробництв) і сприяє вихованню особистості, здатної до самоосвіти і творчої самореалізації [51]. Саме тому особливістю профільного навчання хімії є обов'язкове проведення навчальних екскурсій на промислові або сільськогосподарські об'єкти (залежно від профілю), широке використання знань із споріднених предметів та дослідницька діяльність учнів, зокрема – позакласна робота з хімії: хімічні гуртки, олімпіади, участь у роботі МАН [319], підготовка рефератів надають змогу розвивати дослідницькі навички тих учнів, які найбільше цікавляться хімією.

Вважається, що особливу увагу слід приділити досягненню учнями профільних класів творчого рівня використання знань, протиставляючи його репродуктивному рівню. Але одним із завдань профільного навчання хімії є забезпечення міцної репродуктивної основи знань з профільного предмету, оскільки вона являє собою необхідну умову творчості й майбутнього поступу в професійній освіті [78].

Належну увагу слід приділяти підтримці й розвитку самостійності учнів у навчанні, їхній участі в таких видах діяльності, як проектна й дослідницька. Процес навчання у профільній школі орієнтується переважно на активне використання прийомів дослідження, що передбачає постановку проблеми, організацію дослідження, оформлення і захист результатів, самооцінювання.

У спілкуванні учителя з учнем перевага надається діалоговому характеру, груповій формі навчальної діяльності.

У профільному навчанні хімії неабиякого значення набуває саморозвиток і самоосвіта учнів. Цьому сприяє збільшення у навчанні частки самостійної роботи учнів, у тім числі з комп'ютером та іншими джерелами інформації. Разом із тим необхідно уникати збільшення обсягу фактичного матеріалу у навчальних програмах, яке обертається не виправданим зростанням обсягу знань, що стає непосильним для засвоєння учнями [78].

Профільне навчання хімії на рівні стандарту покликано забезпечити елементарну хімічну грамотність великої частини населення країни. Хімічні знання, що засвоєні на рівні стандарту, мають слугувати основою правильного використання речовин і хімічних реакцій у побуті та на виробництві, забезпечувати екологічно грамотну поведінку людини в навколишньому середовищі [74]. Як правило, на рівні стандарту хімії навчають у класах суспільно-гуманітарного, філологічного, художньо-естетичного напрямів і у класах фізико-математичного, інформаційно-технологічного і спортивного профілів.

Профільне навчання хімії на академічному (загальноосвітньому) рівні повинно сприяти подальшій природничо-науковій освіті людини, кращому засвоєнню знань з інших дисциплін природничого циклу – фізики та біології. На академічному рівні хімія навчається у класах, де хімія не є профільним, проте є базовим чи близьким до профільних предметом. Цьому рівню відповідають фізичний, екологічний, біолого-фізичний, географічний, біотехнологічний і універсальний профілі навчання.

Профільне навчання хімії на профільному рівні передбачене в природничо-математичному напрямку за такими профілями: агрохімічний, фізико-хімічний, біолого-хімічний, хіміко-технологічний. Навчання у класах хімічних профілів забезпечує, крім загальноосвітньої підготовки та виховання особистості, здатної до самоосвіти і самореалізації, початкову допрофесійну підготовку учнів, які мають бажання обрати майбутню професію, пов'язану з

використанням хімічних знань. Передбачається глибше й повніше, порівняно з рівнем державного стандарту, опанування знань про речовини та їх перетворення, хімічні закони, методи пізнання в хімії та формування на цій основі наукового світогляду, вироблення екологічного стилю мислення й поведінки, розвиток експериментальних умінь, дослідницької проектної діяльності учнів, формування їхніх ключових компетентностей [101; 325, с. 66].

У класах природничого профілю навчання хімії має забезпечувати високий рівень хімічної підготовки як у теоретичному, так і в прикладному аспекті. Основним способом забезпечення останнього є хімічний експеримент, для проведення якого необхідна добре обладнана лабораторія, набір хімічних реактивів, підведення води та електричного струму тощо.

Профільне навчання хімії з поглибленим вивченням хімії в 10 класі передбачає опанування курсу неорганічної хімії (4 год. на тиждень) та практикуму з основ хімічного аналізу (2 год. на тиждень), що вивчаються паралельно, а в 11 класі – курсу органічної хімії та узагальнювального курсу з основ загальної хімії (6 год на тиждень). Програма поглибленого вивчення хімії включає також курс з основ хімічної технології (хімія у промисловості – для міських шкіл) або з основ агрохімії (хімія в сільському господарстві – для сільських шкіл), які вивчаються як курси за вибором протягом 10 та 11 класів (по 1 год на тиждень).

Програми з хімії для різних рівнів різняться обсягом і глибиною відтворення навчальної інформації, хоча в усіх програмах послідовно розкриваються основні змістові лінії хімічної компоненти державного освітнього стандарту. Різницю у обсязі вивчення хімії у старшій школі ілюструють дані таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Кількість годин на вивчення хімії за різними рівнями

Рівень	10 клас	11 клас
рівень стандарту	1	1
академічний рівень	1	2
профільний рівень	4	6
поглиблене вивчення	7	7

Що стосується основ хімічного аналізу, теоретична база якого досить об'ємна, без застосування засобів наочності і навчального хімічного експерименту дуже важко досягти в учнів високого рівня знань та умінь проведення хіміко-аналітичного дослідження.

Державними вимогами до рівня загальноосвітньої підготовки учнів передбачено не лише засвоєння хімічних понять, законів, теорій, а й осмислене використання знань учнями, формулювання ними оцінних суджень, виявлення власного ставлення у різних життєвих ситуаціях. Якщо на рівні стандарту матеріал подається на нижчому рівні узагальнення, з посиленням прикладного характеру знань, то на академічному рівні поглиблення знань з хімії супроводжується широким використанням міжпредметних зв'язків, з урахуванням специфіки обраного профілю. Вивчення хімії на профільному рівні та рівні поглибленого вивчення дозволяє, з одного боку, посилити фундаментальність, системність, інтегративність і функціональність теоретичних знань з хімії, а з іншого – підвищити увагу до прикладного боку змісту, його методологічної і практичної спрямованості. Велика увага приділяється висвітленню методів наукового пізнання в хімії, ролі теоретичних та експериментальних досліджень [78].

Це надає можливість стверджувати, що для розв'язання проблеми формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії недоцільно використовувати рівень стандарту та академічний рівень навчання хімії. Поглиблене навчання хімії надає широкі можливості проведення навчальних досліджень, проте суттєво звужує можливості вчителя із варіювання змісту навчання, що надають спецкурси. Таким чином, найбільш придатним для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії виявляється профільний рівень, що забезпечує реалізацію як зовнішньої форми диференціації навчання хімії (через створення відповідних класів, груп тощо), так й частково внутрішньої (через створення груп динамічного складу для навчання курсів за вибором, у тому числі за дистанційними формами організації навчання).

1.2 Система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

«Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти» [256] визначає *компетентність* як набуту в процесі навчання інтегровану здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці. Стандарт базується на *компетентнісному підході* – спрямованості навчально-виховного процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані:

1) ключова компетентність – спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів;

2) загальнопредметна компетентність;

3) предметна (галузева) компетентність – набутий учнем у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань.

В. Р. Ільченко зазначає, що термін «інтегрована здатність», через який у Державному стандарті визначається компетентність, вказує на зв'язок окремих частин у ціле. Ознакою ж цілого є підпорядкування усіх елементів, які його утворюють єдиним, спільним для усіх цих елементів, закономірностям, що дозволяє елементам компетентності – знанням, вмінням, досвіду, цінностям і ставленню – цілісно реалізовуватись на практиці із застосуванням цих загальних закономірностей [142, с. 164].

Загальнопредметна компетентність у згаданому стандарті не означена, тому доцільно виокремити спільні риси з різних її трактувань.

Л. В. Грамбовська виділяє загальнопредметні компетентності, які доцільно розвивати на предметному змісті систематичного курсу геометрії основної школи: сприймати, оперувати і оцінювати відомості, дані тощо; бачити і досліджувати предмет з різних боків; аналізувати і узагальнювати,

підводити під поняття і отримувати наслідки; добувати нові знання та активно діяти; переносити засвоєні знання і вміння в нові умови; розв'язувати пізнавальні проблемні задачі; мотивувати і осмислювати власну діяльність та здійснювати її самоконтроль; здійснювати особистісну та інтелектуальну рефлексію [108, с. 9].

О. І. Карбованець, Н. В. Куруц, Н. П. Голуб та А. А. Майорош ототожнюють загальнопредметні компетентності із міжпредметними і визначають їх як компетентності, яких набуває суб'єкт навчання за весь період вивчення даного предмету і які орієнтовані на засвоєння конкретних навчальних результатів. Вони характеризуються високим ступенем узагальнення, постійно розвиваються, поглиблюються та розширюються [144].

І. В. Шмиголь робить висновок, що загальнопредметними компетентностями є ті, які суб'єкт навчання набуває під час засвоєння певного кола навчальних дисциплін [343, с. 10].

А. В. Хуторської та Л. М. Хуторська загальнопредметними називають компетенції, що відносяться до певного циклу навчальних предметів або освітніх галузей [328, с. 194]. О. І. Пометун наводить аналогічне трактування загальнопредметних компетентностей як таких, що їх набуває учень упродовж вивчення того чи іншого предмета/освітньої галузі у всіх класах середньої школи. Загальнопредметні компетентності визначаються для кожного предмета і розвиваються протягом всього терміну його вивчення; вони відрізняються високим ступенем узагальненості та комплексності [252, с. 21-22].

О. І. Пометун та Г. О. Фрейман вважають, що кожен з визначених у загальногалузевій компетентності напрямів потребує опанування учнями комплексом предметних компетентностей, і саме такий підхід може забезпечити реалізацію специфіки змісту окремого предмета в компетентнісному підході [251, с. 106].

Проведений аналіз надає можливість зробити припущення про те, що у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти під *загальнопредметною компетентністю* слід розуміти набутий учнем у процесі

навчання досвід діяльності, спільної для групи предметів, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань.

Тоді для профільного навчання хімії загальнопредметними можна вважати компетентності, спільні для предметів, що відносяться до освітньої галузі «Природознавство». Для останньої В. Р. Ільченко визначає загальнопредметну природничо-наукову компетентність як здатність оперувати загальними (базовими) закономірностями природи [142, с. 169]. Так, у 5 класі до змісту загальнопредметної компетентності з природознавства (бачення цілісної картини світу) входять такі компетенції: здатність спостерігати за навколишнім середовищем, змінами, що відбуваються в природі; здатність приймати виважені рішення в повсякденному природокористуванні; здатність орієнтуватись у навколишньому середовищі (на місцевості) [154, с. 99]. До хімічних компетенцій Т. К. Тіміргалієва відносить базову хімічну компетенцію та хімічну компетенцію у повсякденному житті, показниками сформованості яких є міцність і усвідомленість знань теоретичного і фактичного матеріалу; володіння хімічною мовою, вміння сформулювати проблему, запропонувати способи її вирішення [308, с. 13, 18].

У 5 класі спостереження виступає пасивним методом пізнання (таким, що не передбачає втручання у спостережуваний природний об'єкт чи явище). До активних методів пізнання відноситься експеримент. Обидва методи є спільними для всіх природничих наук методами *наукового дослідження*, яке С. У. Гончаренко визначає як особливу форму процесу пізнання, систематичне і цілеспрямоване вивчення об'єктів, у якому використовуються засоби і методи наук і яке завершується формуванням знань про предмети, що вивчаються. Засобами наукового пізнання є створення гіпотез, теорій, моделювання [191], експериментування тощо [103, с. 234-235]. Пізнані закономірності природи стають загальними законами мислення, вони забезпечують правильне формування свідомості учнів та їх особистісних якостей [253, с. 22]. Ф. Б. Окольников вказує, що експериментальні уміння учнів у процесі переходу від одного навчального предмета до іншого зазнають перетворень,

переосмислюються з позицій змісту навчання, проте зберігають при цьому інтегративний характер методу пізнання, що сприяє різносторонньому осмисленню виучуваних об'єктів [230, с. 12].

Наукове дослідження є формою здійснення і розвитку науки, тобто вивченням явищ і процесів, аналізом впливу на них різних факторів, а також вивченням взаємодії між явищами з метою одержати переконливо доведені і корисні для науки і практики рішення з максимальним ефектом.

Метою наукового дослідження є виокремлення конкретного об'єкту та всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, зв'язків на основі вироблених у науці принципів та методів пізнання, а також одержання корисних для діяльності людини результатів, упровадження у виробництво та одержання ефекту [110, с. 10].

Для вирішення головної задачі науки – відкриття об'єктивних законів дійсності, головним інструментом є метод – спосіб теоретичного дослідження або практичного втілення певного явища або процесу, який визначає необхідність та місце застосування індукції та дедукції, аналізу та синтезу, порівняння теоретичних та експериментальних досліджень [110, с. 11].

У науковому дослідженні важливу роль відіграють пізнавальні задачі, що виникають при розв'язанні наукових проблем.

Теоретичні задачі спрямовані на виявлення та вивчення причин, зв'язків, залежностей, які дозволяють установити поведінку об'єкта, визначити та вивчити його структуру, характеристику на основі вироблених у науці принципів і методів пізнання, в результаті чого перевіряються факти, формулюються закони, теорії. Теоретичні пізнавальні задачі формулюються таким чином, щоб їх можна було перевірити емпірично.

Емпіричні задачі спрямовані на виявлення, точний опис і ретельне вивчення різноманітних факторів явищ і процесів, що вивчаються. Емпіричні задачі у наукових дослідженнях розв'язуються емпіричними методами пізнання, які не тільки є основою для підтвердження теоретичних засновків, але

і складають предмет нового відкриття, наукового дослідження. До емпіричних методів пізнання відносяться спостереження та експеримент.

Спостереження – це метод пізнання, за якого об'єкт вивчають без втручання у нього, фіксуючи та вимірюючи лише властивості об'єкту, характер його змін.

Експеримент – це найбільш загальний емпіричний метод пізнання, у якому здійснюють не лише спостереження і вимірювання, але і перестановку, змінення об'єкту дослідження, і який дозволяє виявляти вплив одного фактору на інший [110, с. 11-12].

Відповідно до мети науково-дослідної роботи виділяють такі її види:

– фундаментальні дослідження, що спрямовані на створення нових принципів з метою розширити знання суспільства, поглибити розуміння законів природи, розробити нові теорії;

– прикладні дослідження, які базуються на результатах фундаментальних досліджень, спрямовані на створення нових методів для розробки нового обладнання, матеріалів, способів виробництва і організації праці, з метою задовольнити потреби суспільства у розвитку конкретної галузі виробництва;

– розробки, які базуються на результатах прикладних або теоретичних досліджень, метою яких є технічне втілення прикладних або теоретичних досліджень, підготовка матеріалів до впровадження [110, с. 17].

О. А. Шашенкова визначає дослідницьку діяльність як специфічну людську діяльність, що регулюється свідомістю та активністю особистості, спрямовану на задоволення пізнавальних інтелектуальних потреб, продуктом якої є нове знання, одержане у відповідності до поставленої мети та у відповідності до об'єктивних законів та наявних обставин, які визначають реальність і можливість досягнення мети. Визначення конкретних способів та засобів дій, через постановку проблеми, виокремлення об'єкту дослідження, проведення експерименту, опис та пояснення фактів, одержаних у результаті проведення експерименту, створення гіпотези (теорії), передбачення і перевірка одержаного знання визначають специфіку і сутність даної діяльності [338].

Для дослідницької діяльності характерна певна послідовність її здійснення. Для прикладних науково-дослідних робіт І. М. Грушко та В. М. Сиденко виділяють шість етапів процесу виконання досліджень:

1) формулювання теми, на якому відбувається загальне ознайомлення з проблемою, що становить предмет дослідження, попереднє ознайомлення з літературними джерелами, власне формулювання теми та планування дослідження;

2) формулювання мети і завдань дослідження, на якому відбувається опрацювання джерел інформації (літературних джерел), аналіз, порівняння, критика та узагальнення опрацьованої інформації, власне формулювання мети і завдань дослідження;

3) теоретичні дослідження, на якому відбувається вивчення фізичної сутності об'єкту дослідження, формулювання гіпотези, вибір та обґрунтування фізичної моделі та її математизація;

4) експериментальні дослідження, на якому відбувається розробка мети і завдань експерименту, його планування, підготовка та проведення, опрацювання результатів експерименту;

5) аналіз і оформлення наукових досліджень, на якому відбувається загальний аналіз теоретично-експериментальних досліджень, порівняння експерименту з теорією та аналіз розбіжностей між ними, уточнення моделі, експериментальних даних та висновків, перетворення гіпотези на теорію, формулювання остаточних висновків та складання науково-технічного звіту;

6) впровадження, на якому відбувається запровадження результатів дослідження у виробництво.

Автори зазначають, що теоретичні дослідження є найбільш творчим етапом, що вимагає великих витрат розумової праці, а експериментальні дослідження є найбільш трудомістким етапом, на якому потрібні увага, акуратність і терпіння протягом тривалого терміну [110, с. 17-19].

В. І. Дударева та Т. А. Панюкова пропонують виконання студентського дослідження за трьома етапами:

1) підготовчий, що полягає у попередньому виборі теми ґрунтуючись на опрацюванні літератури за темою дослідження, визначенні об'єкту і предмету дослідження, формулюванні гіпотези, цілі і задач дослідження, виборі методів дослідження і конкретної бази для проведення дослідження.

2) дослідницький, що полягає у проведенні теоретичних – розробці вимог до моделі об'єкта, методики аналізу результатів дослідження, побудові моделі об'єкту, її аналізу та складанні звіту за результатами теоретичного моделювання – та практичних досліджень: визначенні вимог до експериментальної установки, її практичній реалізації, проведенні експерименту для підтвердження гіпотези (результатів моделювання), аналізі похибок вимірювань та складанні звіту за результатами експерименту.

3) узагальнювальний, що полягає у формулюванні висновків, складанні списку використаних джерел, оформленні звіту за результатами проведеного дослідження відповідно до нормативних вимог [128, с. 52-53].

Учнівське наукове дослідження, на думку О. Б. Сагакянца, є чітко спланованим, логічно організованим і цілеспрямованим на одержання нового знання процесом, який включає в себе три взаємопов'язані підсистеми: об'єкт і предмет дослідження; дослідника; мову дослідження. Як і більшість інших дослідників, він виокремлює три етапи дослідження, виділяючи у кожному з них логічно взаємопов'язані і взаємообумовлені процеси:

1) етап *попереднього вивчення проблеми*, який включає визначення теми (проблеми) та її конкретизацію, попередню розробку теоретичних засновків, вивчення історії та сучасного стану проблеми, підготовку до дослідження, збирання, відбір та опрацювання даних, розроблення гіпотези;

2) етап *розробки програми і проведення дослідження*, який включає визначення методики дослідження, складання робочої програми (плану), проведення спостережень, експериментів, вимірювань та логічне опрацювання їх результатів, формулювання попередніх висновків і пропозицій;

3) етап *оформлення та впровадження результатів дослідження*, який включає літературний виклад матеріалів дослідження, його перебігу та

результатів, обговорення, консультування, рецензування та оформлення роботи і впровадження її результатів [280, с. 5].

Серед метапредметних результатів основної загальної освіти [227, с. 6-7] до навчально-дослідницьких відносяться:

1) уміння самостійно визначати цілі, ставити і формулювати для себе нові завдання, розвивати мотиви і інтереси своєї пізнавальної діяльності;

2) уміння самостійно планувати шляхи досягнення цілей, в тому числі альтернативні, свідомо обирати найбільш ефективні способи вирішення пізнавальних завдань;

3) уміння співвідносити свої дії з планованими результатами, здійснювати контроль своєї діяльності в процесі досягнення результату, визначати способи дій в рамках запропонованих умов і вимог, коригувати свої дії відповідно до ситуації, що змінюється;

4) уміння оцінювати правильність виконання завдання, власні можливості його розв'язання;

5) володіння основами самоконтролю, самооцінки, прийняття рішень і здійснення усвідомленого вибору в пізнавальній діяльності;

6) уміння визначати поняття, створювати узагальнення, встановлювати аналогії, класифікувати, самостійно вибирати підстави і критерії для класифікації, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, будувати логічні міркування, умовивід (індуктивний, дедуктивний і за аналогією) і робити висновки;

7) уміння створювати, застосовувати і перетворювати знаки і символи, моделі і схеми;

8) уміння організувати співробітництво і спільну діяльність з учителем і однолітками; працювати індивідуально і в групі: знаходити спільне рішення; формулювати, аргументувати і відстоювати власну думку;

9) уміння усвідомлено використовувати засоби комунікації та планування діяльності;

10) формування і розвиток компетентності в галузі використання інформаційно-комунікаційних технологій.

Вивчення природничих дисциплін у основній школі має забезпечити:

- формування цілісної наукової картини світу;
- розуміння ролі природничих наук і наукових досліджень в сучасному світі, постійного процесу еволюції наукового знання, значущості міжнародного наукового співробітництва;
- оволодіння науковим підходом до вирішення різних завдань;
- оволодіння вміннями формулювати гіпотези, конструювати, проводити експерименти, оцінювати отримані результати;
- оволодіння умінням зіставляти експериментальні й теоретичні знання з об'єктивними реаліями життя;
- формування умінь безпечного і ефективного використання лабораторного обладнання, проведення точних вимірювань і адекватної оцінки отриманих результатів, подання науково обґрунтованих аргументів своїх дій, заснованих на міжпредметному аналізі навчальних завдань [227, с. 14].

Результати вивчення хімії у межах природничо-наукової підготовки повинні відображати:

- формування первинних систематизованих уявлень про речовини, їх перетворення і практичне застосування; оволодіння понятійним апаратом і символічною мовою хімії;
- усвідомлення об'єктивної значущості хімічної науки як галузі сучасного природознавства, хімічних перетворень неорганічних і органічних речовин як основи явищ живої і неживої природи; поглиблення уявлень про матеріальну єдність світу;
- оволодіння основами хімічної грамотності: здатність аналізувати і об'єктивно оцінювати життєві ситуації, пов'язані з хімією, навичками безпечного поводження з речовинами, що використовуються у повсякденному житті;

– формування умінь встановлювати зв'язки між хімічними явищами, що спостерігаються реально, та процесами, що відбуваються у мікросвіті, пояснювати причини різноманіття речовин, залежність їх властивостей від складу і будови, а також залежність застосування речовин від їх властивостей;

– придбання досвіду використання різних методів вивчення речовин: спостереження за їх перетвореннями при проведенні хімічних експериментів з використанням лабораторного обладнання та приладів;

– формування уявлень про значення хімічної науки у вирішенні сучасних екологічних проблем, в тому числі в запобіганні техногенних і екологічних катастроф [227, с. 15-16].

Набуті у основній школі загальнопредметні навички навчально-дослідницької діяльності розвиваються у старшій школі у відповідні предметні [50, с. 11].

О. М. Новіков та Д. О. Новіков відзначають, що сучасним способом організації науково-дослідницької діяльності є проектно-технологічний, який полягає у тому, що продуктивна діяльність людини або організації розподіляється на окремі завершені цикли, які називаються проектами. Під проектом автори розуміють цілеспрямоване створення або зміну певної системи, що мають специфічну організацію і обмежені у часі та ресурсах.

У науково-дослідницькому проекті виділяють три основних фази наукової діяльності.

Перша – *проектна фаза*, результатом якої є побудована модель системи, що створюється, та план її реалізації, причому наукова гіпотеза розглядається як модель системи нового наукового знання. Проектна фаза включає 4 основні стадії:

1) концептуальну стадію (виявлення протиріччя, формулювання проблеми, визначення мети дослідження, вибір критеріїв);

2) стадію моделювання (створення гіпотези, уточнення (конкретизація) гіпотези);

3) стадію конструювання дослідження (визначення задач дослідження

(декомпозиція), дослідження умов (ресурсних можливостей), створення програми дослідження);

4) стадію технологічної підготовки дослідження.

Друга – *технологічна фаза*, результатом якої є реалізація системи, тобто перевірка гіпотези. Технологічна фаза включає 2 стадії:

1) теоретичний та емпіричний етапи проведення дослідження;

2) стадію апробації та оформлення результатів.

Третя – *рефлексивна фаза*, результатом якої є оцінка створеної системи нового наукового знання та висновок про необхідність її подальшої корекції або створення нового проекту [225, с. 8-9, с. 106-107].

Г. П. Пустовіт дослідницькою діяльністю учнів називає «діяльність дітей та учнівської молоді, що безпосередньо пов'язана з розв'язанням творчих, дослідницьких завдань, які не мають наперед відомих результатів (у різних галузях науки, техніки, мистецтва) та передбачає етапи характерні для наукового дослідження – визначення проблеми, ознайомлення та опрацювання літературних джерел, формулювання гіпотези дослідження, проведення дослідження, аналіз та узагальнення його результатів, формулювання висновків, впровадження результатів здійсненого дослідження до конкретної (суспільно-корисної, масової або природоохоронної) діяльності учнів» [269, с. 236].

Т. В. Нефьодова під дослідницькою діяльністю учнів розуміє «процес розв'язання творчої задачі, що не має наперед відомого результату, заснований на опануванні особливостей довкілля за допомогою методів наукової роботи, у ході якого відбувається трансляція культурних цінностей» [205, с. 9].

І. В. Єрошкіна визначає дослідницьку діяльність учнів як діяльність, спрямовану на одержання, переробку, зберігання, використання та передачу інформації, необхідної для 1) одержання нового знання; 2) розвитку особистісних характеристик учня, що сприяють продовженню його освіти [130, с. 133]. За першого підходу дослідницька діяльність учнів змістовно є науковим дослідженням (результатом виступає об'єктивно нове знання), за другого –

навчально-науковим дослідженням (результатом виступає як об'єктивно нове знання, так й суб'єктивно нове знання як складова відповідних компетентностей учня). Надалі дослідницьку діяльність учнів, результатом якої є суб'єктивно нове знання, будемо називати навчальним дослідженням (навчально-дослідницькою діяльністю).

Навчально-дослідницька діяльність – це такий вид навчально-пізнавальної роботи творчого характеру, який націлений на пошук, вивчення й пояснення фактів і явищ дійсності з метою набуття й систематизації суб'єктивно нових знань про них [150, с. 8].

У залежності від ступеня самостійності учнів можна виділити такі рівні навчально-дослідницької діяльності:

– репродуктивний рівень (виконання роботи за готовим зразком або алгоритмом) характеризує повна залежність – визначення мети, завдань, формулювання гіпотези, планування і виконання навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності здійснюється учнями тільки під керівництвом учителя;

– реконструктивний рівень (виконання роботи за детальною інструкцією) характеризує часткова залежність – визначення мети та певних завдань здійснюється під керівництвом учителя, а формулювання гіпотези, планування і виконання навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності здійснюється учнями безпосередньо за його допомогою;

– евристичний рівень (виконання роботи за узагальненою інструкцією, основні ключові позиції якої розробляються педагогом самостійно або за участю школярів) характеризує часткова самостійність – визначення мети, завдань, формулювання гіпотези та планування виконання навчально-пізнавальної й дослідницької діяльності здійснюється учнями за розробленим учителем планом;

– дослідницький рівень (самостійне виконання роботи за підтримки учителя) характеризує повна самостійність – навчально-пізнавальна і дослідницька діяльність учнів здійснюється ними з власної ініціативи, мета

якої, завдання, гіпотеза та планування власної діяльності визначаються самими учнями [269, с. 236-237].

Навчально-дослідницька діяльність, що виконується на дослідницькому рівні у позаурочній роботі, надає можливість учням виявити свої творчі здібності. В організації такої діяльності виділяють такі етапи, як мотивація до виконання роботи, вибір напрямку дослідження, постановка завдань дослідження, проведення експерименту, опрацювання його результатів, їх оформлення та подання на науково-практичній конференції [107].

Навчально-дослідницьку діяльність В. І. Андреев [38] розглядає як діяльність учнів (студентів), яка організовується педагогом з використанням переважно дидактичних засобів непрямого і перспективного керування, і направлена на пошук пояснення і доведення закономірних зв'язків і відношень фактів, що спостерігаються експериментально або теоретично аналізуються, в якій домінує самостійне застосування прийомів наукових методів пізнання і в результаті якої учні (студенти) активно оволодівають знаннями, розвивають власні дослідницькі уміння і здібності.

О. Л. Байзулаєва [45, с. 8] визначає навчально-дослідницьку діяльність учнів у профільних класах як навчальну діяльність, спрямовану на оволодіння суб'єктивно новим знанням і найбільш характерними, продуктивними для даної предметної області методами його одержання, що здійснюється у відповідності до логіко-методичних норм наукового пізнання. Таким чином, поняття «розвиток навчально-дослідницької діяльності учнів» визначається нею як процес послідовної зміни її стадій, що характеризується ускладненням способів виконання цієї діяльності, в результаті якого формуються якісні новоутворення особистості.

Н. М. Пільнікова [244, с. 2] оперує поняттям «досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії», що трактується нею як сукупність знань та умінь з хімії, дослідницьких умінь, засвоєних учнями на практиці, необхідних для розв'язування нових задач та набуття нових знань з хімії.

Надалі під *навчально-дослідницькою діяльністю учнів* розумітимемо діяльність, спрямовану на оволодіння суб'єктивно новим знанням і провідними науковими методами його одержання, що здійснюється відповідно до методології наукового дослідження в обраній галузі, та в широкому застосуванні дослідницького підходу в навчанні хімії, зокрема в умовах профільної освіти.

На думку П. С. Белова [48, с. 12-13], експериментальна навчально-дослідницька діяльність учнів складається з чотирьох основних компонентів: інтелектуального, комунікативного, експериментального та контрольного. Забезпечити реалізацію цих компонентів на уроках хімії дозволяють сім взаємопов'язаних складових:

– *змістова*: навчальний матеріал, включений у лабораторні досліди, та індивідуальні завдання до них;

– *організаційна*: визначення вчителем мети, задач, форм, методів, засобів навчання і підготовка їх до заняття;

– *процесуальна*: використання форм, методів і засобів навчання для досягнення мети і поставлених задач;

– *мотиваційна*: умови, необхідні для створення зацікавленості процесом;

– *комунікативна*: розвиток хімічної мови (сукупності хімічної термінології, символіки та номенклатури, правил їх складання, перетворення, інтерпретації та оперування ними [146, с. 11]) через вербальне спілкування (коментування та обговорення лабораторних дослідів);

– *результативна*: досягнення учнями певного рівня компетентностей;

– *технічна*: застосування учнями компетентностей працювати з хімічним обладнанням і реактивами.

Розроблена С. О. Пустовіт методика формування експериментальних умінь з хімії на основі проблемного навчання передбачає поєднання натурального, комп'ютерного та мисленнєвого експерименту, розв'язання якісних хімічних задач та виконання хімічних дослідів за допомогою створення проблемних ситуацій [268, с. 6].

На рис. 1.2 подано класифікацію видів навчально-дослідницької діяльності учнів у профільному навчанні хімії за п'ятьма ознаками:

1) за змістом діяльності: інформаційно-аналітична (пошук, аналіз та опрацювання відомостей), теоретико-синтетична (моделювання), дослідно-експериментальна (хімічний експеримент);

2) за кількістю учасників: індивідуальна, парна та групова;

3) за типом дослідження: переважно теоретична, переважно емпірична та комплексна (комбінована теоретична та емпірична);

4) за витратами часу: короткострокові (менше 35 хвилин), урочні (35-45 хвилин) та довгострокові (до 1 семестру);

5) за формою організації: урочна та позаурочна.

Н. М. Пільнікова наголошує, що для усвідомленого вибору учнями профілю навчання та сприяння здійсненню навчально-дослідницької діяльності з хімії необхідно створити систему елективних курсів з хімії, що охоплювала б і основну і профільну школу. Системотвірним фактором для такої системи є навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії, яка реалізується на трьох етапах:

– пропедевтичному – ознайомлення з навчально-дослідницькою діяльністю з хімії;

– передпрофільному – оволодіння алгоритмом навчально-дослідницької діяльності з хімії;

– профільному – опанування досвіду навчально-дослідницької діяльності з хімії [244, с. 10-11].

Поняття дослідницької компетентності (компетентностей) трактується по-різному. Так, М. С. Головань визначає дослідницьку компетентність як цілісну, інтегративну якість особистості, що поєднує в собі знання, уміння, навички, досвід діяльності дослідника, ціннісні ставлення та особистісні якості і виявляється в готовності і здатності здійснювати дослідницьку діяльність з метою отримання нових знань шляхом застосування методів наукового пізнання, застосування творчого підходу в цілепокладанні, плануванні, аналізі,

прийнятті рішень та оцінці результатів дослідницької діяльності. Причому дослідницька компетентність хоч і є продуктом навчання, але не прямо впливає з нього, а є наслідком саморозвитку особистості того, хто навчається, його особистісного зростання, цілісної самоорганізації і синтезу його пізнавального, діяльнісного і особистісного досвіду [99, с. 197-198].

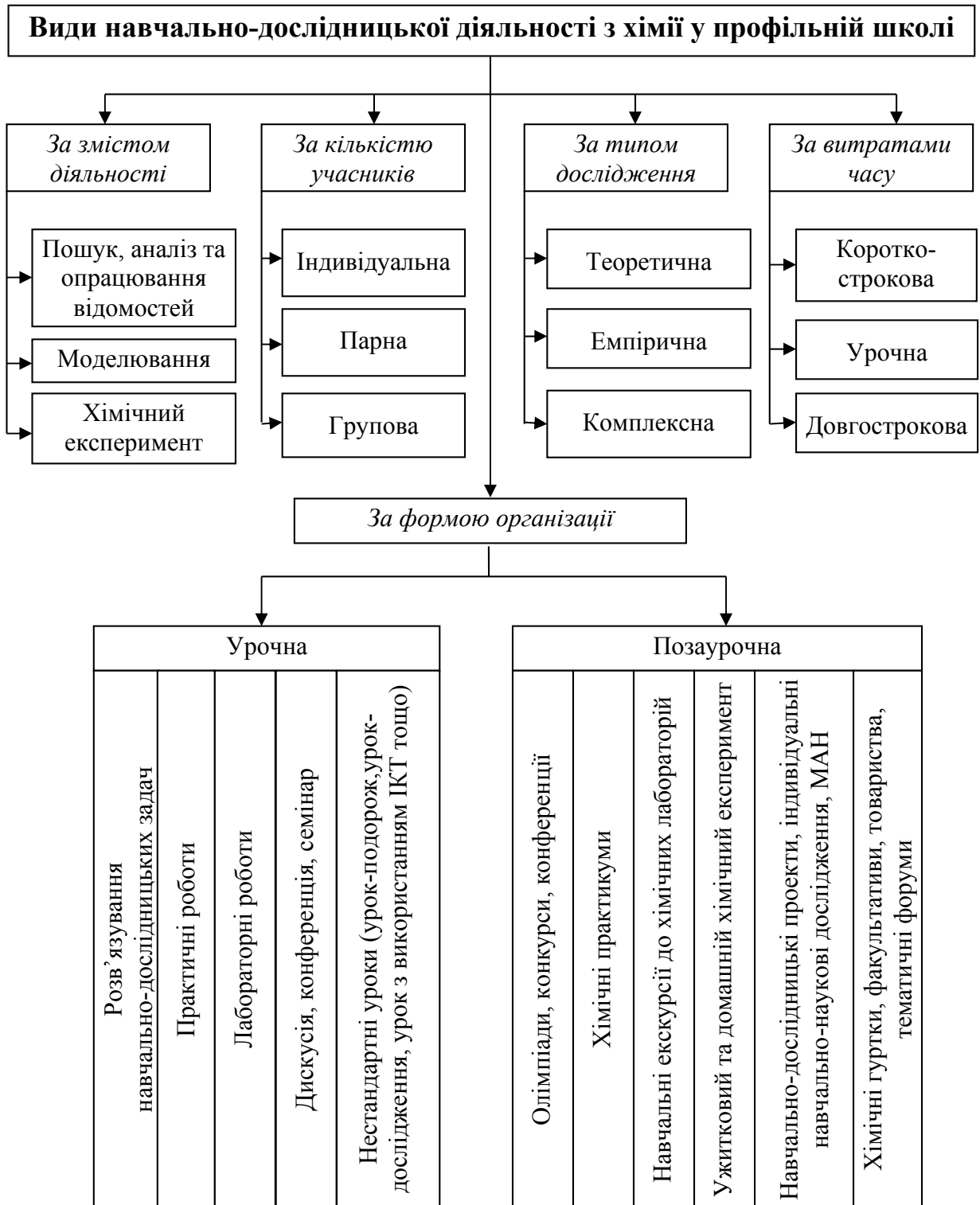


Рис. 1.2. Види навчально-дослідницької діяльності з хімії у профільній школі

О. В. Феськова услід за С. І. Осіповою також визначає дослідницьку компетентність як інтегральну якість особистості, що виражається в усвідомленій готовності і здатності самостійно засвоювати і дотримувати системи нових знань результаті перенесення змістового контексту діяльності від функціонального до перетворювального, базуючись на засвоєній сукупності знань, умінь, навичок і способів діяльності [318].

М. Б. Шашкіна та А. В. Багачук під дослідницькою компетентністю розуміють інтегративну характеристику особистості, яка передбачає володіння методологічними знаннями, технологією дослідницької діяльності, а також визнання їх цінності і готовність до їх використання у професійній діяльності [339, с. 48].

О. А. Ушаков визначає дослідницьку компетентність як інтегральну якість особистості, що виражається у готовності і здатності до самостійного пошуку розв'язку нових проблем і творчому перетворенню дійсності на основі сукупності особистісно-осмислених знань, умінь, навичок, способів діяльності і ціннісних настанов [315].

Н. М. Любчак вказує, що дослідницька компетентність майбутнього вчителя є способом поведінки, способом життя майбутнього фахівця, в якому інтегруються його пізнавальні і творчо-перетворювальні здібності. У самій природі дослідницької компетентності закладений потенціал професійного саморозвитку, професійної кар'єри, причому дослідницька компетентність фахівця виявляється у самовпевненості, самореалізації тощо [181].

Л. В. Бурчак визначає сутність дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії як якості, що проявляється в усвідомленні значущості дослідницької діяльності, володінні методологією наукового дослідження та дослідницькими вміннями [76, с. 8].

Ж. В. Рассказова визначає дослідницьку компетентність як інтегральну характеристику особистості учня, яка проявляється у його усвідомленій готовності і здатності зайняти активну дослідницьку позицію по відношенню

до своєї діяльності і себе як її суб'єкта, самостійно і творчо розв'язувати дослідницькі задачі на основі наявних знань і умінь [272, с. 7-8].

Н. О. Федотова визначає дослідницьку компетентність як інтегральну характеристику особистості учня, що проявляється у його усвідомленій готовності і здатності займатись навчальним дослідженням [317].

К. О. Міндеева трактує дослідницьку компетентність учня як утворену якість особистості, що виражається у оволодінні знаннями, уміннями і способами діяльності для ефективного здійснення дослідницької діяльності і здатності самостійно здобувати нові знання [192, с. 7].

За М. В. Кривою, гносеологічним компонентом дослідницької компетентності є наявність в учня певних знань у галузі дослідження, знання про об'єкт; знання учнів про наукове пізнання, його функції і способи здійснення навчального дослідження; знання учнів про можливі способи пошуку, обробки та використання інформації; знання учнів про можливі способи творчого вирішення проблеми дослідження [162].

Дослідницьку компетентність учнів у профільному навчанні біології С. Е. Генкал описує через володіння біологічними методами дослідження, використання знань на практиці, уміння формулювати цілі, проблему, гіпотезу дослідження, планувати, здійснювати експеримент, аналізувати його результати, робити висновки [94, с. 132].

Дослідницьку компетентність у математиці С. А. Раков визначає через володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач математичними методами [271, с. 35].

Із наведених означень можна виокремити наступні характеристики дослідницької компетентності:

а) *дослідницька компетентність*, як і будь-яка компетентність, є складним особистісним утворенням, яке може бути схарактеризоване через знання та уміння, необхідні для виконання дослідницької діяльності, позитивне ставлення до неї та усвідомлення її значущості незалежно від того, виконується вона особисто або спільно;

б) дослідницька компетентність, будучи інтегральним утворенням, може бути описана на різних рівнях: предметному, міжпредметному та загальнометодологічному;

в) дослідницька компетентність, характеризуючи здатність особистості до виконання дослідницької діяльності, може розглядатися за її видами: від навчально-дослідницької на різних етапах її формування у предметних галузях та науково-дослідницької у науковій галузі;

г) формування дослідницької компетентності нерозривно пов'язане із розвитком загальнонавчальних (академічних) компетентностей, може розглядатися як їх складова та є необхідною умовою для професійного розвитку й самовдосконалення особистості;

д) найвищий рівень сформованості дослідницької компетентності досягається у процесі самостійної творчої дослідницької діяльності.

Виходячи із трактування розвитку навчально-дослідницької діяльності учнів як процесу послідовної зміни її стадій, що характеризується ускладненням способів виконання цієї діяльності, в результаті якого формуються якісні новоутворення особистості [45, с. 8], формування та розвиток яких відбувається у процесі здійснення учнями навчально-дослідницької діяльності – дослідницькі компетентності [72].

Під *дослідницькими компетентностями старшокласників у профільному навчанні хімії* надалі будемо розуміти системну професійно зорієнтовану властивість особистості учня, що поєднує знання, уміння, навички, досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії та позитивне ціннісне ставлення до неї й виявляється в готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загально-наукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів.

Таким чином, структурно дослідницькі компетентності учнів, що формуються та розвиваються у профільному навчанні хімії, можна поділити на три групи.

До *першої групи* відносяться загальнонаукові дослідницькі

компетентності, пов'язані із опануванням універсальних методів дослідження – як теоретичних, так й емпіричних. Цілеспрямоване формування загальнонаукових дослідницьких компетентностей розпочинається із початком систематичного навчання та продовжується у процесі здобування початкової та базової загальної середньої освіти. Вони стосуються, у першу чергу, усвідомлення значення проведення досліджень, загальних прийомів планування і здійснення дослідження, оформлення його результатів тощо.

Хімія як наука, використовує надзвичайно велику кількість методів дослідження. Частина з них є специфічними для цієї науки. Але оскільки наука хімія відноситься до галузі знань «Природознавство», то велика частина її методів дослідження є спільною з іншими науками природничого циклу, тому *другу групу* складають природничо-наукові дослідницькі компетентності, пов'язані із опануванням методів дослідження, спільних для природничих наук – біології, хімії, фізики, географії, астрономії та ін. Формування компетентностей цієї групи розпочинається в початковій школі з предметної природознавчої компетентності – особистісного утворення, що характеризує здатність учня розв'язувати доступні соціально і особистісно значущі практичні та пізнавальні проблемні задачі, пов'язані з реальними об'єктами природи у сфері відносин «людина – природа» [257]. Розвиток природничо-наукових дослідницьких компетентностей відбувається у процесі здобування базової загальної середньої освіти та повної загальної середньої освіти.

Подальший розвиток дослідницьких компетентностей полягає в опануванні учнями специфічних методів проведення досліджень, характерних для окремих наук. Тому до *третьої групи* відносяться хімічні дослідницькі компетентності, пов'язані із опануванням спеціальних хімічних методів дослідження. Так, у навчальній програмі з хімії для 7-9 класів зазначено, що «навчання хімії у школі спрямовується на розвиток засобами предмета особистості учнів, ... творчих здібностей, дослідницьких навичок» [326, с. 1].

Формування і розвиток хімічних компетенцій відбувається виключно у процесі здобування повної загальної середньої освіти (за умови навчання за

відповідним профілем) на основі раніше сформованих загальнонаукових та природничо-наукових дослідницьких компетентностей. Подальшого свого розвитку вони набувають у процесі здобуття вищої освіти за відповідною спеціальністю, а недостатній рівень їх сформованості суттєво ускладнює формування професійних компетентностей майбутніх фахівців: саме у профільному навчанні хімії відбувається цілеспрямоване формування дослідницьких компетентностей, необхідних для подальшої професійної підготовки у ВНЗ.

Із метою змістового наповнення виділених груп дослідницьких компетентностей за результатами опрацювання джерел із проблеми дослідження, узагальнення власного досвіду та досвіду викладачів і вчителів, які цілеспрямовано займаються формуванням і розвитком дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії, було відібрано початковий набір дослідницьких компетентностей, до складу якого увійшли:

- а) 17 загальнонаукових дослідницьких компетентностей:
 - здатність формулювати гіпотезу дослідження;
 - здатність планувати шляхи перевірки гіпотези;
 - здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження;
 - здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень;
 - здатність конкретизувати проблеми, які потребують розв'язання у процесі дослідження;
 - здатність скласти характеристику об'єкта або явища відповідно до плану;
 - здатність здійснювати класифікацію об'єктів і явищ за певною ознакою (ознаками);
 - здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження;
 - здатність оперувати науковими термінами, опанувати (специфічну) наукову термінологію;

- здатність до критичного мислення;
 - здатність дотримуватись інструкцій при проведенні дослідження;
 - здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження;
 - здатність формулювати висновки;
 - здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію;
 - здатність прогнозувати і оцінювати практичну значущість результатів дослідження;
 - здатність висловлювати судження про роль теорії в системі наукових знань;
 - здатність до спільної роботи у процесі дослідження;
- б) 16 природничо-наукових дослідницьких компетентностей:
- сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології;
 - сформованість уявлень про історичний характер становлення знань з природничих дисциплін;
 - здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між природними явищами та закономірностями, що є предметом вивчення природничих наук;
 - здатність вести спостереження за предметами і явищами неживої природи та їх змінами, за організмами, їх поведінкою; виділяти їх найбільш суттєві риси, робити з цього висновки;
 - здатність планувати експеримент;
 - здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту;
 - здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів;
 - здатність аналізувати результати експерименту, оформлювати їх у вигляді таблиць і графіків;
 - здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту;

– здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження;

– здатність пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання у побуті;

– здатність застосовувати знання для охорони природи;

– сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи;

– здатність виявляти біотичні та абіотичні зв'язки в природі, застосовувати знання про екосистеми у господарській діяльності та охороні природи;

– здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи;

– здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації;

в) 24 хімічні дослідницькі компетентності:

– здатність відрізнити хімічні явища природи від інших;

– здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд;

– здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту;

– здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів;

– здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо;

– здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою;

– здатність класифікувати хімічні реакції за різними ознаками і розрізняти їх;

– здатність розрізняти представників основних класів хімічних сполук за хімічними формулами та властивостями;

- здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції;
- здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями;
- здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків;
- здатність характеризувати значення хімії в житті суспільства, збереженні довкілля, здоров'я людей;
- здатність оцінювати значення хімічних знань як складової загальної культури людини;
- здатність обґрунтовувати роль хімії у дослідженні будови речовин та механізмів перебігу хімічних процесів;
- здатність складати та інтерпретувати електронні та графічно-електронні формули атомів елементів;
- здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин;
- здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей;
- здатність обґрунтовувати застосування речовин їхніми властивостями;
- здатність обґрунтовувати закономірності змін основних характеристик атомів у періодичній системі та їх вплив на властивості хімічних елементів;
- здатність висловлювати судження про діалектичну роль хімії (її користь і шкоду) в житті суспільства;
- здатність оцінювати значення хімії у розв'язанні глобальних проблем людства; у розумінні природничо-наукової картини світу;
- здатність обґрунтувати місце хімії поміж наук про природу;
- здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії;
- здатність усвідомлювати значення експерименту і теорії у вивченні речовин.

У додатку А наведено текст анкети, спрямованої на виявлення найбільш значущих дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному

навчанні хімії. Анкету було поширено у бланковій формі та електронній через форми Google (посилання – <https://goo.gl/zp2LYW>). У анкетуванні взяли участь 90 респондентів, більшість із яких (68,9 %) – учителі хімії (експертна група 1). Другу групу респондентів (31,1 %) склали науково-педагогічні працівники ВНЗ та наукові співробітники педагогічних НДІ (експертна група 2).

За досвідом роботи респонденти розподілились у такий спосіб: зі стажем менше 5 років – 12,2 %, стаж від 5 до 10 років у 21,1 % респондентів, від 11 до 20 років – у 24,4 %, від 21 до 30 років – у 15,6 %, від 31 до 40 років – у 23,3 %, більше 40 років – у 3,3 %.

Оцінювання кожної із 57 запропонованих компетентностей виконувалось за шкалою від 1 («незначуща») до 5 («надзвичайно вагома»). Результати оцінювання, подані у табл. 1.3, розподілені у такий спосіб:

1) стовпець «Загальна оцінка» містить середню оцінку компетентності як відношення суми всіх оцінок до їх кількості:

$$x_{\text{сеп}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i ,$$

де $x_{\text{сеп}}$ – середня оцінка компетентності, n – кількість оцінок, x_i – оцінка експерта;

2) стовпець «Оцінка експертної групи 1» містить середню оцінку компетентності вчителями хімії

$$x_{\text{сеп.уч.}} = \frac{1}{n_{\text{уч.}}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{уч.}}} x_i ,$$

де $x_{\text{сеп.уч.}}$ – середня оцінка компетентності респондентами першої експертної групи, $n_{\text{уч.}}$ – кількість експертних оцінок компетентності експертами першої групи, x_i – оцінка експерта 1 групи;

3) стовпець «Оцінка експертної групи 2» містить середню оцінку компетентності науково-педагогічними працівниками ВНЗ та науковими співробітниками педагогічних НДІ

$$x_{\text{сер.наук.}} = \frac{1}{n_{\text{уч.}}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{наук.}}} x_i,$$

де $x_{\text{сер.наук.}}$ – середня оцінка компетентності респондентами другої експертної групи, $n_{\text{наук.}}$ – кількість експертних оцінок компетентності експертами другої групи, x_i – оцінка експерта 2 групи;

4) стовпець «Абсолютне відхилення» містить модуль різниці оцінки однієї й тієї ж компетентності представниками двох експертних груп

$$\Delta x_{\text{абс}} = |x_{\text{сер.уч.}} - x_{\text{сер.наук.}}|,$$

де $\Delta x_{\text{абс}}$ – абсолютне відхилення у середній оцінці компетентності експертами першої та другої груп;

5) стовпець «Відносне відхилення» містить приведене відносне відхилення як відношення абсолютного відхилення до довжини шкали оцінювання компетентності (5–1=4):

$$\Delta x_{\text{відн.}} = \frac{\Delta x_{\text{абс.}}}{4} \cdot 100\%,$$

де $\Delta x_{\text{відн.}}$ – відносне відхилення у середній оцінці компетентності експертами першої та другої груп.

Уведення останнього стовпця надало можливість виконати відбір тих дослідницьких компетентностей, для яких оцінка обох експертних груп є узгодженою в межах 5 %. Для кожної із виокремлених компетентностей був визначений їх внесок у сформованість відповідної групи компетентностей (табл. 1.4) як відношення середньої оцінки певної компетентності до загальної суми оцінок виокремлених компетентностей.

Таблиця 1.3

Результати експертного оцінювання значущості окремих дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Компетентність	Загальна оцінка	Оцінка експертної групи 1	Оцінка експертної групи 2	Абсолютне відхилення	Відносне відхилення
<i>загальнонаукові дослідницькі компетентності</i>					
Здатність формулювати гіпотезу дослідження	4,37	4,34	4,43	0,09	2,25 %
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	4,31	4,26	4,43	0,17	4,25 %
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	4,39	4,44	4,29	0,15	3,75 %
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	3,97	3,97	3,96	0,01	0,25 %
Здатність конкретизувати проблеми, які потребують розв'язання у процесі дослідження	4,35	4,26	4,56	0,30	7,50 %
Здатність складати характеристику об'єкта або явища відповідно до плану	4,26	4,32	4,11	0,21	5,25 %
Здатність здійснювати класифікацію об'єктів і явищ за певною ознакою (ознаками)	4,39	4,48	4,18	0,30	7,50 %
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	4,43	4,45	4,39	0,06	1,50 %
Здатність оперувати науковими термінами, опанувати (специфічну) наукову термінологію	4,31	4,39	4,14	0,25	6,25 %
Здатність до критичного мислення	4,46	4,40	4,57	0,17	4,25 %
Здатність дотримуватись інструкцій при проведенні дослідження	4,40	4,55	4,07	0,48	12,00 %
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	4,61	4,63	4,57	0,06	1,50 %
Здатність формулювати висновки	4,72	4,74	4,68	0,06	1,50 %
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	4,54	4,58	4,44	0,14	3,5 %
Здатність прогнозувати і оцінювати практичну значущість результатів дослідження	4,33	4,41	4,14	0,27	6,75 %
Здатність висловлювати судження про роль теорії в системі наукових знань	3,94	4,13	3,54	0,59	14,75 %
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	4,19	4,24	4,07	0,17	4,25 %
<i>природничо-наукові дослідницькі компетентності</i>					
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	3,67	3,66	3,70	0,04	1,00 %
Сформованість уявлень про історичний характер становлення знань з природничих дисциплін	3,46	3,61	3,11	0,50	12,50 %

Компетентність	Загальна оцінка	Оцінка експертної групи 1	Оцінка експертної групи 2	Абсолютне відхилення	Відносне відхилення
Здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між природними явищами та закономірностями, що є предметом вивчення природничих наук	4,46	4,57	4,21	0,36	9,00 %
Здатність вести спостереження за предметами і явищами неживої природи та їх змінами, за організмами, їх поведінкою; виділяти їх найбільш суттєві риси, робити з цього висновки	4,48	4,61	4,21	0,40	10,00 %
Здатність планувати експеримент	4,53	4,53	4,54	0,01	0,25 %
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	4,52	4,48	4,61	0,13	3,25 %
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	4,39	4,39	4,39	0,00	0,00 %
Здатність аналізувати результати експерименту, оформлювати їх у вигляді таблиць і графіків	4,46	4,39	4,63	0,24	6,00 %
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	4,80	4,84	4,71	0,13	3,25 %
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	4,36	4,39	4,29	0,10	2,50 %
Здатність пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання у побуті	4,51	4,61	4,30	0,31	7,75 %
Здатність застосовувати знання для охорони природи	4,48	4,66	4,07	0,59	14,75 %
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	4,31	4,37	4,19	0,18	4,50 %
Здатність виявляти біотичні та абіотичні зв'язки в природі, застосовувати знання про екосистеми у господарській діяльності та охороні природи	4,04	4,22	3,62	0,60	15,00 %
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	4,10	4,12	4,07	0,05	1,25 %
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	4,20	4,26	4,07	0,19	4,75 %
<i>хімічні дослідницькі компетентності</i>					
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	4,51	4,56	4,39	0,17	4,25 %
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	4,65	4,61	4,74	0,13	3,25 %
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	4,57	4,53	4,64	0,11	2,75 %
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	4,63	4,63	4,64	0,01	0,25 %

Компетентність	Загальна оцінка	Оцінка експертної групи 1	Оцінка експертної групи 2	Абсолютне відхилення	Відносне відхилення
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	4,77	4,77	4,75	0,02	0,50 %
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	4,70	4,77	4,57	0,20	5,00 %
Здатність класифікувати хімічні реакції за різними ознаками і розрізняти їх	4,70	4,78	4,54	0,24	6,00 %
Здатність розрізняти представників основних класів хімічних сполук за хімічними формулами та властивостями	4,73	4,80	4,57	0,23	5,75 %
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	4,66	4,65	4,68	0,03	0,75 %
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	4,67	4,72	4,57	0,15	3,75 %
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	4,70	4,70	4,70	0,00	0,00 %
Здатність характеризувати значення хімії в житті суспільства, збереженні довкілля, здоров'я людей	4,41	4,57	4,04	0,53	13,25 %
Здатність оцінювати значення хімічних знань як складової загальної культури людини	4,20	4,37	3,81	0,56	14,00 %
Здатність обґрунтовувати роль хімії у дослідженні будови речовин та механізмів перебігу хімічних процесів	4,31	4,40	4,11	0,29	7,25 %
Здатність складати та інтерпретувати електронні та графічно-електронні формули атомів елементів	4,28	4,35	4,11	0,24	6,00 %
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	4,53	4,59	4,39	0,20	5,00 %
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	4,58	4,63	4,46	0,17	4,25 %
Здатність обґрунтовувати застосування речовин їхніми властивостями	4,57	4,69	4,30	0,39	9,75 %
Здатність обґрунтовувати закономірності змін основних характеристик атомів у періодичній системі та їх вплив на властивості хімічних елементів	4,45	4,55	4,25	0,30	7,50 %
Здатність висловлювати судження про діалектичну роль хімії (її користь і шкоду) в житті суспільства	4,21	4,38	3,86	0,52	13,00 %
Здатність оцінювати значення хімії у розв'язанні глобальних проблем людства; у розумінні природничо-наукової картини світу	4,27	4,45	3,89	0,56	14,00 %
Здатність обґрунтувати місце хімії поміж наук про природу	4,20	4,35	3,86	0,49	12,25 %
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	4,58	4,56	4,64	0,08	2,00 %
Здатність усвідомлювати значення експерименту і теорії у вивченні речовин	4,47	4,55	4,29	0,26	6,50 %

Таблиця 1.4

Внесок компетентностей у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Шифр	Компетентність	Оцінка	Внесок р
<i>Загальнонаукові дослідницькі компетентності</i>		43,98	31,77 %
ЗДК-01	Здатність формулювати гіпотезу дослідження	4,37	3,36 %
ЗДК-02	Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	4,31	3,11 %
ЗДК-03	Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	4,39	3,17 %
ЗДК-04	Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	3,97	3,05 %
ЗДК-05	Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	4,43	3,41 %
ЗДК-06	Здатність до критичного мислення	4,46	3,22 %
ЗДК-07	Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	4,61	3,55 %
ЗДК-08	Здатність формулювати висновки	4,72	3,63 %
ЗДК-09	Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	4,54	3,49 %
ЗДК-10	Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	4,19	3,28 %
<i>Природничо-наукові дослідницькі компетентності</i>		38,89	28,09 %
ПДК-01	Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	3,67	2,82 %
ПДК-02	Здатність планувати експеримент	4,53	3,48 %
ПДК-03	Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	4,52	3,48 %
ПДК-04	Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	4,39	3,38 %
ПДК-05	Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	4,80	3,47 %
ПДК-06	Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	4,36	3,35 %
ПДК-07	Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	4,31	3,31 %
ПДК-08	Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	4,10	3,16 %
ПДК-09	Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	4,20	3,04 %
<i>Хімічні дослідницькі компетентності</i>		55,56	40,14 %
ХДК-01	Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	4,51	3,26 %
ХДК-02	Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	4,65	3,36 %
ХДК-03	Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	4,57	3,30 %
ХДК-04	Здатність скласти і використовувати прилади для виконання дослідів	4,63	3,35 %
ХДК-05	Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання,	4,77	3,44 %

Шифр	Компетентність	Оцінка	Внесок <i>p</i>
	охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо		
ХДК-06	Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	4,70	3,40 %
ХДК-07	Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	4,66	3,37 %
ХДК-08	Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	4,67	3,37 %
ХДК-09	Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	4,70	3,40 %
ХДК-10	Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	4,53	3,27 %
ХДК-11	Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	4,58	3,31 %
ХДК-12	Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	4,58	3,31 %
	Разом	138,43	100,00 %

На рис. 1.3 представлено внесок кожної групи компетентностей у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Відповідно до результатів проведеного експертного відбору дослідницьких компетентностей, найбільша їх частка відноситься до хімічних дослідницьких, а найменша – до природничо-наукових.



Рис. 1.3. Внесок груп компетентностей у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

На рис. 1.4, 1.5 та 1.6 подано розподіл за значущістю загальнонаукових, природничо-наукових та хімічних дослідницьких компетентностей.



Рис. 1.4. Розподіл загальнонаукових дослідницьких компетентностей за значущістю

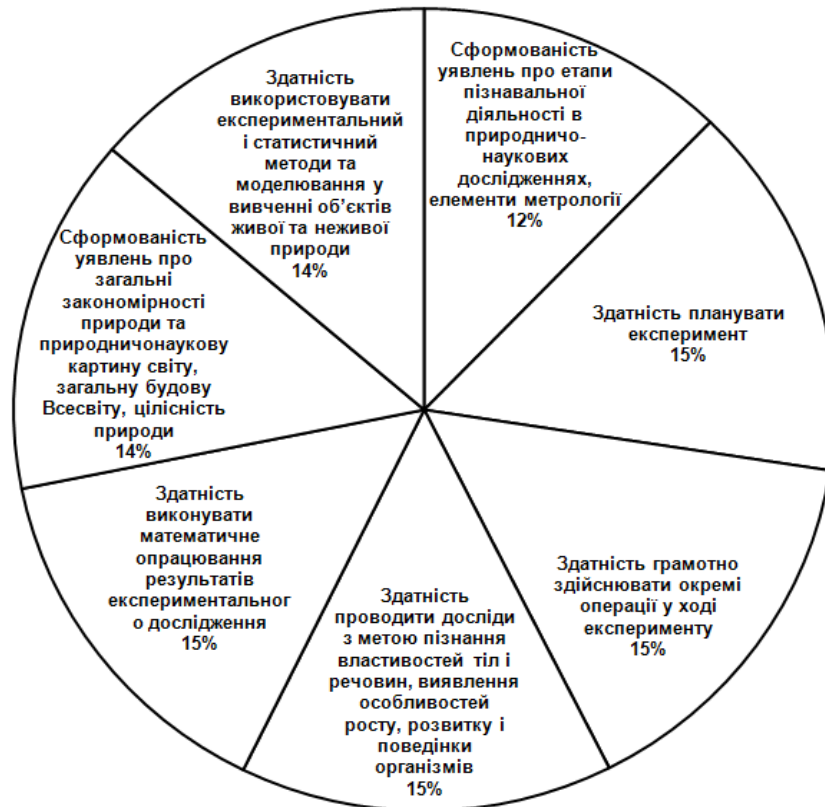


Рис. 1.5. Розподіл природничо-наукових дослідницьких компетентностей за значущістю



Рис. 1.6. Розподіл хімічних дослідницьких компетентностей за значущістю

Слід зазначити, що експерти використали увесь набір можливих балів – оцінки «4» та «5» зустрічались частіше за інших, але були присутні також і оцінки «3», «2» та «1».

Основним критерієм відбору дослідницьких компетентностей була узгодженість думок обох груп експертів щодо їх важливості у профільному навчанні хімії. При цьому середні оцінки деяких компетентностей з високим ступенем узгодженості можуть суттєво різнитися, що зумовлює нерівнозначний внесок відповідних компетентностей у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

У цілому перша група експертів оцінювала запропоновані дослідницькі компетентності більш високо, ніж друга група. 44 компетентності із 57 були оцінені експертами першої групи вище, ніж експертами другої:

- загальнонаукові – 12 із 17 (7 із 10 узгоджених);
- природничо-наукові – 13 із 16 (6 із 9 узгоджених);
- хімічні – 19 із 24 (7 із 12 узгоджених).

Для обох груп експертів відмічається приблизно однакова тенденція у оцінюванні різних груп компетентностей. Відмічається незначне збільшення частки більш високих оцінок компетентностей експертами першої групи при переході від загальнонаукових компетентностей (70,6 %) до хімічних (79,2 %), що може свідчити про більшу значущість хімічних дослідницьких компетентностей для вчителів, а загальнонаукових – для викладачів ВНЗ.

Найбільш значні відхилення (оцінка експертів першої групи більш ніж на 10 % вище оцінки експертів другої групи) спостерігались стосовно таких компетентностей:

- здатність дотримуватись інструкцій при проведенні дослідження;
- здатність висловлювати судження про роль теорії в системі наукових знань;
- сформованість уявлень про історичний характер становлення знань з природничих дисциплін;
- здатність застосовувати знання для охорони природи;
- здатність виявляти біотичні та абіотичні зв'язки в природі, застосовувати знання про екосистеми у господарській діяльності та охороні природи;
- здатність характеризувати значення хімії в житті суспільства, збереженні довкілля, здоров'я людей;
- здатність оцінювати значення хімічних знань як складової загальної культури людини;
- здатність висловлювати судження про діалектичну роль хімії (її користь і шкоду) в житті суспільства;
- здатність оцінювати значення хімії у розв'язанні глобальних проблем людства; у розумінні природничо-наукової картини світу.

Серед компетентностей, що мали велике відхилення у оцінюванні різними групами експертів, але вважались більш важливими з точки зору експертів саме другої групи можна відмітити:

– здатність конкретизувати проблеми, які потребують розв’язання у процесі дослідження;

– здатність аналізувати результати експерименту, оформлювати їх у вигляді таблиць і графіків.

Зв’язки між дослідницькими компетентностями у таблиці 1.5 відображені у такий спосіб: «0» – зв’язок відсутній, «1» – зв’язок присутній. Для компетентностей, розташованих у рядках таблиці, «0» означає, що ці компетентності не є необхідними для формування компетентностей, розташованих у стовпцях, а «1» означає, що ці компетентності є необхідними для формування компетентностей, розташованих у стовпцях. Аналогічно для компетентностей, розташованих у стовпцях таблиці, «0» означає, що ці компетентності не є необхідними для формування компетентностей, розташованих у рядках, а «1» означає, що ці компетентності є необхідними для формування компетентностей, розташованих у рядках.

У таблиці 1.5 напівжирним шрифтом виділені комірки, що характеризують зв’язки між компетентностями однієї групи, а курсивом – зв’язки природничо-наукових дослідницьких компетентностей.

Встановлені зв’язки надають можливість стверджувати, що побудовано *систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії*. Графічне подання побудованої системи наведено на рис. 1.7.

У системі наявні такі типи зв’язків: односторонні та двосторонні. Для кожної компетентності на рис. 1.7 односторонні зв’язки показуються двома типами стрілок:

1) стрілки, що виходять з кола, вказують, що дана компетентність є необхідною для формування компетентностей, пов’язаних із нею стрілкою;

2) стрілки, що входять у коло, вказують, що для формування даної компетентності є необхідними компетентності, пов’язаних із нею стрілкою.

Найпоширенішими у системі є двосторонні зв’язки, які вказують на взаємозалежність компетентностей у процесі їх формування.

Дані таблиці 1.5 надають можливість виокремити кількість та характер зв'язків між окремими компетентностями системи. Результати такого опрацювання даних подані у таблиці 1.6.

Таблиця 1.5

**Матриця зв'язків дослідницьких компетентностей старшокласників
у профільному навчанні хімії**

	ЗДК-01	ЗДК-02	ЗДК-03	ЗДК-04	ЗДК-05	ЗДК-06	ЗДК-07	ЗДК-08	ЗДК-09	ЗДК-10	ПДК-01	ПДК-02	ПДК-03	ПДК-04	ПДК-05	ПДК-06	ПДК-07	ПДК-08	ПДК-09	ХДК-01	ХДК-02	ХДК-03	ХДК-04	ХДК-05	ХДК-06	ХДК-07	ХДК-08	ХДК-09	ХДК-10	ХДК-11	ХДК-12
ЗДК-01	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
ЗДК-02	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ЗДК-03	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ЗДК-04	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ЗДК-05	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ЗДК-06	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ЗДК-07	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ЗДК-08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
ЗДК-09	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ЗДК-10	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ПДК-01	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ПДК-02	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
ПДК-03	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
ПДК-04	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
ПДК-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
ПДК-06	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ПДК-07	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ПДК-08	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
ПДК-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ХДК-01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
ХДК-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
ХДК-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
ХДК-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
ХДК-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
ХДК-06	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ХДК-07	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ХДК-08	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ХДК-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
ХДК-10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ХДК-11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ХДК-12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0

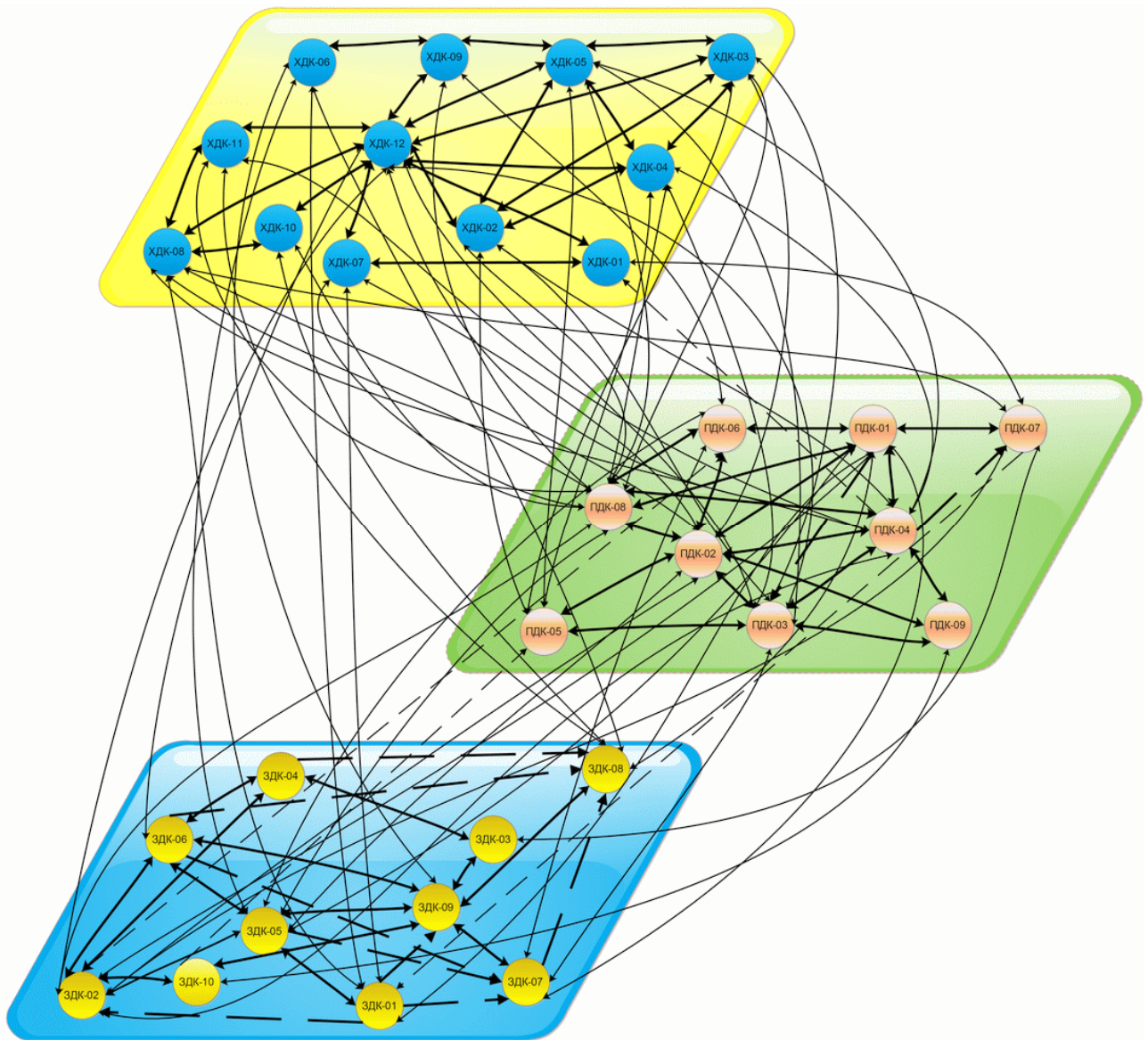


Рис. 1.7. Система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Слід зазначити, що кожна з груп компетентностей має у своєму складі компетентності, які мають найбільше зв'язків $n_{зв}$ з іншими компетентностями і, таким чином, є ключовими для формування усієї системи в цілому. Так, 10 та більше зв'язків мають такі компетентності:

- здатність планувати шляхи перевірки гіпотези (ЗДК-02, $n_{зв} = 12$);
- здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05, $n_{зв} = 11$);

**Взаємозв'язки дослідницьких компетентностей старшокласників
у профільному навчанні хімії**

Шифр компетентності	Кількість компетентностей, для формування яких є необхідною дана компетентність ----->	Кількість компетентностей, які є необхідними для формування даної компетентності ←-----	Кількість компетентностей, формування яких взаємообумовлене з формуванням даної компетентності ←----->	Загальна кількість зв'язків
ЗДК-01	3	1	5	9
ЗДК-02	2	1	9	12
ЗДК-03	0	0	3	3
ЗДК-04	1	0	3	4
ЗДК-05	1	1	9	11
ЗДК-06	3	0	4	7
ЗДК-07	1	4	4	9
ЗДК-08	0	4	5	9
ЗДК-09	0	1	7	8
ЗДК-10	1	0	3	4
ПДК-01	1	0	10	11
ПДК-02	0	0	13	13
ПДК-03	0	1	10	11
ПДК-04	3	0	12	15
ПДК-05	0	1	6	7
ПДК-06	0	1	6	7
ПДК-07	2	1	4	7
ПДК-08	0	0	15	15
ПДК-09	0	0	4	4
ХДК-01	2	2	2	6
ХДК-02	0	0	8	8
ХДК-03	0	0	8	8
ХДК-04	0	0	8	8
ХДК-05	0	1	9	10
ХДК-06	0	0	5	5
ХДК-07	0	0	5	5
ХДК-08	0	0	8	8
ХДК-09	0	0	5	5
ХДК-10	0	0	4	4
ХДК-11	0	0	5	5
ХДК-12	1	2	13	16

– сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничонаукових дослідженнях, елементи метрології (ПДК-01, $n_{зв} = 11$);

– здатність планувати експеримент (ПДК-02, $n_{зв} = 13$);

– здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту (ПДК-03, $n_{зв} = 11$);

– здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів (ПДК-04, $n_{зв} = 15$);

– здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи (ПДК-08, $n_{зв} = 15$);

– здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо (ХДК-05, $n_{зв} = 10$);

– здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії (ХДК-12, $n_{зв} = 16$).

Менш ніж 5 зв'язків з іншими мають відносно ізольовані компетентності:

– здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження (ЗДК-03, $n_{зв} = 3$);

– здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень (ЗДК-04, $n_{зв} = 4$);

– здатність до спільної роботи у процесі дослідження (ЗДК-10, $n_{зв} = 4$);

– здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації (ПДК-09, $n_{зв} = 4$);

– здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин (ХДК-10, $n_{зв} = 4$).

Беручи до уваги результати експертного оцінювання (див. табл. 1.3 та 1.4) можна відзначити, що компетентності, які за даними табл. 1.6 є ключовими для формування системи, переважно отримували від експертів вищу оцінку їх значущості та, як наслідок, мали більший внесок до системи компетентностей, ніж ті, що мали низьку кількість взаємозв'язків з іншими компетентностями (виключеннями є ПДК-01 та ХДК-10). Також більшість компетентностей, що мають велику кількість зв'язків з іншими компетентностями, мали кращу

узгоджуваність у оцінюванні групами експертів, ніж ті, які мають низьку кількість взаємозв'язків (виключеннями є ЗДК-02, ЗДК-04 та ПДК-03).

Для групи загальнонаукових дослідницьких компетентностей інтегруючою є «здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію» (ЗДК-09), що має 7 зв'язків з компетентностями своєї групи, шість з яких є двосторонніми.

Для групи природничо-наукових дослідницьких компетентностей інтегруючою є «здатність планувати експеримент» (ПДК-02), що має 7 взаємозв'язків з компетентностями своєї групи.

Для групи хімічних дослідницьких компетентностей інтегруючою є «здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії» (ХДК-12), що має 9 взаємозв'язків з компетентностями своєї групи.

Найбільша кількість компетентностей, що є необхідними для формування інших дослідницьких компетентностей, належить до групи загальнонаукових компетентностей, зокрема ЗДК-01 та ЗДК-06, а найменша їх кількість міститься у групі хімічних компетентностей (ХДК-01 та ХДК-12).

Найбільша кількість компетентностей, формування яких є залежним від формування інших дослідницьких компетентностей, належить до групи загальнонаукових компетентностей, зокрема ЗДК-07 та ЗДК-08, а найменша їх кількість міститься у групі природничо-наукових компетентностей.

Таким чином, наближено оцінити цілісність та системність сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії можна шляхом оцінювання виокремлених інтегральних компетентностей.

Висновки до розділу 1

1. Сучасні тенденції розвитку системи освіти, відображаючи інтенсифікацію розвитку усіх сфер науки та встановлення нових суспільних вимог до особистості, полягають у формуванні у тих, хто навчається, умінь самостійної і безперервної самоосвіти. Профільне навчання спрямоване на набуття старшокласниками навичок самостійної науково-практичної, дослідницько-пошукової діяльності, розвиток їхніх інтелектуальних, психічних, творчих, моральних, фізичних, соціальних якостей, прагнення до саморозвитку та самоосвіти. За рахунок змін у структурі, змісті й організації освітнього процесу профільне навчання надає змогу повніше враховувати інтереси, нахили і здібності учнів, їх можливості, створювати умови для навчання старшокласників відповідно до їхніх освітніх і професійних інтересів і намірів щодо соціального і професійного самовизначення.

Однією з головних особливостей шкільного курсу хімії є переважання принципу єдності теорії та практики, дослідницького підходу в навчанні та принципу диференціації, що знайшло своє відображення у широкому застосуванні дослідницького підходу у навчанні хімії. Профільне навчання хімії забезпечує можливості учнів поглиблювати власні теоретичні знання та удосконалювати практичні навички з хімії, здійснювати індивідуальні та групові навчальні дослідження і тому є оптимальною формою навчання для формування та розвитку дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії – системної професійно зорієнтованої властивості особистості учня, що поєднує знання, уміння, навички, досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії та позитивне ціннісне ставлення до неї й виявляється в готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загально-наукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів.

Проведений аналіз наукових праць з проблеми формування дослідницьких компетентностей учнів надає можливість стверджувати, що

головною рушійною силою у формуванні та розвитку дослідницьких компетентностей учнів з хімії є навчально-дослідницька діяльність учнів, спрямована на оволодіння суб'єктивно новим знанням і провідними науковими методами його одержання, що здійснюється відповідно до методології наукового дослідження в обраній галузі, та в широкому застосуванні дослідницького підходу в навчанні хімії, зокрема в умовах профільної освіти.

Формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії вимагає застосування різних видів навчально-дослідницької діяльності, які можна класифікувати за змістом діяльності (пошук, аналіз та опрацювання відомостей; моделювання; хімічний експеримент), за кількістю учасників (індивідуальна; парна; групова), за типом дослідження (теоретична; емпірична; комплексна), за витратами часу (короткострокова; урочна; довгострокова) та за формою організації (урочна; позаурочна). Показано, що провідними урочними формами організації навчально-дослідницької діяльності у профільному навчанні хімії, застосування яких сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів на високому рівні, є розв'язання навчально-дослідницьких задач та лабораторні роботи, а провідними позаурочними формами – хімічні практикуми, навчально-дослідницькі проекти, індивідуальні навчально-наукові дослідження, ужитковий та домашній хімічний експеримент, реалізація яких доцільна на шкільних факультативах та у позашкільних наукових гуртках Малої академії наук України.

2. Виходячи із того, що дослідницькі компетентності старшокласників у профільному навчанні хімії виявляються у готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загальнонаукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів, структурно дослідницькі компетентності були розподілені на три групи:

– загальнонаукові, пов'язані із опануванням універсальних методів дослідження, що необхідні для здійснення дослідницької діяльності у будь-якій науковій дисципліні;

– природничо-наукові, пов'язані із дослідженням реальних природних об'єктів та взаємозв'язків між ними, і необхідні для здійснення дослідницької діяльності у сфері природничих наук;

– хімічні, пов'язані із опануванням спеціальних хімічних методів дослідження, що необхідні для здійснення дослідницької діяльності у галузях наук, пов'язаних із хімією.

Відповідно до результатів експертного оцінювання була спроектована система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, що складається із 31 компетентності: 10 загальнонаукових, 9 природничо-наукових та 12 хімічних, внесок яких у сформованість системи становить 31,77 %, 28,09 % та 40,14 % відповідно.

У побудованій системі дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії були виділені компетентності, що мають найбільше зв'язків з іншими компетентностями і, таким чином, є ключовими для формування усієї системи дослідницьких компетентностей у цілому:

- здатність планувати шляхи перевірки гіпотези;
- здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження;
- сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології;
- здатність планувати експеримент;
- здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту;
- здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів;
- здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи;
- здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо;
- здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії.

Методи і засоби навчання хімії на профільному рівні мають бути відібрані таким чином, щоб забезпечити у першу чергу формування і розвиток хімічних дослідницьких компетентностей учнів, але в той же час забезпечувати розвиток загальнонаукових та природничо-наукових компетентностей.

Основні результати першого розділу опубліковано у роботах [217; 220; 222; 297; 341].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ХІМІЇ

2.1 Інформаційно-комунікаційні технології формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Одним із головних напрямків розвитку суспільства наприкінці ХХ – початку ХХІ століття є інформатизація – сукупність взаємопов'язаних організаційних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних, виробничих процесів, що спрямовані на створення умов для задоволення інформаційних потреб громадян та суспільства на основі створення, розвитку і використання інформаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційних технологій, які побудовані на основі застосування сучасної обчислювальної та комунікаційної техніки [264].

Згідно Модельного закону про інформатизацію, це організаційний соціально-економічний і науково-технічний процес, в основу якого покладено масове застосування інформаційних систем і технологій з метою кардинального поліпшення умов праці і якості життя населення, значного підвищення ефективності усіх видів діяльності фізичних та юридичних осіб [194].

Інформатизація сприяє формуванню та розвитку інформаційного суспільства, що складається з множини різноманітних аспектів політичної, соціальної, економічної та гуманітарної природи, якому властива висока динаміка розвитку, і у якому першочергового значення набувають інформація, знання та інтелектуальний потенціал людини. До основних характерних особливостей інформаційного суспільства слід віднести:

– збільшення ролі інформації і знань в усіх сферах життя суспільства;

– зростання обсягу інформаційно-комунікаційних продуктів і послуг у валовому внутрішньому продукті;

– створення глобального інформаційного простору для забезпечення ефективної інформаційної взаємодії людей, їх доступу до світових інформаційних ресурсів та задоволення їх потреб у інформаційних продуктах та послугах [279].

Метою інформаційного суспільства [12; 15; 16; 22] В. Д. Руденко визначає комплексний та органічний розвиток людини, створення умов для її духовного і розумового збагачення, нарощування національного людського капіталу, як основи розвитку політичної, соціальної, економічної, гуманітарної, культурної та інших сфер суспільного життя, насамперед, в інтересах підвищення добробуту громадян, ефективності економіки та зміцнення державності [279].

З 1998 року в Україні діє Національна програма інформатизації, головною метою якої є «створення необхідних умов для забезпечення громадян та суспільства своєчасною, достовірною та повною інформацією шляхом широкого використання інформаційних технологій, забезпечення інформаційної безпеки держави», а серед її основних завдань слід виділити створення загальнодержавної мережі інформаційного забезпечення науки та освіти, формування та підтримку ринку інформаційних продуктів і послуг, інтеграцію України до світового інформаційного простору [264].

З усіх галузей хімічної науки однією з найбільш технологічних, пов'язаних з використанням численних електронних приладів, є аналітична хімія. При створенні приладів для хімічного аналізу часто проходили апробацію велика кількість відкриттів у сфері не лише хімії, а й фізики, техніки. Не стало виключенням і поява та розробка засобів інформатизації хімії [124].

Тенденції в удосконаленні будови та функціональності приладів, в першу чергу для хімічного аналізу, були пов'язані з їх автоматизацією, гібридизацією і мініатюризацією, що безпосередньо обумовлювалось використанням

комп'ютерів при їх розробці і виготовленні. Перші цифрові ЕОМ, які використовувались для хімічного аналізу, з'явилися наприкінці 1950-х рр. У 1970-х роках, з появою персональних комп'ютерів, більшість аналітичних приладів для фізичних та фізико-хімічних методів кількісного хімічного аналізу уже були обладнані мікропроцесорами. Крім того, ЕОМ використовувались для виконання складних математичних розрахунків і опрацювання великих масивів числових даних. Саме у той час з'явилися перші версії програмного забезпечення для цього – таких програм, як Mathcad, Maple, MATLAB. У 1980-х рр. були створені програми для квантово-хімічних розрахунків, такі як HyperChem, MOPAC, Gaussian, GAMESS та ін. Але розрахунки подібного рівня складності не зустрічаються у шкільній практиці, а тому особливої потреби у використанні подібних програмних продуктів не виникає.

Наприкінці ХХ століття звичайним прийомом стало під'єднання приладу до персонального комп'ютера як для фіксування, опрацювання та візуалізації одержаних експериментальних даних, так і для керування приладом, програмування його роботи. Розпочалося створення лабораторних комплексів для шкіл, що складаються із спеціальних комп'ютерних вимірювальних блоків та датчиків. Прикладом подібного застосування комп'ютерних технологій у навчанні хімії є комплект хімічного обладнання компанії L-micro, що включає датчики для вимірювання рН, оптичної густини, температури, електропровідності, тиску тощо. Датчики з'єднуються з персональним комп'ютером за допомогою спеціального комп'ютерного вимірювального блоку. Подібне обладнання дозволяє проводити велику кількість лабораторних робіт, в тому числі з кількісного хімічного аналізу, проводячи запис результатів в режимі online.

Вивчення основ аналітичної хімії в школі нерозривно пов'язане з розвитком аналітичної хімії як науки. Комп'ютерні технології можна розглядати і як засіб наукового пізнання в межах аналітичної хімії як галузі науки, і як засіб навчання в межах вивчення основ аналітичної хімії в профільних класах школи. У 1980-1990-х роках у Європі навіть з'являється

термін «аналітична хімія, що базується на комп'ютерах» (Computer Based Analytical Chemistry – COBAC). Цим підкреслювалась поява методів, прийомів, окремих напрямків аналітичної хімії, що не могли виникнути без комп'ютерів. Прикладами можуть служити комп'ютерне моделювання хіміко-аналітичних процесів і методик аналізу, розробка експертних систем, призначених, зокрема, для розшифровки структури органічних сполук, поява систем розпізнавання образів, в тому числі мультисенсорних систем [138, с. 227-235].

Освіта також зазнає суттєвих перетворень внаслідок інформатизації, як і будь-які інші сфери людської діяльності у сучасному суспільстві. Як зазначає П. І. Підкасистий [240, с. 187], інформатизація освіти – це комплекс заходів щодо перебудови педагогічних процесів на основі впровадження у навчання і виховання інформаційної продукції, засобів, технологій. В. Ю. Биков дане поняття трактує як упорядковану сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих і управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб, що пов'язані з можливостями методів і засобів інформаційних та комунікаційних технологій учасників навчально-виховного процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує [58].

Інформатизація освіти, виступаючи у якості визначального інформаційного і комунікаційного базису розвитку освіти, гармонійного розвитку особистості і соціально-економічних систем суспільства, є невід'ємною складовою інформатизації суспільства, яка забезпечує, зокрема, формування когнітивного, кадрового та науково-технічного фундаменту самої інформатизації як процесу і соціально-економічного явища. Інформатизація освіти суттєво впливає на зміст, організаційні форми і методи навчання, оскільки пов'язана із впровадженням у систему освіти методів і засобів ІКТ, створенням на їх основі комп'ютерно-орієнтованого інформаційно-комунікаційного середовища, що надає можливість суб'єктам освітнього процесу використовувати засоби і сервіси цього середовища, здійснювати

доступ до його ресурсів при вирішенні різних завдань [30; 58].

На думку В. Ю. Бикова, головною метою інформатизації освіти на сучасному етапі розвитку суспільства і освіти є підготовка тих, хто навчається, до активної і плідної життєдіяльності в інформаційному суспільстві, підвищення якості, доступності та ефективності освіти, створення для широких верств населення освітніх умов для здійснення ними навчання протягом усього життя на основі широкого впровадження у практику методів і засобів ІКТ та комп'ютерно орієнтованих технологій підтримки діяльності людей [58, с. 144].

Сучасний етап інформатизації системи освіти України передбачає реалізацію принципів відкритої освіти, підпорядкований сучасним освітнім парадигмам людиноцентризму і рівного доступу до якісної освіти, що призводить до суттєвих змін у реалізації навчально-виховного процесу, зокрема, до удосконалення цілей освіти, способів організації освітнього процесу, змісту навчання і педагогічних технологій, складу і структури комп'ютерно орієнтованого навчального середовища. Усі ці зміни формують зміст ІКТ-орієнтованої освіти, яка передбачає широке, комплексне та ефективне застосування ІКТ для реалізації функцій системи освіти, що відображає світові тенденції розвитку освітніх систем [60].

До ознак інформатизації освіти відноситься, зокрема, поява та розвиток складових технологій навчання [149]:

- нових форм подання відомостей (наприклад, мультимедійної, що включає текст, графічні зображення, анімацію, звук і відео);
- доступу до електронних освітніх ресурсів за допомогою глобальної мережі Internet [49];
- нових форм організації навчання (вебінари, відеолекції, віртуальні лабораторії) тощо [87, с. 13].

Технологією навчання називається інтегративна модель навчально-виховного процесу з чітко визначеними цілями, діагностикою поточних і кінцевих результатів, розподілом навчально-виховного процесу на окремі компоненти, яка передбачає чітке та неухильне виконання певних навчальних

дій в умовах оперативного зворотного зв'язку. Оскільки головна мета будь-якого технологічного процесу – отримання продукту заданого зразка, розробка технології навчання вимагає визначення мети навчання, проєктованого результату та шляху від мети до нього – організованої у певний спосіб взаємодії вчителя й учнів [53; 66].

Упровадження комп'ютерів в практику навчання дозволило по-іншому тлумачити поняття технології навчання [25]. Так, Комісія Карнегі з вищої освіти в 1972 році визначила технологію навчання у такий спосіб: «збагачені та покращені умови, в яких цілі навчання та викладання досягаються людиною через творчу та систематичну організацію ресурсів, фізичних пристроїв, середовищ та методик» [26, с. 89]. У доповіді Комісії Карнегі «Четверта революція: технологія навчання у вищій освіті» вказується, що робота викладачів та методистів з розробки навчальних матеріалів, які використовують нові інформаційні технології, викликала новий інтерес до теорії навчання та її застосування до планування курсів, розробки навчальних планів та оснащення навчальних закладів: «нові інформаційні засоби – комп'ютери, телебачення – стали у один ряд з діaproектором, підручником і вчителем у якості корисних учасників [навчального процесу]. ... Таку інтеграцію нових та традиційних технологій, планування навчального простору, теорії навчання, а також викладача у спільні зусилля називають «системним підходом до навчання» або «підходом навчального середовища» [26, с. 10]. При цьому «засоби навчання повинні зберігатись, підтримуватись і, зрештою, бути замінені через спрацьовування або застарілість» [26, с. 13].

Фактично будь-яка технологія навчання являє собою інформаційну технологію, оскільки основу технологічного процесу навчання становлять відомості (що відображаються у свідомості людини як інформація) та їх перетворення. Тоді під інформаційно-телекомунікаційними технологіями (ІКТ) в освіті можна розуміти услід за М. І. Жалдаком різноманітні засоби інформатизації освіти – сукупність методів, засобів і прийомів, використовуваних для збирання, систематизації, зберігання, опрацювання,

передавання та подання різноманітних повідомлень і даних навчального призначення [132, с. 8].

ІКТ навчання забезпечують практично необмежені можливості для індивідуалізації та диференціації навчального процесу, побудову власної освітньої траєкторії. Використання ІКТ у навчальному процесі може бути представлено трьохрівневою структурою. На першому рівні ІКТ навчання застосовуються у якості доповнення до традиційних засобів навчання для розв'язування вузькопредметних завдань процесу навчання, виконуючи освітню, контрольну, тренувальну і, рідше, ігрову функції. На другому рівні ІКТ навчання застосовуються для розв'язування як вузькопредметних, так і міжпредметних завдань процесу навчання у системі традиційних його засобів, забезпечуючи виконання ігрової, моделювальної, дослідницької функцій, конструкторської та проектної діяльності. На третьому рівні ІКТ навчання використовують для вирішення дидактичних завдань у інтегрованому навчальному процесі для розвитку системного мислення учнів. На цьому рівні ІКТ застосовуються у якості основного компонента системи засобів навчання [112].

Як зазначає В. Ю. Биков, ефективність процесу інформатизації освіти значною мірою залежить від діяльності національної індустрії комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (ІКТ орієнтованих засобів навчання), зокрема програмних засобів навчального призначення. Ця індустрія має забезпечити підвищення ефективності навчання і виховання, поширити доступ громадян до ІКТ, Інтернет та інформаційних ресурсів з метою освіти, організувати взаємодію з державними і місцевими органами управління освітою і наукою, сприяти демократизації освіти та інтеграції освіти України у світовий освітній простір [58, с. 149].

Засоби навчання Ю. О. Жук визначає як будь-які засоби, прилади, обладнання та устаткування, що використовуються для передачі інформації в процесі навчання. Оскільки засоби навчання є невід'ємною складовою навчального середовища і складовою множини засобів навчальної діяльності, у

науковій літературі часто вживаються синоніми терміну «засоби навчання», серед яких слід відмітити «дидактичні засоби», «наочний матеріал», «навчальне обладнання», «матеріали для навчання», «матеріали для викладання», «засоби викладання», «аудіо-відео засоби» та «навчальна техніка». З одного боку, засоби навчання, здійснюючи вплив на суб'єктів навчання та організацію навчального процесу, створюють умови для забезпечення можливості досягнення конкретних, заздалегідь сформульованих цілей навчання, а з іншого – їм завжди притаманна різноманітність форм реалізації та методик їх використання, що впливає з тієї парадигми освіти, що склалася у суспільстві.

Таким чином, під засобами навчання можна розуміти природні та/або штучні об'єкти, які формують навчальне середовище та беруть участь у навчальній діяльності, виконуючи при цьому навчальну, виховну і розвивальну функції [134].

Між засобами навчання і компонентами навчального процесу можна виділити наступні взаємозв'язки:

- для учителя засоби навчання – це інструмент оптимізації процесу навчання та управління навчальною діяльністю;

- для учнів засоби навчання – це засоби пізнання та засоби збагачення навчального середовища;

- по відношенню до змісту освіти засоби навчання – це способи подання змісту навчання та засоби контролю навчальних досягнень;

- по відношенню до методів навчально-виховного процесу і форм організації навчання засоби навчання – це засоби підтримки навчальної комунікації [329].

У процесі учіння будь-який засіб навчання виконує одну або декілька функцій, серед яких можна виділити, зокрема, наступні:

- *гносеологічна* (як джерело відомостей про об'єкти або процеси, що досліджуються);

- *праксеологічна* (як інструмент практичної діяльності учнів);

- *аксіологічна* (для підвищення інтересу учнів до предмету і

стимулювання їх самостійної навчально-пізнавальної діяльності);

– *комунікаційна* (як інструмент навчальної комунікації).

З боку вчителя засоби навчання також можуть виконувати функції *моніторингу, контролю та управління навчальною діяльністю учнів*.

Розглянемо, у який спосіб у процесі застосування засобів навчання реалізуються загальнодидактичні та частково-методичні принципи навчання хімії.

Загальнодидактичний *принцип єдності освітньої, розвивальної та виховної функцій навчання* у профільному навчанні хімії реалізується насамперед у процесі формування дослідницьких компетентностей учнів як основи вибору майбутньої професії, становлення ціннісних орієнтирів, розвитку екологічних складових світогляду, спрямування на сталий розвиток науки, техніки та виробництва, пізнавальних інтересів тощо. Для реалізації цього принципу використовуються усі засоби навчання.

Принцип науковості змісту і методів навчання у профільному навчанні хімії реалізується у трьох провідних групах засобів навчання:

1) засоби, у яких забезпечено науковість змісту – це насамперед підручники, наукові та науково-популярні видання з хімії у традиційній та електронній формах;

2) засоби, які сприяють забезпеченню науковості методів навчання – це підручники з теорії та методики навчання хімії, методичні посібники для вчителя, методичні вказівки з проведення занять у традиційній та електронній формах;

3) засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів, розроблені на основі відповідної наукової теорії.

Реалізація принципу науковості у профільному навчанні хімії передбачає застосування насамперед дослідницьких методів та методів проблемного навчання, виступаючи необхідною основою для формування дослідницьких компетентностей учнів. У зв'язку з цим до засобів реалізації принципу науковості можуть бути віднесені всі засоби підтримки навчально-

дослідницької діяльності учнів.

Важлива роль у забезпеченні науковості змісту і методів профільного навчання хімії належить науковим ресурсам Інтернет. Учитель хімії повинен бути обізнаним із сучасним станом хімічної науки, останніми науковими відкриттями і подіями в цій галузі науки, і застосовувати одержані відомості за відповідної методичної адаптації у навчальному процесі. Ефективність використання наукових ресурсів Інтернет підвищується за рахунок використання пошукових систем (загального призначення та спеціалізованих – ChemSpider, PubChem, Chemical Structure Lookup Service [246]). Хімічні інформаційні ресурси представлені у мережі Інтернет досить широко, а тому результативність пошуку з використання пошукових систем загального призначення залежить тільки від кваліфікації користувача у побудові запитів [282].

Використання комп'ютерних моделей дозволяє розкрити істотні зв'язки об'єкту, що вивчається, глибше виявити його закономірності, що, в результаті, призводить до кращого засвоєння матеріалу [119]. Учень може досліджувати явище, змінюючи параметри, порівнювати отримані результати, аналізувати їх, робити висновки. Наприклад, у лабораторній роботі «Гравіметричне визначення хлорид-йонів» («Gravimetric Analysis of Chloride») у віртуальній хімічній лабораторії (ВХЛ) ChemLab учень може замість запропонованих в інструкції 5 г речовини, що містить хлорид-йони, взяти 3, чи 6, чи 10 г її. Але в кожному випадку він отримає і відповідну масу осаду аргентум хлориду, за якою, при виконанні обчислень, прийде до одних і тих самих результатів і висновків, а значить краще усвідомить і закріпить у пам'яті відповідну закономірність [213].

Реалізація *принципу систематичності та послідовності* в профільному навчанні хімії можлива у тих засобах навчання, що передбачають покрокове подання навчального матеріалу, насамперед – мультимедійних засобів (електронні підручники, презентації та ін.).

При проектуванні уроку з використанням мультимедіа необхідно чітко

спланувати послідовність дій як за участю засобів ІКТ, так і без них, передбачити різні способи комунікації з учнями, організувати постійний зворотній зв'язок з ними. Н. І. Гусарук вказує, що правильне застосування мультимедійних засобів на уроці хімії надає можливість зекономити близько 30 % навчального часу у порівнянні з роботою на звичайній шкільній дошці [113].

Мультимедійна презентація надає можливість подати навчальний матеріал як систему опорних сигналів, наповнених структурованими відомостями в алгоритмічному порядку [340]. До основних переваг презентаційного подання матеріалу, зокрема, відносять:

- інформаційну ємність – можливість розмістити великий обсяг графічних, текстових, аудіо даних [302];
- мобільність – доступність і простота необхідного технічного оснащення дозволяє застосовувати презентації у різних умовах;
- інтерактивність – можливість безпосередньо впливати на хід презентації [340].

До головних переваг застосування методично правильно створених мультимедійних презентацій у навчальному процесі можна віднести:

- збільшення виразності, наочності та видовищності матеріалу;
- чітке структурування матеріалу у відповідності до мети уроку;
- стисле і концентроване подання дібраного та підготовленого матеріалу;
- створення оптимальних умов для сприйняття матеріалу, зокрема через дизайн окремих слайдів і презентації у цілому [70, с. 4].

Мультимедійні презентації можуть виконувати різні ролі у процесі навчання, серед яких можна виділити такі:

- організаційна – створює умови для активної роботи аудиторії через створення проблемних ситуацій, необхідності порівняння, співставлення, організації самоперевірки та самоконтролю;
- ілюстративна – забезпечує наочність тих даних, які складно або неможливо сприймати на слух або відтворити безпосередньо в аудиторії;

– довідкова – використовується для надання даних, що додатково розкривають зміст окремих елементів теми, деталізують її;

– структурувальна – забезпечує чіткість сприйняття матеріалу, його логічну послідовність і акцентування уваги на основних положеннях, висновках тощо [70, с. 13-14].

Як правило, для людини більш зручним є сприйняття відомостей, що подаються невеликими, завершеними за змістом фрагментами. Саме такий спосіб подання відомостей є характерним для мультимедійних презентацій і забезпечується, з одного боку, невеликим обсягом слайду, що вимагає формулювати дані лаконічно, тезисно, у вигляді маркованого тексту, а з іншого боку – анімацією, що дозволяє виводити дані поетапно, невеликими фрагментами [70, с. 32].

Як зазначає Л. М. Бобровська, використання мультимедійної презентації у інтерактивному режимі надає можливість здійснювати управління навчанням при застосуванні різних методів навчання (проблемного, евристичного, дослідницького). Можливості мультимедійних презентацій як засобу навчання відображаються у принципах їх побудови:

– лаконічності – розміщення у стислому вигляді тільки суттєвих інформаційних об'єктів із збереженням максимальної інформативності;

– структурності – оформлення структури інформаційного об'єкту у чіткій формі, що відображає його характер і легко запам'ятовується;

– автономності – на окремих слайдах розміщуються відносно окремі за змістом інформаційні об'єкти;

– узагальнення – графічні інформаційні об'єкти не повинні містити елементи, що позначають несуттєві деталі;

– уніфікації – оформлення усіх інформаційних об'єктів у єдиному стилі [63].

Н. М. Островецька виокремлює такі способи реалізації принципу систематичності та послідовності навчання:

– логічна послідовність у формуванні знань, умінь і навичок учнів (кожен

елемент навчального матеріалу логічно пов'язується з іншими, наступне спирається на попереднє, є базою для засвоєння нового, забезпечує послідовність розвитку мислення, пізнавальних сил і потенційних можливостей учнів);

- дотримання логічних зв'язків між формами та методами навчання, контролю навчально-пізнавальної діяльності учнів та її результативності;

- вироблення навичок раціонального планування навчальної діяльності (побудова логічно струнких планів відповідей, виконання лабораторних робіт);

- систематизація й узагальнення способів діяльності;

- координування діяльності учнів відповідно до вимог і дій учителів різних навчальних предметів;

- виявлення та реалізація міжпредметних і внутрішньопредметних зв'язків у процесі навчання;

- реалізація вимог до засвоєння системних знань учнів про об'єкт навчання;

- здійснення систематичного й послідовного контролю навчальних досягнень учнів [233].

Таким чином, реалізація принципу систематичності та послідовності навчання вимагає використання засобів планування навчальної діяльності та засобів систематичного і послідовного контролю навчальних досягнень учнів.

Контроль за рівнем навчальних досягнень учнів – одержання і опрацювання даних про успішність навчання та засвоєння навчального матеріалу. Контроль навчальних досягнень учнів є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу. Його мета полягає у виявленні повноти, глибини й якості оволодіння матеріалом окремої теми, розділу або навчального курсу. Детально проконтролювати засвоєння матеріалу кожним учнем класу є складним завданням, тому перевірка знань і умінь учнів повинна здійснюватись як за допомогою комп'ютерних, так і за допомогою традиційних форм контролю, оскільки кожні з них мають власні переваги і недоліки, які при сумісному використанні можна знівелювати.

В. Н. Головнер під повнотою знань розуміє сукупність програмних знань про виучувані об'єкти, що опановуються учнями, та умінь застосовувати ці знання. Повні знання з предмету (в умовах мінімізації їх кількості) надають можливість закласти основи хімічної картини світу, найважливіші світоглядні уявлення, сформувані навички безпечної поведінки людини у побуті та на виробництві [100, с. 3].

Застосування комп'ютера в якості засобу контролю надає можливість організувати попередній, поточний або підсумковий контроль чітко, об'єктивно та якісно, а відповідні комп'ютерні програми – планувати індивідуальну роботу з ліквідації прогалин у знаннях, уміннях і навичках учнів [176], здійснювати контроль зі зворотним зв'язком, діагностувати помилки та оцінювати результати навчальної діяльності.

Проблемі стандартизованого тестового контролю знань і легітимності одержаних результатів присвячено багато наукових досліджень і розробок. Окремі аспекти даної проблеми були висвітлені у роботах В. С. Аванесова [31], О. М. Алексеєва [159], В. М. Євтеєва [131], О. В. Коваленка [193], О. М. Король [159], В. А. Мізюк [193], Т. В. Солодкої [293]. Особливо актуальною дана проблема стала з уведенням в практику оцінювання знань випускників зовнішнього незалежного оцінювання, яке проводиться з використанням технологій педагогічного тестування або інших педагогічних технологій контролю за рівнем навчальних досягнень [254].

На даний момент розроблені технології та алгоритми складання тестів і тестових завдань різного типу [31; 37]. При самостійній розробці завдань необхідно керуватися наступними вимогами дидактичної значущості (відповідність освітнім стандартам змісту хімії), валідності (контроль і оцінювання того, що вивчено учнями), достовірності (відтворення результатів при повторному тестуванні на даному етапі навчання), репрезентативності (повнота подання матеріалу з предмету), надійності (легкість і простота використання, наявність чіткої інструкції з проведення та оцінки результатів тестування), стандартизації форми (надання певної форми тестам і тестовим

завданням) та фасетності (багатоваріантне подання відомостей у завданнях).

Тестові завдання, розроблені з дотриманням усіх вимог і правил, на думку М. С. Пак [236, с. 47], мають низку переваг:

- а) об'єктивність даних про якість навчальних досягнень учнів, пов'язана з відсутністю суб'єктивного фактору при оцінюванні;
- б) діагностична цінність, пов'язана з можливістю статистичного опрацювання великого обсягу даних, виокремлення закономірностей;
- в) економія часу, що витрачається на створення завдань і перевірку великої кількості учнівських робіт;
- г) технологічність освітнього процесу, пов'язана з автоматизацією багатьох операцій підготовки і проведення контролю знань;
- д) семантична перевага, що полягає у стислості і точності формулювання завдань.

Комплексне використання засобів планування навчальної діяльності та засобів систематичного і послідовного контролю навчальних досягнень учнів можливе у системах підтримки навчання (Learning Management System), таких як Moodle.

До характерних особливостей Moodle слід віднести можливості:

- подання навчальних курсів у вигляді окремих модулів, які пов'язані між собою не лише логічно, а й функціонально
- тематичного та календарного планування навчального процесу,
- підтримки різних форм організації та методів навчання у відповідних засобах діяльності системи;
- моніторингу навчально-пізнавальної діяльності учнів та контролю її результативності;
- планування навчальної діяльності учнів, зокрема, у процесі виконання віртуальних лабораторних робіт;
- генералізації та узагальнення здобутих знань, умінь та навичок;
- координування діяльності учнів відповідно до вимог і дій учителів та між собою за допомогою внутрішньосистемних засобів навчальної комунікації;

– зберігання та подання зразків навчально-дослідницької діяльності.

Реалізація *принципу міцності засвоєння знань* вимагає комплексного використання всіх засобів активізації навчально-дослідницької діяльності учнів, провідними з яких є засоби наочності, засоби відпрацювання умінь та навичок (тренажери), засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень та віртуальні лабораторії. Останні є засобом, в якому може бути реалізований найвищий рівень активності навчально-дослідницької діяльності – самостійна діяльність, яка виконується в позаурочний час і розглядається в контексті самоосвіти, самовдосконалення, самоствердження [179].

Дж. Робінсон (Jamie Robinson) класифікує віртуальні лабораторії за джерелом відомостей, які в них закладені. Лабораторії першого типу оперують лише обмеженим набором фактів, що вносяться програмістами під час розробки [23]. В таких програмах змінити умови проведення експерименту і одержати результати, що будуть відрізнятись один від одного, неможливо. Хід віртуального експерименту і його результати подаються, як правило, засобами комп'ютерної анімації і користувач має дуже обмежений вплив на перебіг віртуального експерименту, який зводиться лише до виконання вказівок і підказок, що запрограмовані розробником, ручного керування темпом подачі навчальної інформації чи необхідності її повторення.

Віртуальні лабораторії другого типу оперують фактами, що є результатом роботи математичної моделі певного процесу і засновані на теоретичних уявленнях про нього. Робота з такими програмами дозволяє розширити коло можливих дій користувача, включно з тими, що не були передбачені програмістами при створенні віртуальної лабораторії [23]. При багаторазовому повторенні експерименту у таких віртуальних лабораторіях можна одержати безліч різних результатів у залежності від змін в умовах проведення експерименту, але усі вони будуть пов'язані математичною закономірністю. Допускається також можливість неправильної послідовності виконання або неточності у здійсненні окремих дій користувачем у віртуальній лабораторії, але у такому випадку результати експерименту будуть невірними, що

спостерігалось би і при проведенні натурального експерименту [213].

Суттєвою перевагою віртуальних лабораторій другого типу, таких як ВХЛ Model Science ChemLab [17], Crocodile Chemistry [4], Virtual Lab [28], є можливість активного втручання учня у хід роботи: при виконанні лабораторної роботи він може повторити її безліч разів, при цьому щоразу змінюючи один чи декілька параметрів на власний розсуд. У більшості випадків (якщо дії учня не суперечать логіці експерименту та можливі для виконання у реальній лабораторії) учень отримає правильні результати, що лише підкреслять ті закономірності, виявлення яких і було метою роботи [213].

Методичні умови використання ВХЛ були сформульовані А. І. Зіміною [137, с. 12-13]:

1. *Домінування дидактичної мети.* На уроці в цілому і під час проведення експерименту зокрема увага всіх суб'єктів освітнього процесу повинна бути звернена насамперед на об'єкт, що вивчається. ВХЛ – це лише засіб навчання.

2. *Доцільність застосування.* Систематичне використання ВХЛ на уроках хімії не може бути самоціллю, воно ефективне лише в разі об'єктивної необхідності, коли досягнення поставленої педагогічної мети неможливе іншими засобами. Доцільність застосування ВХЛ на уроці в першу чергу пов'язана з кількісною складовою навчального хімічного експерименту, динамікою змін досліджуваних параметрів.

3. *Проблемність навчання.* Високої педагогічної ефективності застосування ВХЛ можна досягти, якщо учні самостійно дійдуть висновку про необхідність їх застосування для проведення експерименту. Для реалізації такого підходу необхідно виконання двох умов: наявність проблемної ситуації, вирішення якої під силу школярам, і знання учнів про можливості ВХЛ при проведенні фізико-хімічних досліджень.

4. *Усвідомленість виконуваних дій і набутих знань.* При виконанні експерименту із застосуванням ВХЛ учень повинен усвідомлювати його мету, розуміти взаємозв'язок між виконуваними діями і розв'язуваними навчальними завданнями, розрізняти їх суттєві та несуттєві сторони, вміти пояснювати зміст

здійснюваного експерименту, критично оцінювати отримані результати.

5. *Короткочасність експерименту.* Одна з найважливіших вимог до будь-якого навчального хімічного експерименту – невелика тривалість. Він, на відміну від наукового експерименту, повинен тривати кілька хвилин, тому що обмежений рамками уроку і є підпорядкованим до змісту уроку.

6. *Варіативність застосування.* З одного боку, застосування невеликої кількості датчиків (найбільш часто застосовуються датчики температури і рН-метр) для розв'язання одноманітних дослідницьких задач поступово знижує інтерес школярів до експериментальних робіт, що передбачають використання ВХЛ, згасає «ефект новизни». Тому вчителю необхідно планувати навчальні дослідження, різноманітні за змістом і формами застосування ВХЛ, розширювати спектр використовуваних датчиків, повніше реалізовувати міжпредметні зв'язки, здійснювати різні варіанти включення ВХЛ в організацію пізнавальної діяльності учнів на уроках хімії.

У профільному навчанні хімії робота з віртуальними об'єктами повинна супроводжуватись роботою із відповідними реальними об'єктами або детальним коментарем як у самій комп'ютерній програмі, так і вчителем. Таким чином, при реалізації принципу міцності засвоєння знань ВХЛ доцільно застосовувати на етапі закріплення знань та під час підготовки до проведення реальної лабораторної роботи (в якості тренажера), а також як засіб забезпечення наочності [113].

О. Є. Горбунова доступність навчального матеріалу з хімії розглядає на трьох рівнях засвоєння: на рівні відтворення, на рівні застосування у знайомій ситуації та на рівні застосування у новій ситуації [106, с. 22-23]. Тому реалізація *принципу доступності* у профільному навчанні хімії полягає у врахуванні індивідуальних особливостей школярів, що вимагає розв'язання задачі адаптації – індивідуалізації навчання із збереженням показника якості процесу навчання у певній заданій області його значень. Таким показником якості, за О. М. Довгялло [122, с. 68-69], є певна функція від оцінки якості знань, що досягаються учнем у період між пре- і пост-тестом, і часу навчання.

Автоматичне пристосування системи навчання до зміни зовнішніх умов та збереження здатності до ефективного досягнення дидактичних цілей при змінненні характеристик учня називається адаптивністю. Адаптивним системам властиві, зокрема, спрямованість програми на досягнення певної мети, одержання у процесі роботи інформації про зовнішні умови та застосування її для зміни власної поведінки [178].

Адаптивною навчальною програмою називається навчальна програма, в якій послідовність подання і характер викладення навчального матеріалу залежать від історії навчання (даних про час виконання завдань і допущені помилки) та індивідуальних особливостей учня, у тому числі психологічних. Реалізація адаптивної навчальної програми неможлива без розв'язання задач діагностики (рівня знань, психологічних особливостей учня, тощо) та оптимізації (зокрема, вибору наступного навчального впливу) [166].

Задача адаптації навчального процесу розв'язується за допомогою адаптивних автоматизованих навчальних систем та експертних навчальних систем, що генерують такі регулятивні впливи (способи подання матеріалу, приклади, підказки), сприймання яких учнем приводить до стабілізації або підвищення поточних оцінок успішності засвоєння ним змісту навчального матеріалу. Використовуючи такі системи, учитель у процесі навчання здійснює накопичення і опрацювання даних, необхідних для визначення ефективного регулятивного впливу, після чого подання навчального матеріалу адаптується до індивідуальних особливостей учня [122, с. 69].

Теоретичною основою побудови адаптивних автоматизованих навчальних систем є програмоване навчання, яке Г. О. Балл визначає як тип навчання, що здійснюється у відповідності до навчальної програми, яка контролює як обсяг знань, умінь і навичок, якими повинні оволодіти учні, так й спосіб організації їх навчальної діяльності [46, с. 420]. Це досягається шляхом поділу навчального матеріалу на окремі порції та інтенсивного обміну відомостями між учнем та навчальною програмою, що здійснюється переважно у формі «питання-відповідь».

У програмованому навчанні використовуються лінійні навчальні програми з фіксованою послідовністю порцій навчального матеріалу та розгалуджені навчальні програми, у яких послідовність порцій навчального матеріалу залежить від відповідей учня на завдання. Слід зазначити, що програмоване навчання може бути реалізованим не лише за допомогою програмних засобів, а й за допомогою програмованих посібників у традиційній формі – спеціально оформлених і складених книг [46]. Прикладами таких посібників є «Lehrprogramm Chemie» [203], «Basic Concepts in Organic Chemistry: A programmed learning approach» [24] та ін.

Г. О. Балл відмічає, що застосування програмованого навчання у багатьох випадках не виправдало сподівань на різке підвищення ефективності освіти, але застосування комп'ютерів для реалізації програмованого навчання дозволить уникнути багатьох притаманних йому обмежень та недоліків [46, с. 422-423].

Експертні системи широко застосовуються у природничих науках та інженерії у якості інтелектуального еквіваленту відповідного фахівця для розв'язання задачі у випадках, коли людина-експерт є недоступною. Експертна система повинна містити базу знань – набір правил та відомостей з певної галузі знань, інтерпретатор даних – механізм для отримання необхідних відомостей із бази знань і формулювання логічного висновку, та інтерфейс – програмне забезпечення, необхідне для здійснення діалогу з користувачем [5].

Експертні системи входять до складу багатьох хімічних програмних засобів: наприклад, до складу Chem3D Ultra входить експертна система для прогнозування продуктів синтезу CAMEO (Computer Assisted Mechanistic Evaluation of Organic reactions). Властивості експертних систем притаманні деяким ВХЛ та хімічним калькуляторам: так, ВХЛ може виступати в якості експертної системи, автоматично добираючи необхідні маси та об'єми реагентів при неповних заданих умовах перебігу реакції. Головною умовою реалізації принципу доступності за допомогою експертних систем є функція пояснення шляху, яким була отримана відповідь. Така функція може бути реалізована у експертних навчальних системах, що реалізують функції

управління навчанням, діагностики помилок учня та розв'язування задач у певній предметній галузі, ґрунтуючись на знаннях експертів і демонструючи результати на рівні експертних.

Експертна навчальна система є адаптивною автоматизованою навчальною системою, що застосовується для досягнення певної мети навчання, виражену через певна сукупність характеристик учня – його компетентність. На основі поточного стану сформованості компетентності учня та методики навчання генерується задача – певний набір відомостей, що потребує дій учня у відповідь. Відповідь учня порівнюється з еталонним розв'язанням і на основі порівняння коригуються характеристики моделі учня. На основі нових характеристик формулюється нова задача – така послідовність дій повторюється до досягнення мети навчання.

У структурі навчальних експертних систем чільне місце займають бази знань: навчальна база знань у певній предметній області, база знань про можливі помилки учня, база знань про процес навчання та модель учня, що формується за результатами первинного тестування учня і містить відомості про стан знань учня та процес засвоєння ним знань. Мета навчання знаходить вираження саме у термінах моделі учня. У зв'язку з цим навчальну експертну систему можна представити у вигляді трьох експертних систем, що взаємодіють між собою: система розв'язування задач, діагностування помилок учня і планування процесу управління навчанням [242].

Ігрові програми надають в розпорядження учня деяке комп'ютерно орієнтоване середовище, набір певних можливостей і засобів їх реалізації. Використання засобів, що надаються ігровими програмами, для реалізації можливостей, пов'язаних з вивченням світу гри і діяльністю в цьому світі, приводить до розвитку учня, формування у нього пізнавальних навичок, самостійного відкриття ним закономірностей, взаємозв'язків об'єктів дійсності, що мають загальне значення. Використання комп'ютера у якості засобу навчання дозволяє у процесі навчальної гри реалізувати індивідуалізацію навчання, сприяти втіленню дидактичного потенціалу, закладеного у процесі

гри, організувати середовище для вільного пошуку розв'язань поставленої вчителем навчальної задачі [139, с. 553].

Навчальні ігри з хімії представлені як локальними, так і онлайн засобами [27], що призначені для використання на персональних комп'ютерах, мобільних пристроях тощо. Більшість таких засобів орієнтовані на актуалізацію, застосування та перевірку знань: квести, головоломки, шаради тощо. Але також зустрічаються ігри, у сценарії яких передбачена можливість набуття нових знань: у вигляді підказок, звертання до вбудованих довідників, енциклопедій тощо. Цільова аудиторія комп'ютерних навчальних ігор з хімії також різноманітна – існують відповідні програмні продукти, змістова частина яких орієнтована на дітей як молодшого шкільного віку, так і на студентів ВНЗ.

Реалізація *принципу свідомості й активності учнів* передбачає використання засобів, спрямованих на активізацію навчальної діяльності, її організацію та планування, підвищення особистісної значущості результатів навчання.

Застосування ІКТ на етапі засвоєння учнями нових знань надає можливість задіяти додаткові стимули для фокусування уваги навіть під час фронтальної роботи з класом, зробити матеріал, який за традиційних форм навчання швидко втомлює учнів, емоційно насиченим і привабливим [176].

Для того, що засоби ІКТ стали засобами активізації навчальної діяльності, необхідно формувати в учнів стійку пізнавальну мотивацію до розв'язання навчально-дослідницьких завдань, зокрема, засобами комп'ютерного моделювання. Останні використовують як мультимедійні можливості комп'ютера, так й обчислювальні, що надає можливість спостерігати певний процес, впливаючи на його хід подачею команд з пристроїв уведення з метою зміни значень параметрів перебігу процесу.

Свідомість навчання в процесі самостійної навчально-дослідницької діяльності може бути підвищена за умови використання інтелектуального інтерфейсу – отримання різних довідок, роз'яснень, рекомендацій тощо [111] у процесі самостійного пошуку і опрацювання навчальних відомостей із

використанням інтелектуальних пошукових систем. Подальше зростання рівня свідомості учнів у навчанні пов'язуємо із переходом до засобів ІКТ підтримки самостійної роботи.

Подібний підхід, коли учень може проявити власну ініціативу при виконанні роботи, позитивно відображається на навчальних досягненнях та на зацікавленості учнів. Але разом з ініціативою учні можуть також підключити й власну фантазію – спробувати виконати такі дії, які не були передбачені сценарієм проведення даної роботи (наприклад, нагріти розчин до кипіння, або навпаки охолодити його до температури замерзання) просто із цікавості: безпечно це можна робити у середовищі комп'ютерного моделювання – так, у ВХЛ ChemLab можна використовувати обладнання, застосування якого не передбачалось сценарієм виконання роботи. Результати таких незапланованих дій можуть переноситись учнями й на відповідні об'єкти та процеси реального світу, а тому до віртуальних лабораторій завжди висувалась жорстка вимога суворої відповідності віртуальних об'єктів та процесів реальним об'єктам і процесам. ВХЛ доцільно використовувати у випадках неможливості проведення натурних хімічних експериментів через відсутність необхідних реактивів і обладнання, тривалість роботи, можливість виникнення небезпеки здоров'ю учнів при проведенні роботи тощо, або у тих випадках, коли робота з моделлю об'єкта чи явища дозволить більш якісно зрозуміти їх сутність і закономірності перебігу. Апробація використання ВХЛ у навчальному процесі показала зростання пізнавального інтересу школярів до реального експерименту, розвиток їх дослідницьких і експериментальних навичок, зокрема, уміння спостерігати, виділяти головне, акцентувати увагу на суттєвих змінах, обирати оптимальні алгоритми виконання експерименту, дотримуватись правил техніки безпеки [270].

Навчальні ігри з хімії також виступають засобом активізації навчальної діяльності учнів. Це досягається також й через підвищення інтересу до навчальної ігрової діяльності через уведення елементів змагання (з іншими учнями, з інтелектуальним програмним забезпеченням, із попереднім

досягнутим рівнем). Особливої уваги заслуговують онлайніві навчальні ігри, що вимагають розподілу видів роботи між кількома учасниками для досягнення бажаного результату.

Прикладом середовища, що надає можливість реалізації профільного навчання хімії як у ігровій формі, так й традиційно, є OpenWonderland – віртуальне середовище, призначене для підтримки спільної ділової або навчальної діяльності користувачів, представлених аватарами, у режимі реального часу з віддаленим доступом. У середовищі OpenWonderland можна розмістити графічні та відеофайли, анімації, веб-браузери, засоби голосової телефонії, Java-аплети, різні типи документів та інших об'єктів, які користувач може активно застосовувати для взаємодії у віртуальному середовищі. Р. Дж. Ланкашир (Robert John Lancashire) вказує, що до цього продукту можна інтегрувати різноманітні програмні засоби з хімії: ВХЛ, засоби для моделювання, наприклад, Jmol та JSpecView [13].

Таке віртуальне середовище не тільки забезпечує можливість дистанційного навчання, але й організовує та активізує діяльність користувача за різними модальностями [195]. Використання віртуальних навчальних середовищ надає можливість моделювання квазіпрофесійної діяльності як окремих учнів, так й учнівських груп, сприяючи усвідомленому вибору майбутньої професії. Ураховуючи думку С. Д. Максименка про те, що процес учіння у профільній школі має сприяти свідомому вибору життєвого шляху – основному психічному новоутворенню у юнацькому віці, а його цінність суб'єктивно оцінюється учнем лише в контексті планування власного майбутнього, відповідно успішність навчального завдання розцінюється старшокласниками, у першу чергу, як підтвердження ефективності власних дій, правильності індивідуально-специфічної навчальної стратегії, та діяльнісної стратегії взагалі [182, с. 30]. При цьому результати навчання розглядаються учнем крізь призму власного майбутнього, їх значущості для реалізації особистих нахилів, планів, амбіцій.

Для ефективного вибору майбутньої освітньої і професійної траєкторії

учень має отримувати достатню кількість відомостей про можливі варіанти їх реалізації у доступній та емоційно привабливій формі. Найважливішими засобами одержання таких відомостей є засоби масової інформації, зокрема, науково-популярні та профорієнтаційні ресурси Інтернет. Особливо важливою є можливість використання цих засобів для популяризації певної галузі науки або сфери професійної діяльності для великої аудиторії. Реалізація інформаційної, освітньої та культурно-просвітницької функцій телебачення та мережі Інтернет дозволяють учневі не лише отримати відомості про майбутню сферу професійної діяльності, але й зробити її вибір усвідомленим, відповідним власним інтересам та нахилам, а також посилити особистісну мотивацію до навчання та досягнення його мети.

Прикладом різнопланового хімічного Інтернет-ресурсу є сайт науково-популярного журналу «Chemistry and Chemists» (<http://chemistry-chemists.com/>). Сайт представляє собою сукупність кількох взаємопов'язаних, але відокремлених за змістом підрозділів:

- власне науково-популярний хімічний журнал, що існує тільки у електронному форматі та вільно поширюється;
- форум, на якому відбувається обмін досвідом, дискусії та обговорення різноманітних тем з хімії та інших природничих наук;
- архів фотоматеріалів з хімічних лабораторій, робочих місць хіміків, підприємств хімічної галузі тощо;
- відео-архів хімічних дослідів і власний канал на YouTube, що являють собою потужні засоби наочності навчання та популяризації експериментальної і дослідницької діяльності;
- бібліотеку книг з природничих наук у електронному форматі та добірку гіперпосилань на бібліотечні та хімічні ресурси;
- збірки наукового та хімічного фольклору: легенд, пісень, оповідань, анекдотів.

Навчальну функцію виконують власне журнал, форум та електронна бібліотека; функцію популяризації науки реалізують фактично усі розділи

сайту; профорієнтаційну функцію, у першу чергу, виконують форум та добірка фотоматеріалів з хімічних лабораторій.

У програмі для профільного навчання хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів [325] зазначається, що у профільному навчанні хімії неабиякого значення набувають самоосвіта і самовдосконалення учнів. Цьому повинно сприяти збільшення у навчанні частки самостійної роботи учнів, у тому числі з комп'ютером та іншими джерелами навчальних відомостей.

Ефективність самостійної роботи, як і будь-якої іншої діяльності, підвищується внаслідок ретельного її планування та чіткої організації. Сучасні засоби ІКТ надають можливості планування як власної діяльності, так і роботи у групах. До таких засобів відносяться у першу чергу засоби для планування часу (електронні календарі, органайзери, планувальники тощо), що підтримують функції створення записів про заплановані події та нагадування про них, і можуть використовуватись як персонально, так й у певній групі. До найбільш відомих подібних засобів відносяться GoogleCalendar та Yandex.Calendar.

Значна кількість засобів ІКТ навчання, наприклад Moodle, оснащена такими інструментами, як календар, вікно сповіщень про найближчі важливі події та ін. Офіційні сайти освітніх установ, персональні сайти вчителів та викладачів також зазвичай використовують ці інструменти.

Реалізація *принципу наочності* передбачає застосування у навчальному процесі різноманітних засобів наочності, обумовлене закономірностями фізіології вищої нервової діяльності та психологічними закономірностями процесів перцепції та аперцепції. Класифікація засобів ІКТ забезпечення наочності за каналами передавання даних надає можливість поділити їх на візуальні (рухомі і нерухомі моделі, схеми, символи тощо), аудіальні (синтезований або відтворений звук) та аудіовізуальні (мультимедійні) [59, с. 397].

На думку Л. М. Фрідмана, наочність не є властивістю або якістю реальних об'єктів або явищ, а є властивістю психічних образів цих об'єктів.

Наочність є показником простоти і зрозумілості для людини психічного образу, який вона створює у результаті процесів сприйняття, мислення, пам'яті та уяви, що залежить від особливостей людини, її інтересів, схильностей, рівня розвитку пізнавальних здібностей та рівня мотивації. Формування наочного образу виникає тільки у результаті активної роботи, спрямованої на його створення. Важливу роль у такій роботі відіграє моделювання [321, с. 21-22].

О. Я. Мороз формулює таке визначення поняття «модель»: «предметна, знакова чи мислена (уявна) система, що відтворює, імітує або відображає якісь визначальні характеристики, тобто принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості чи ознаки об'єкта пізнання (оригіналу), пряме, безпосереднє вивчення якого з якихось причин неможливе, неефективне або недоцільне, і може замінити цей об'єкт у процесі, що досліджується, з метою отримання знань про нього» [198]. У моделях відтворюються лише окремі, найбільш суттєві ознаки явища або процесу, причому відтворення цих ознак має бути адекватним, тобто модель має бути ізоморфною до об'єкта, що вивчається.

Співвідношення між оригіналом та моделлю є не природним, а епістемологічним, зумовленим процесом пізнання, і встановлюється дослідником [198].

Створення, вибір та застосування моделей переслідує одну або декілька цілей:

- заміна моделлю об'єкта у реальному або уявному процесі, виходячи з міркувань зручності для здійснення діяльності у певних умовах (модель-замінник);
- створення уявлення про реальний або уявний об'єкт за допомогою моделі (модель-уявлення);
- модельне тлумачення об'єкту (модель-інтерпретація);
- дослідження або вивчення об'єкту шляхом вивчення моделі (дослідницька модель) [321, с. 25-26].

При вивченні хімічних понять макро- і мікросвіту, які неможливо

спостерігати безпосередньо, особливого значення набуває використання моделей у якості засобів наочності, реалізація вищезазначених цілей створення і застосування моделей.

Моделювання статичних об'єктів – молекул, кристалічних ґраток, окремих апаратів або технологічних схем хімічного виробництва – використовується у практиці навчання хімії тривалий час і забезпечується переважно матеріальними або знаково-символьними моделями. Розвиток засобів ІКТ створив умови для моделювання динамічних об'єктів – хімічних процесів і явищ – за рахунок їх візуалізації у реальному або модельному часі.

На думку В. Г. Болтянського, ізоморфізм і простота сприйняття є головними ознаками наочності. Для створення засобу наочності необхідно виокремити головні властивості явища, що вивчається (створити його модель), і адекватно відобразити ці властивості (зробити модель ізоморфною явищу) [64, с. 306-309]. Стосовно процесу навчання Л. М. Фрідман вказує, що вимога ізоморфізму є «занадто сильною, у більшості випадків невиконуваною та непотрібною, тому що цілком достатньо наявності якої-небудь подібності або аналогії» [321, с. 76-77].

На думку Л. М. Фрідмана, до змісту навчання в школі має бути включеним оволодіння методом моделювання – одним із загальних і найважливіших методів наукового пізнання. Моделювання є важливим засобом навчання та дією, за допомогою якої можна досягати різноманітних навчальних цілей та завдань, що потребують матеріалізації абстрактних понять, виділення суттєвого та узагальнення навчального матеріалу, рефлексії власних навчальних дій, запам'ятовування структури та встановлення зв'язків і відношень навчального матеріалу. Також доцільним є ознайомлення учнів із модельним характером явищ і дій, які вони вивчають [321, с. 77-78].

Для ілюстрації одного і того ж явища чи об'єкту можна створити безліч моделей, використовуючи різні підходи. Але жоден тип моделей не є повністю універсальним. Наприклад, для реалізації принципу наочності у навчанні хімії за останні півтора століття було створено велику кількість різновидів моделей

молекул органічних речовин: кулестрижневі, моделі Дрейдінга, моделі Бартона, моделі Фізера, моделі Стюарта-Бріглеба тощо. Кожна з моделей відображала певні характерні риси об'єкту моделювання: якщо моделі Дрейдінга дозволяли вимірювати міжатомні відстані і розраховувати конформаційну енергію, то моделі Стюарта-Бріглеба надавали можливість візуально оцінити просторову напругу. Тому різні типи моделей можна розглядати як такі, що доповнюють один одного, а найбільш адекватні моделі обираються відповідно до змісту навчального завдання [116, с. 7-12].

Комп'ютерні моделі, створені засобами комп'ютерного моделювання, також не можуть вважатись універсальними, але відсутність обмежень, притаманних більшості матеріальних моделей (фіксовані форма та розмір, здатність до руйнування), роблять комп'ютерні моделі більш гнучким інструментом для реалізації принципу наочності. Наприклад, ряд спеціалізованих комп'ютерних програм, таких як CS Chem3D, CS ChemDraw, ChemSite, RasMol, ISIS DRAW, Symyx Draw, ChemPen, ChemSketch, MarvinSketch, ChemPaster тощо, надають можливість створювати, переглядати, зберігати та досліджувати дво- і тривимірні моделі молекул будь-якої складності у оптимальному кольоровому та геометричному відображенні, вести перегляд створених моделей із будь-якого ракурсу під будь-яким кутом. Створення моделей у таких програмних засобах надає можливість під час перегляду одержувати необхідну додаткову і довідкову інформацію про об'єкт або окремі його складові частини.

Подібні переваги мають також комп'ютерні моделі макрооб'єктів, таких як складні лабораторні установки, промислові агрегати тощо.

За способом візуалізації розрізняються ВХЛ, в яких використовується двовимірна, тривимірна графіка і анімація. За методом одержання відомостей учнем ВХЛ поділяються на такі, що розміщені на електронних носіях інформації (CD-, DVD-диски тощо), і такі, що розміщені на сайтах виробників або навчальних закладів у мережі Internet [270].

Л. М. Фрідман виділяє у якості навчального засобу два види

моделювання навчального матеріалу для кращого його запам'ятовування учнями:

– логічне упорядкування навчального матеріалу та його подання у наочній формі;

– подання навчального матеріалу за допомогою мнемонічних засобів у розрахунку на виникнення образних асоціацій [321, с. 50].

Обидва види моделювання реалізується за допомогою спеціалізованих засобів ІКТ для побудови діаграм, хімічних редакторів тощо або засобів ІКТ загального призначення (текстових та графічних редакторів).

Засоби наочності є важливою складовою системи засобів навчання – оснащення навчальних закладів, використання яких забезпечує безпосередній вплив на навчальну діяльність. На думку В. Ю. Бикова, безпосередній вплив на навчальну діяльність здійснюють дидактичні об'єкти, що впливають на відповідні рецептори людини, а технічні засоби навчання забезпечують існування, зберігання, опрацювання, пересилання та можливість застосування у навчальному процесі відповідних дидактичних об'єктів [59, с. 401].

Серед засобів наочності В. Ю. Биков виділяє такі засоби ІКТ за предметом дидактичного впливу, як предметно-образні (образні, знакові та образно-знакові дидактичні об'єкти, що реалізуються у аудіальній, візуальній та аудіовізуальній формі) та предметно-інформаційні ресурси (засоби навчання, що є спеціальним чином закодованою, структурованою та впорядкованою множиною інформаційних об'єктів, що описані мовою конкретної ЕОМ чи їх класу, і/або відповідає протоколу засобів і технологій комп'ютерних мереж) [59, с. 403-414]. Разом вони відносяться до *електронних освітніх ресурсів (ЕОР) навчального призначення* – виду засобів навчання, які застосовуються для інформаційно-процесуального забезпечення виконання дидактичних завдань (або їх фрагментів), спрямовані на реалізацію навчальної функції системи освіти, існують в електронній формі, розміщуються і подаються в освітніх системах на запам'ятовуючих пристроях електронних даних, є сукупністю електронних інформаційних об'єктів (документів, документованих відомостей

та інструкцій, інформаційних матеріалів, процесуальних моделей та ін.) [267, с. 2]. Їх використання надає можливість здійснити гнучке та адаптивне формування статичних та динамічних дидактичних об'єктів, інтерактивну взаємодію учасників навчального процесу, наочне подання інформаційних об'єктів (в аудіальній, візуальній та аудіовізуальній формах), управління зовнішніми типовими та спеціальними приладами, що входять до складу лабораторних комплектів та комплексів [59, с. 414-415].

Електронні дидактичні демонстраційні матеріали – електронні освітні ресурси навчального призначення, що використовуються для демонстрації (наочного подання, візуалізації, візуально-звукового подання) окремих явищ, об'єктів, процесів, що вивчаються, з метою поглиблення їх розуміння за рахунок надання можливості їх спостереження учневі [267, с. 4]. У профільному навчанні хімії прикладами таких матеріалів можуть бути моделі хімічного посуду та моделі приладів у складі ВХЛ або хімічних редакторів (ACD ChemSketch), моделі діючих хімічних підприємств (бібліотеки електронних наочностей).

Для створення, зберігання, редагування та відтворення дидактичних об'єктів візуальних ЕОР, таких як портрети вчених-хіміків, зображення хімічного обладнання та перебігу процесів, фотозображення, схеми, анімації, графіки, креслення, текст, формули тощо, застосовуються програми офісних пакетів, бібліотеки електронних наочностей з хімії, програми опрацювання зображень та фотографій, редактори хімічних формул (ACDChemSketch, CS ChemDraw, MarvinBeans, ISISDraw), програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії («Хімія, 9 клас», «Органічна хімія, 10-11 клас»), електронні періодичні системи (PLTable, «Таблиця Менделєєва») тощо.

Для створення, зберігання, редагування та відтворення дидактичних об'єктів аудіовізуальних ЕОР, таких як анімації, відеозаписи, кінофільми, застосовуються програми для опрацювання та відтворення аудіо та відео, засоби створення мультимедійних презентацій, бібліотеки електронних наочностей та програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії

та інші.

У табл. 2.1 наведено основні типи ЕОР, що використовуються для реалізації принципу наочності у профільному навчанні хімії. Додатковими типами ЕОР забезпечення наочності є електронні дані навчального призначення, електронні навчально-методичні матеріали, електронні програмно-методичні матеріали, електронні додаткові науково-навчальні матеріали [267, с. 8-9].

Таблиця 2.1

ЕОР реалізації принципу наочності у профільному навчанні хімії

Тип ЕОР	Реалізація принципу наочності
навчальні електронні видання	візуальні та аудіовізуальні електронні дидактичні демонстраційні матеріали, імітаційні наочні моделі
довідкові електронні видання	
демонстраційні електронні видання	
електронні навчально-методичні комплекси	
комп'ютерно орієнтовані навчальні лабораторії	дистанційно керовані фізичні об'єкти, імітаційні наочні моделі
моделюючі електронні видання	імітаційні наочні моделі

На сучасному етапі розвитку ІКТ провідними є *мережні ЕОР навчального призначення* – заданий мовою засобів і технологій комп'ютерних мереж закодований опис упорядкованої множини електронних об'єктів, що існують і зберігаються у комп'ютерних мережах, а також електронна адреса, за якою здійснюється доступ до цієї множини за допомогою комп'ютера, що використовуються разом з комп'ютером для розв'язування певного дидактичного завдання або його фрагменту [59, с. 415].

Прикладами мережних ЕОР профільного навчання хімії є окремі ВХЛ (Chemcollective Virtual Lab, LiveChem (<http://goo.gl/sBGdQG>), електронне видання «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория»), електронні підручники та довідники, хімічні сайти та ін.

Для застосування ЕОР навчального призначення у профільному навчанні хімії застосовують такі технічні засоби наочності: комп'ютери, проектори, мультимедійні дошки, камери (фото-, відео-, веб-, документ- та ін.) та ін.

Реалізація *принципу зв'язку навчання з практикою* у профільному навчанні хімії передбачає застосування методів хімії для розв'язання задач з практичним та виробничим змістом, виконання лабораторних робіт та інших навчальних досліджень.

Застосування засобів ІКТ розширює можливості для практичної діяльності учнів на уроці та у позаурочний час, надаючи учням можливість на практиці використати засвоєні теоретичні знання навіть у тих випадках, коли явище чи процес, що вивчаються, безпосередньо недоступні.

Для підтримки практичної діяльності учнів у профільному навчанні хімії використовуються численні типи ЕОР навчального призначення, найбільш важливі з яких наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

ЕОР реалізації принципу зв'язку навчання з практикою у профільному навчанні хімії

Тип ЕОР	Реалізація принципу зв'язку навчання з практикою
електронний практикум	практичні завдання і вправи для закріплення умінь, практичних навичок та застосування теоретичних знань, здійснення самопідготовки
програми-тренажери	
комп'ютерно-орієнтована навчальна лабораторія	здійснення досліджень з дистанційно керованими об'єктами, математичними, інформаційними та імітаційними наочними моделями
імітаційні моделюючі видання	засоби комп'ютерного моделювання для зміни (керування) окремими структурними і функціональними характеристиками моделі
моделюючі видання	засоби для побудови та дослідження моделей
предметні пакети прикладних програм	програми для розв'язування задач певного класу, автоматизації розрахунків та інших подібних операцій
демонстраційні електронні видання	наочне відображення способів застосування методів та засобів хімії для задоволення потреб людства

До демонстраційних електронних видань відносяться матеріали електронних журналів відповідного тематичного спрямування, науково-популярні інформаційні джерела в електронному вигляді, навчальні та науково-популярні фільми виробничого змісту та відповідні презентаційні матеріали.

Функції електронних практикумів та програм-тренажерів виконують такі електронні видання: «Віртуальна хімічна лабораторія 8-11 класи», «Віртуальна

хімічна лабораторія. 11 клас» (<http://www.znanius.com/4634.html>), «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория» (<http://goo.gl/TEpBF0>), «Химия. Тренажеры. Виртуальная лаборатория» (http://www.mmlab.ru/products/order_chem.shtml), програмно-методичний комплекс «Интерактивные творческие задания. Химия. 8–9 класс» (http://school.nd.ru/products/show.php?product_id=110), віртуальне середовище OpenWonderland, IRTutor, деякі ігрові та тестові програми тощо.

Функції комп'ютерно-орієнтованих навчальних лабораторій та імітаційно моделюючих програм виконують такі програмні продукти: ChemLab [17], Crocodile Chemistry [4], хімічні розділи PhET Interactive Simulations (<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>), Virtual Lab [28], VirtuLab (<http://virtulab.net/index.php?view=category&id=57>) та Wolfram Demonstrations Project (<http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Chemistry>).

Функції моделюючих програм виконують такі програмні ресурси: CortonaVRML та LabView [118, с. 134-135], пакет програм HyperChem (<http://www.hyper.com>) тощо.

У якості програм, необхідних для розв'язування задач певного класу, автоматизації розрахунків, опрацювання результатів експерименту тощо, тобто предметного пакету прикладних програм, можна розглядати: хімічні калькулятори (Chemix School, ChemMaths та онлайн-калькулятор з хімії (<http://allcalc.ru/taxonomy/term/1>)), електронні лабораторні журнали (<http://www.dotmatics.com/products/studies-notebook/>) та спеціалізовані засоби комп'ютерного моделювання.

Найбільш повно функції усіх типів ЕОР реалізації принципу зв'язку навчання з практикою у профільному навчанні хімії реалізують ВХЛ, що надають можливості:

- виконання безпечних досліджень;
- багаторазового виконання дослідів, виконання яких в реальній лабораторії є трудомістким або тривалим у часі;
- ознайомлення учнів з технікою виконання експериментів, хімічним

посудом і устаткуванням.

І. О. Теплицьким [305; 306] показано, що ефективним засобом розвитку творчих здібностей учнів є комп'ютерне моделювання у середовищі електронних таблиць, які надають можливість проводити велику кількість різноманітних обчислень з використанням потужного набору убудованих функцій і створених користувачем формул, отримувати вибірки даних, що задовольняють певним критеріям, наочно подавати результати обчислень за допомогою графіків і діаграм, виконувати статистичний аналіз даних і досліджувати вплив на них різних чинників. Головна перевага електронних таблиць над спеціалізованими засобами моделювання полягає в простоті використання засобів опрацювання даних та покроковому (у рядках та комірках таблиці) поданню кожного етапу їх опрацювання. Крім того, використання електронних таблиць зазвичай не вимагає від користувача спеціальної підготовки з програмування.

Принцип індивідуалізації виступає і як загальнодидактичний, і як принцип профільного навчання та передбачає спрямування на урахування індивідуальних особливостей й створення умов для розвитку кожного учня, що слугує основою для здійснення особистісно орієнтованого навчання у профільній школі.

Одним із недоліків використання комп'ютера в процесі навчання, як вважають деякі дослідники, є порушення безпосереднього спілкування учнів з учителем. Але найчастіше продуктивне спілкування вчителя на уроці відбувається лише з окремими учнями, в той час як інші можуть відволікатися на інші види діяльності. Використання комп'ютера дозволяє вчителю перекласти на нього деякі навчальні функції, що вивільняє вчителя від деяких репродуктивних форм організації навчання і надає можливість більше уваги приділити індивідуальному підходу до кожного учня [44, с. 16].

Фахівці лабораторії нових інформаційних технологій навчання Інституту психології імені Г. С. Костюка НАПН України визначають індивідуалізацію навчання як таку організацію навчального процесу, за якої методи, способи,

прийоми, темп навчання обираються на підставі урахування рівня розвитку здібностей до учіння, підготовленості та інших індивідуальних відмінностей учнів [153].

Індивідуалізоване навчання ґрунтується на моделі учня і надає навчальні впливи з урахуванням цієї моделі. Індивідуалізоване навчання надає можливість найбільш ефективно організувати процес навчання за рахунок оптимального розподілу навчального часу, організації навчального матеріалу у відповідності до особливостей учня та вибору адекватного методу навчання і особливостей управління навчальною діяльністю учня [153].

Доступність сучасних персональних комп'ютерів дозволяє працювати з ними кожному учневі індивідуально або в невеликих групах у зручному темпі та з можливістю вибору рівня складності матеріалу.

Індивідуалізоване навчання може бути організованим у трьох режимах:

- вибір навчальних впливів повністю визначається комп'ютером;
- спосіб керування навчальним процесом обирають учні;
- змішане керування навчальним процесом.

Адекватний вибір навчальних впливів у реалізації індивідуалізованого навчання із застосуванням комп'ютера здійснюється на базі динамічної моделі особистості і діяльності учня, яка має враховувати інтелектуальні, емоційно-особистісні та мотиваційно-потребові характеристики.

Дослідники виділяють чотири головні групи характеристик психологічного портрету учнів, які можуть мати суттєвий вплив на процес навчання і потребують адаптації до них навчальної системи:

- особистісні фактори (інтелект, екстраверсія/інтроверсія, тривожність, креативність);
- когнітивні стилі (полenezалежність, навіюваність, критичність, образність, ригідність, операціональне/концептуальне засвоєння);
- стратегії навчання (евристичність/систематичність, серіалізм/холізм);
- суб'єктивна структура знань (правила виведення, схеми, семантична мережа) [153].

Однією з суттєвих особливостей індивідуалізованого комп'ютерного навчання є постійний зворотній зв'язок між комп'ютером і користувачем. У учнів з'являється певна свобода дій, а значить створюються передумови для формування особистого когнітивного стилю. Можливість працювати з комп'ютером індивідуально також зменшує психологічне навантаження через побоювання неправильної відповіді, яку будуть оцінювати вчитель та інші учні: певна конфіденційність проміжних результатів робить процес навчання більш комфортним.

Процес навчання можна вважати індивідуалізованим, якщо:

1) кожен учень має власне автоматизоване робоче місце (стаціонарне чи мобільне), обладнане інтерактивним терміналом (як правило, з мережним доступом);

2) програми навчального призначення надають можливість реалізувати складні алгоритми багатокритеріального оцінювання знань, умінь та навичок, діагностику стану і поведінки учня і мають розвинений інструментарій для прийняття рішень щодо управління навчанням;

3) комунікаційні засоби надають можливість забезпечити діалог з учнем у певній предметній області природною мовою.

Індивідуалізоване навчання можливо організувати на базі використання експертних та автоматизованих навчальних систем [153]. У навчанні хімії останні реалізують інтерактивні навчальні завдання, що К. С. Артем'єва визначає як пізнавальні завдання, що мають складну структуру, містять конкретні навчальні відомості, які доводяться до учня за допомогою засобів ІКТ, що передбачають наявність зворотного зв'язку та широких додаткових можливостей пошуку відомостей і надають можливість навчатися в індивідуальному темпі за індивідуальною траєкторією, об'єктивно оцінювати якість знань та здійснювати самоконтроль та корекцію знань учнів [40, с. 9].

Представником таких засобів ІКТ є система Moodle – програмний комплекс для створення й управління електронними навчальними курсами, що має широкий асортимент засобів організації і підтримки навчання, зокрема

розвинені засоби навчальної комунікації між учасниками курсу. О. С. Воронкін зазначає, що Moodle надає можливість реалізації активних і групових методів навчання, що забезпечується наявними інструментальними педагогічними засобами з різноманітним методичним оснащенням: довідково-інформаційними, комунікаційними, засобами контролю, управління, збору, опрацювання та зберігання відомостей про хід навчання. Такий широкий набір засобів надає можливість гнучкого планування та контролю процесу навчання, розподіляти, збирати та перевіряти завдання, координувати діяльність учнів шляхом вибору індивідуальних стратегій навчання для кожного учня [87, с. 120].

Теоретичним підґрунтям створення і застосування електронних навчальних курсів у Moodle є педагогічні принципи соціального конструктивізму [239]:

1. Організація навчання через дослідження. Відповідно до даної ідеї, можна якісно поліпшити і кількісно прискорити процес пізнання, якщо організувати його як спілкування учнів зі спеціально розробленими об'єктами і середовищами моделювання.

2. Конструювання навчально-дослідницьких співтовариств. Для колективних навчальних досліджень важливим є побудова співтовариств. Для цього, крім навчальних об'єктів різної складності і іншого матеріалу, призначеного для дослідження та експериментування, треба створювати співтовариства учасників навчального процесу, сконструювавши такі правила його внутрішніх соціальних взаємодій, які додадуть процесу навчання нових вимірів і тим самим збагатять його. Матеріал для вивчення має бути сконструйований так, щоб по відношенню до нього був можливий особливий розподіл ролей і дослідницьких дій учасників. Розподіл повинен розкривати сутнісні характеристики виучуваної реальності і створювати можливості спільних змістовних обговорень, з метою більш поглибленого розуміння досліджуваного об'єкту чи процесу.

3. Орієнтація на особистість. Сучасний підхід до розуміння змісту освіти

визначає її як діяльність, спрямовану на удосконалення системи персональних конструктів учнів, тому зміст освіти є особистісно-орієнтованим і формується вчителем разом з учнями у процесі їх особистого руху вздовж індивідуальних освітніх траєкторій.

4. Насиченість освітнього простору носіями знання – наявність різноманітної літератури (не тільки підручників), можливість роботи з експертами (не обов'язково з професійними педагогами), з телекомунікаційними мережами (Інтернет, локальними електронними ресурсами), організація наочно-практичної діяльності (робота з лабораторним устаткуванням, з артефактами культури, реальна продуктивна діяльність) тощо. Насичене освітнє середовище дає можливість кожному учневі набути досвід діяльності, необхідний для розвитку особистісної системи конструктів, та вибудувати власну освітню траєкторію.

5. Співпраця – вчитель є не стільки «носієм знання», скільки рівноправним партнером у навчальній комунікації. Важливою складовою принципу співпраці є наявність у кожного учасника освітнього процесу (включаючи вчителя) особистого статусу – неоднакового і динамічно змінного в різних складових освітнього процесу. Прийнято виділяти чотири рівні такого статусу: відвідувач (гість), клієнт, постійний член групи для занять, експерт (статус не призначається, а природним чином визначається самим освітнім співтовариством, так що в однієї й тієї ж людини можуть бути різні статуси в різних ситуаціях). Ще однією складовою принципу співпраці є моніторинг особистих освітніх досягнень, причому мова йде не про оцінку учня вчителем, а про взаємооцінку досягнень освітнім співтовариством.

Система, що реалізує перераховані принципи, є відкритою і спрямованою на формування системи компетентностей.

І. О. Гольонова та С. Ю. Жукова підкреслюють, що застосування Moodle для керування навчальним процесом забезпечує:

- багатоваріантність подання навчальних відомостей;
- інтерактивність навчання;

- створення постійно активної довідкової системи;
- багаторазове повторення навчального матеріалу;
- автоматизацію контролю результатів навчання;
- створення і зберігання портфоліо тих, хто навчається;
- регулярний моніторинг активності та змісту роботи тих, хто навчається;
- широкі можливості для комунікації;
- аналіз потреб тих, хто навчається [98].

До переваг Moodle слід віднести вільне поширення, багатомовність інтерфейсу, кросплатформність, відкритість, можливість користувачів брати участь у розробці нових та удосконаленні раніше створених інструментів та додатків системи. Завдяки переліченим особливостям у Moodle присутні не тільки інструменти загального призначення, але й специфічного для кожної навчальної дисципліни, і цей набір постійно поповнюється за рахунок нових розробок користувачів.

Для ефективного забезпечення навчальної діяльності з хімії у системі Moodle необхідна підтримка таких специфічних її складових, як хімічна мова та хімічний експеримент. Хімічна мова являє собою сукупність хімічної номенклатури, термінології та символіки, правил їх складання, перетворення, тлумачення й оперування ними. Якщо такі компоненти хімічної мови, як хімічна номенклатура та термінологія, можуть бути легко відтворені стандартними засобами подання текстових відомостей, то хімічна символіка, зазвичай, вимагає застосування спеціального програмного забезпечення для якісного відтворення таких своїх складових, як хімічні формули (особливо електронні, структурні та дисплейні), символи запису хімічних рівнянь тощо.

Оскільки однією з найважливіших функцій хімічної мови є функція відображення дійсності, то своє продовження хімічна мова знайшла у моделюванні будови речовини та її структурних елементів – стало можливим здійснення переходу від структурної та дисплейної формули речовини до об'ємної моделі молекули або кристалічної ґратки (3D-візуалізація формули).

Використання хімічної символіки неможливо уникнути не лише при

створенні тексту або мультимедійного супроводу навчального матеріалу з хімії, а й при створенні тестових завдань для перевірки рівня засвоєння знань з хімії.

Для забезпечення можливості ефективно використовувати хімічну мову при створенні навчальних хімічних курсів Moodle надає низку засобів, з яких можна виділити такі:

– Chemistry editor (https://moodle.org/plugins/atto_chemistry) – додаток до редактору Atto, що являє собою зручний інструмент для створення записів фактично усіх найбільш поширених видів хімічних рівнянь: молекулярних, йонних, термохімічних, рівнянь ядерних реакцій та оборотних хімічних процесів; містить убудовану періодичну систему хімічних елементів, а також набір функцій для створення специфічних складових хімічних текстів: зарядів йонів, протонного й нуклонного чисел, стрілок тощо, але не надає можливості створювати і редагувати електронні, структурні та дисплейні хімічні формули;

– EasyChem Chemical Structure and Equation Editor (https://moodle.org/plugins/atto_easychem) – додаток до редактору Atto, що надає можливість створювати хімічні формули у форматі HTML; містить набір готових шаблонів хімічних формул та структур, що є достатньою для задоволення більшості потреб користувача, який створює текст із застосуванням хімічної символіки, але не має функції створення об'ємних структур молекул;

– Chemical Structures and Reactions Editor (https://moodle.org/plugins/view/atto_structure) – додаток до редактору atto, що використовує програмний пакет MarvinJS компанії-розробника Chemaxon (<https://www.chemaxon.com/download/marvin-suite/#mjs>) і надає можливість створювати електронні та структурні формули речовин (включаючи об'ємні їх відображення), переважно органічних молекул, а також схем та рівнянь реакцій за їх участю;

– Jmol (https://moodle.org/plugins/filter_jmol) – фільтр для вбудовування інтерактивних 3D-структур молекул, який надає можливість завантажувати готові файли тривимірних моделей молекул або кристалічних структур та

інтегрувати їх у відповідну сторінку навчального модуля;

– Java Molecular Editor (https://moodle.org/plugins/qtype_jme) – тип запитання, що вимагає від студента намалювати молекулу у відповідь на питання за допомогою спеціального редактора;

– EasyOChem (<https://moodle.org/plugins/browse.php?list=set&id=59>) – програмне забезпечення для організації інтерактивного навчання та викладання хімії, до складу якого окремим плагінами входять спеціально розроблені типи тестових завдань, які передбачають роботу з хімічними формулами:

а) Newman Projections (EasyONewman) – тестові завдання для розпізнання та інтерпретації проєкцій Ньюмана для органічних молекул, що підтримує різні налаштування для створення та перегляду конформацій молекул у різних перспективах;

б) Electron Pushing / Curved Arrow (EasyOMech) – завдання для перевірки знань студентів механізмів хімічних реакцій, що полягають у необхідності інтерактивного вибору напрямку переходу електронних пар, радикалів, йонів тощо;

в) Drag and Drop Organic Chemistry Nomenclature (EasyODDName) – тип питань, створений для покращення розуміння правил IUPAC, щодо складання назв органічних сполук;

г) 2D/3D Structure Display Short Answer (EasyOStructure) – тип завдань, який передбачає інтерпретацію та аналіз структурної формули молекули органічної речовини, що надається у спеціальному вікні у площинному або об'ємному відображенні;

д) Select Atoms or Molecules (EasyOSelect) – дозволяє створювати питання із застосуванням структурних формул молекул або схем реакцій, відповіддю на які є вибір окремих атомів, хімічних зв'язків та інших структурних елементів молекул відповідно до формулювання тексту запитання;

е) Fischer Projections (EasyOFischer) – студент повинен створити формулу Фішера для оптично активної органічної сполуки, заданої у даному типі питання, шляхом перетягування атомів або груп атомів у спеціально

заготовлений шаблон;

ж) LewisStructures (EasyOLewis) – дозволяє створювати завдання, у яких від студента вимагається правильно розташувати електронні пари та неспарені електрони у формулі відповідно до отриманого завдання;

з) Name to Structure or Reaction (EasyOName) – за допомогою Marvin Applets від Chemaxon необхідно намалювати структуру молекули речовини або схему реакції, яку було задано;

и) Spectra Filter (Chemdoodle) – фільтр для Moodle, що перетворює посилання на файли JCAMP-DX у інтерактивні зображення спектрів речовин.

До системи Moodle нами були введені також засоби для підтримки найважливішого компоненту навчально-дослідницької діяльності з хімії – експерименту, зокрема, модельного хімічного експерименту. До таких засобів можна віднести розроблений у 2015 році плагін (фільтр) VlabEmbed, який надає можливість убудовувати у сторінки курсу Moodle вільно поширювану ВХЛ Virtual Lab (розробник – ChemCollective з Carnegie Mellon University). ВХЛ Virtual Lab має можливість моделювати досліди з багатьох розділів хімії: аналітичної, фізичної, біохімії тощо. До складу фільтру входить локалізована українською мовою версія Virtual Lab (локалізовано як інтерфейс, так і репозитарій лабораторних робіт).

Комплементарним до принципу індивідуалізації є ще один принцип профільного навчання – *принцип диференціації*, який полягає у забезпеченні умов для добровільного вибору школярами профілю навчання, виходячи з їхніх пізнавальних інтересів, здібностей, досягнутих результатів навчання й професійних намірів. У широкому сенсі під диференціацією навчання розуміють форму урахування індивідуальних особливостей учнів у процесі навчання на основі їх поділу на характерні типологічні групи за різними показниками (рівнем навчальних можливостей, успішністю, темпом навчання, пізнавальним інтересом тощо).

Реалізація принципу диференціації в умовах варіативності та різнорівневості хімічної освіти породжує проблему забезпечення профільного

навчання учнів малокомплектних груп та тих учнів, які обрали відсутній у школі профіль. На розв'язання цієї проблеми спрямований *принцип соціальної рівноваги*, який передбачає узгодження трьох позицій: можливостей освітніх послуг, запитів ринку праці й соціальних очікувань випускників школи.

Забезпечення освітніх потреб учнів через реалізацію останніх двох принципів пропонується через дистанційне навчання – індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який 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.

Метою дистанційного навчання є надання освітніх послуг шляхом застосування у навчанні сучасних ІКТ за певними освітніми або освітньо-кваліфікаційними рівнями відповідно до державних стандартів освіти, а завданнями – забезпечення громадянам можливості реалізації конституційного права на здобуття освіти та професійної кваліфікації, підвищення кваліфікації незалежно від статі, раси, національності, соціального і майнового стану, роду та характеру занять, світоглядних переконань, належності до партій, ставлення до релігії, віросповідання, стану здоров'я, місця проживання відповідно до їх здібностей [262].

В. Ю. Биков, наголошуючи на багатогранності і масштабності дистанційного навчання, виділяє серед інших такі його характерні риси:

– дистанційне навчання є формою навчання, яка створює умови для тих, хто навчається, щодо вільного вибору складу навчальних дисциплін, викладацького складу з кожної з дисциплін та конкретного навчального закладу;

– дистанційна форма освіти є адаптивною щодо базового рівня знань і конкретних цілей навчання тих, хто навчається;

– дистанційне навчання орієнтоване на посилення активної ролі тих, хто навчається, у власній освіті (встановлення освітніх цілей, вибір домінуючих

напрямів, форм і темпів навчання), що обумовлює його можливості вирішувати специфічні завдання, які віднесені до розвитку творчої складової освіти й утруднені для досягнення за традиційними технологіями навчання;

– технології дистанційного навчання разом із традиційними (підручники, методичні посібники) створюють розподілене середовище навчання, доступне для широкої аудиторії користувачів [56].

Сучасним різновидом дистанційного навчання є е-дистанційне навчання (електронне дистанційне навчання), яке В. Ю. Биков визначає як «різновид дистанційного навчання, за яким учасники навчально-виховного процесу здійснюють переважно індивідуалізовану навчально-виховну взаємодію як асинхронно, так і синхронно в часі, переважно і принципово використовуючи електронні транспортні системи доставки засобів навчання та інших інформаційних об'єктів, медіа навчальні засоби та інформаційно-комунікаційні технології» [56].

В. М. Мельниченко відзначає, що за дистанційної форми навчання змінюються ролі та зміст діяльності як вчителів, так і учнів. Зокрема, процес навчання за дистанційного формою орієнтує учнів на переважно самостійний, творчий пошук, сприяє формуванню умінь самостійно здобувати знання і застосовувати їх у вирішенні практичних завдань із застосуванням засобів ІКТ. Викладачі повинні на високому рівні володіти сучасними педагогічними та інформаційно-комунікаційними технологіями, методами створення та підтримки дистанційного навчального середовища, бути творчо активними і мотивованими на постійне підвищення власної кваліфікації [186].

У загальноосвітніх навчальних закладах реалізація дистанційного навчання вимагає наявності відповідного кадрового і системотехнічного забезпечення, яке не завжди є доступним, особливо у малокомплектних загальноосвітніх навчальних закладах. Ефективним, на думку В. Ю. Бикова, є передавання повноважень із забезпечення дистанційного навчання до зовнішніх центрів опрацювання даних (ІКТ-аутсорсинг). Це надає навчальним закладам можливість уникнути регулярного оновлення та модернізації програмно-

апаратних засобів власних ІКТ-систем, зменшити чисельність власних ІКТ-служб, а також вимоги до професійної компетентності їх працівників і, як результат, помітно зменшити загальні витрати на забезпечення дистанційного навчання.

У цьому контексті доцільне широке використання ІКТ-аутсорсингу в процесі інформатизації освіти на основі хмарних технологій, у процесі якого система освіти набуває нових якісних властивостей, що інтегровано виражаються через створення сучасних організаційно-технологічних умов діяльності всіх учасників освітнього процесу та підвищенні якості надання освітніх послуг [57].

Для організації дистанційного навчання загальноосвітні навчальні заклади можуть створювати у своєму складі класи (групи) з дистанційною формою навчання [259]. Це створює умови для реалізації профільного навчання за дистанційною формою навчання, зокрема, у сільській місцевості, за відсутності учнів для формування класу тощо [156], у малочисельних загальноосвітніх навчальних закладах, де кількість учнів одного класу менша 5 осіб, при організації інклюзивного навчання, а також у однопрофільних загальноосвітніх навчальних закладах для забезпечення вибору іншого профілю окремими учнями (або, за бажанням учня, забезпечення можливості одночасно здобувати освіту за двома профілями).

Принцип варіативності, комплементарний до принципів диференціації та соціальної рівноваги, полягає у багаторівневості навчальних планів, освітніх програм, змісту освіти, використанні різноманітних технологій, надання учням можливості вибору предметів (курсів), що вільно вивчаються, зміні видів діяльності, використанні інтегративного підходу у вивченні обов'язкових предметів. Розвитком даного принципу є *принцип гнучкості*, що полягає у забезпеченні можливостей та умов для зміни профілю навчання, змісту і форм організації профільного навчання, у тому числі дистанційного, широкого вибору змісту навчальних програм та можливостей для його корекції.

Реалізація цих принципів вимагає використання засобів ІКТ, що

забезпечують адаптивне різноманітне навчання, підтримку різних педагогічних технологій (у тому числі ігрових, проектних тощо) та різноманітні способи доставляння і подання навчальних матеріалів.

Принцип наступності й неперервності передбачає взаємозв'язок між допрофільною підготовкою, профільним навчанням та професійною підготовкою. У навчанні хімії на рівні засобів ІКТ даний принцип може бути реалізований за двома напрямками: 1) «знизу доверху», коли один й той самий засіб ІКТ використовується як на попередньому, так й на наступному рівні підготовки (наприклад, електронні таблиці, що опановуються як засіб загального призначення у допрофільному навчанні інформатики, у профільному навчанні хімії використовуються як засіб для опрацювання результатів експерименту, а у професійній хімічній підготовці – й як засіб моделювання); 2) «згори донизу», коли засіб ІКТ, що використовується для забезпечення вищого рівня підготовки, методично адаптується для використання на більш низькому (наприклад, засоби комп'ютерного моделювання, що використовуються у професійній підготовці для дослідження молекулярної структури і динаміки, у профільному навчанні хімії можуть бути використані для їх візуалізації та анімації як засоби наочності).

Принцип діагностико-прогностичної реалізованості полягає у виявленні здібностей учнів для обґрунтованої орієнтації на профіль навчання та подальше професійне самовизначення. У Концепції профільного навчання у старшій школі профорієнтаційна діагностика є однією з провідних форм психологічного супроводу профільного навчання і полягає у виявленні інтересів, нахилів, здібностей та професійно важливих якостей особистості у контексті майбутнього професійного самовизначення учнів. Профорієнтаційні діагностичні методики допомагають оцінити рівень готовності до освітніх і професійних перспектив. Співбесіди у кабінетах профорієнтації віднесені до основних форм допрофільної підготовки учнів [260].

Найчастіше психологічна профорієнтаційна діагностика полягає у здійсненні тестування, опитування або співбесіди. На основі інтерпретації

результатів проведених заходів робиться висновок про схильність учня до тієї чи іншої сфери людської діяльності, окремих професій тощо. Оскільки процедура тестування та інтерпретації результатів може бути легко автоматизована, велика кількість подібних діагностичних профорієнтаційних заходів здійснюється за допомогою ІКТ (частково або повністю), у тому числі – мережних (останні надають можливість організації масового тестування).

Серед ресурсів, що спрямовані на здійснення професійної діагностики учнів та абітурієнтів, слід відзначити:

– «Профорієнтатор-UA» (<http://proforientator.com.ua/ua/>) призначений для школярів, випускників та абітурієнтів віком 13-18 років, який складається з: комп'ютерного тестування (у комп'ютерному класі, тривалість близько однієї години), отримання результатів тесту у друкованому вигляді та індивідуального консультування (особисто кваліфікованим психологом у присутності батьків, тривалість близько однієї години), що може бути організоване і у онлайн режимі;

– «Моя кар'єра» (<http://www.mycareer.org.ua/test>) – онлайн тестування, що складається з п'яти частин, займає 2-2,5 години та розраховано на старшокласників, випускників шкіл, середніх спеціальних навчальних закладів та абітурієнтів віком від 14 до 25 років;

– білоруська тестова система «Профорієнтатор» (<http://startcareer.by/proforientator.html>), що складається з трьох діагностичних блоків: професійних інтересів, інтелектуальних здібностей та особистісних якостей, та призначена для проведення профорієнтаційної роботи з учнями 8-11 класів та абітурієнтами для визначення їх професійної спрямованості, формування профільних класів, вибору спеціальностей, факультетів та ВНЗ для подальшого навчання. Система поширюється через мережу Internet у вигляді демо-версії, що потребує інсталяції на локальному комп'ютері.

На думку М. С. Пак, до принципів навчання відноситься також *принцип дієвості*, що передбачає перехід знань у переконання та дії у процесі продуктивної взаємодії суб'єктів навчання [234, с. 59]. Даний принцип

відображає компетентнісний підхід до навчання хімії. Виходячи з сутності принципу, для його реалізації у профільному навчанні хімії доцільно застосовувати засоби ІКТ підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності:

1) *засоби забезпечення комунікації* в асинхронному (електронна пошта, форуми, голосова пошта, SMS тощо) та синхронному (текстові, аудіо-, відеочати тощо) режимах;

2) *засоби забезпечення навчальної комунікації*, що є складовою систем підтримки навчання (в асинхронному та синхронному режимах), проведення навчальних веб-конференцій (вебінарів, віртуальних класів тощо);

3) *засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності*, що надають можливість створювати документи, надавати доступ до них, редагувати, відслідковувати історію змін, зберігати та синхронізувати їх.

На сучасному етапі розвитку ІКТ засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності доцільно використовувати за однією із хмарних моделей доступу [183]. У профільному навчанні хімії найчастіше використовуються моделі:

– SaaS (Software as a Service – програмне забезпечення як послуга), за якої програма виконується на віддаленому сервері, а результати її роботи подаються користувачеві через клієнтське програмне забезпечення загального призначення (як правило, веб-браузер) або спеціалізоване;

– DaaS (Desktop as a Service – «робочий стіл» як послуга), за якої клієнтське програмне забезпечення надає користувачеві доступ до вихідного інтерфейсу виконуваної на сервері програми (або декількох програм).

Їх застосування створює умови для організації спільної роботи та редагування документів з використанням браузерних, мобільних та інших клієнтів певною групою користувачів як у синхронному, так і у асинхронному режимах. До поліфункціональних представників таких засобів належать Google Drive, Яндекс.Диск, що надають можливість створювати, редагувати та зберігати текстові документи, електронні таблиці, презентації, форми для

опитування тощо. Серед хмарних засобів ІКТ, що призначені для підтримки тільки одного виду діяльності у навчально-виховному процесі, можна назвати, зокрема, засоби для створення постерів (GlogsterEDU – <http://edu.glogster.com>), засоби для роботи із зображеннями («Графінг» – <http://graphing.ru>, Aviary – <https://aviary.com>), засоби для створення презентацій (Prezi – <http://prezi.com>) та засоби для створення схем, діаграм зв'язків, карт знань (MindMeister – <http://www.mindmeister.com>, LucidChart – <https://www.lucidchart.com>). Останні надають можливість організувати систематизацію знань, інформаційно-пошукову діяльність учнів, їх самостійну та колективну роботу, контроль результатів засвоєння навчального матеріалу тощо [313, с. 16].

До засобів, орієнтованих на спільну роботу із документами, слід віднести Wiki-технології та їх аналоги – веб-сайти або бази даних, що розробляються спільнотою користувачів шляхом надання користувачам можливостей додавати і редагувати контент [29], а також системи, що підтримують простий і доступний спосіб створення гіпертексту і стимулюють індивідуальне та колективне його створення [239, с. 29]. Використання wiki-технологій у навчально-виховному процесі надає можливість організовувати індивідуальну або групову роботу вчителя та учнів, організовувати всебічне дослідження окремих теоретичних питань та створення на їх основі енциклопедичної бази знань з певної галузі науки, можливість вести дискусію з питань форматування змісту контенту та його оформлення, відстежування активності учасників, що спільно створюють контент, залучення учнів до роботи із ІКТ тощо [84].

Серед україномовних wiki-технологій можна відзначити декілька освітніх проєктів – окрім Вікіпедії, це ВікіОсвіта, Вікіпідручник, Вікіцитати, Вікіджерела (Вікітека) тощо.

Представником засобів для спільної роботи над програмним забезпеченням є GitHub (<https://github.com>), використаний нами для розробки фільтру VlabEmbed (https://github.com/ssemerikov/moodle-filter_vlabembed) для системи Moodle [215].

Таким чином, для забезпечення виконання принципів профільного

навчання хімії використовуються засоби ІКТ, які можна розділити на дві групи:

1) засоби ІКТ загального призначення:

– *віртуальні навчальні середовища* (OpenWonderland та ін.) – Інтернет-ресурси для забезпечення спільної навчальної діяльності користувачів, представлених аватарами, у режимі реального часу з віддаленим доступом;

– *графічні редактори* (Paint, Paint.NET, GIMP, 3ds MAX, Blender, Adobe Photoshop, Corel Draw тощо) – програмні засоби для створення та редагування зображень, фотоефектів і художніх композицій;

– *експертні системи* (JESS, CLIPS, eXperts2Go та ін.) – програмні засоби для одержання експертного висновку або оцінки у окремій галузі знань, виходячи із певних вихідних даних;

– *електронні лабораторні журнали* (<http://www.dotmatics.com/products/studies-notebook/> тощо) – програмні засоби для внесення, форматування та збереження даних, отриманих у результаті проведення експерименту;

– *електронні таблиці* (Excel, Calc, Gnumeric тощо) – програмні засоби для організації, збереження та опрацювання даних у табличній формі;

– *засоби для опрацювання та відтворення аудіо та відео* (VirtualDub, iMovie, Blender, Audacity, Windows Movie Maker, Light Alloy та ін.) – програмні засоби, що надають можливість редагування, переформатування та відтворення аудіо та відео-файлів у різних форматах;

– *засоби для перегляду електронних книжок* (CoolReader, DjvuViewer, FBReader, Calibre тощо) – програмні засоби для перегляду друкованих видань у електронних форматах;

– *засоби для побудови діаграм зв'язків* (Coggle, Xmind, Freemind тощо) – програмні засоби для створення редагування та збереження діаграм зв'язків;

– *засоби для розробки навчальних матеріалів* (Adobe Captivate, Lectora Inspire, Articulate Storyline, Litmos Author, Cognitive Tutor Authoring Tools тощо) – інструменти розробки вмісту електронних навчальних курсів: електронних підручників, електронного лабораторного практикуму, тестів, довідників,

допоміжних навчальних матеріалів, що базуються на Internet-технологіях;

– *засоби забезпечення навчальної комунікації в асинхронному та синхронному режимах* (електронна пошта, форуми, голосова пошта, SMS тощо; текстові, аудіо-, відеочати та ін.) – програмні засоби для обміну текстовими, аудіо- та відеоповідомленнями між користувачами;

– *засоби здійснення профорієнтаційної діагностики* («Профорієнтатор-UA», «Моя кар'єра», «Профорієнтатор» та ін.) – програмні засоби для визначення особистісних нахилів та вподобань учнів стосовно галузей знань та майбутньої сфери діяльності шляхом тестування;

– *засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень* (MyTest, MultiTester, UniTest System, RichTest, Hot Potatoes та ін.) – програмні засоби, що містять систему завдань та автоматизують процедури контролю, опрацювання та аналізу його результатів [5];

– *засоби планування навчальної діяльності*: електронні календарі, органайзери, планувальники (Google Calendar, Yandex.Calendar, LeaderTask, WinOrganizer тощо) – програмні засоби для планування і організації особистої та спільної діяльності, ефективного розподілу робочого часу та узгодження термінів виконання окремих етапів дослідження;

– *засоби проведення навчальних веб-конференцій*: вебінарів, віртуальних класів тощо (WizIQ, BigBlueButton, Skype for Business та ін.) – інструменти для забезпечення дистанційного навчання шляхом забезпечення віддаленої комунікації суб'єктів навчального процесу у реальному часі;

– *засоби створення мультимедійних презентацій* (Impress, PowerPoint, Prezi, ProShow Producer тощо) – програмні продукти, призначені для створення, редагування та збереження мультимедійних презентацій у вигляді послідовності слайдів;

– *пошукові системи загального призначення* (Google, Bing, Yandex, Yahoo!, META, Нигма.РФ, і.ua тощо) – засоби для пошуку відомостей у World Wide Web;

– *системи підтримки навчання* (Moodle, Dokeos та ін.) – програмні засоби

для розробки та поширення через мережу Інтернет структурованих навчальних матеріалів (курсів) з можливістю, зокрема, підтримки дистанційного навчання [3];

– *системи управління базами даних* (MySQL, Access тощо) – програмне забезпечення, що надає можливість створювати, оновлювати та здійснювати адміністрування баз даних, обробляти запити до них, а також здійснювати збір та аналіз даних користувачем;

– *текстові редактори* (Word, Writer, LyX тощо) – засоби для створення, редагування, форматування та друку текстів;

– *хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності* (Google Drive, Yandex.Disk, OneDrive та ін.) – Інтернет-сховища документів та Web-засоби їх колективного перегляду і редагування.

2) специфічні засоби забезпечення профільного навчання хімії:

– *адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії* («Хімічний тренажер», «Basic Concepts in Organic Chemistry: A programmed learning approach» тощо) – засоби програмованого навчання хімії, що автоматично налаштовуються на індивідуальні особливості того, хто навчається;

– *віртуальні хімічні лабораторії* (Model Science ChemLab, Crocodile Chemistry, Virtual Lab, LiveChem, «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория», хімічні розділи PhET Interactive Simulations, VirtuLab та Wolfram Demonstrations Project, Chemist тощо) – засоби для візуального моделювання перебігу хімічного експерименту, що надають можливість користувачу маніпулювати віртуальним хімічним обладнанням [2];

– *електронні періодичні системи* (PL Table, Ptable, The Periodic Table by WebElements, Periodic Table (<http://www.rsc.org/periodic-table>) тощо) – електронні версії періодичної системи елементів із мультимедійним поданням відомостей про них у різних режимах;

– *засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів* (HyperChem, MORAS та ін.) – програмні засоби для квантово-хімічного моделювання, молекулярної механіки та динаміки, обчислення структури, спектрів тощо;

– *навчальні ігри з хімії* (хімічні розділи PhET Interactive Simulations, Chem-Balance, «Химические элементы – Тест», Chembridge, Chemroul тощо) – комп'ютерні ігри, у яких знання з хімії використовуються у якості сюжетної основи;

– *науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет* (онлайн-версії хімічних журналів, «Chemistry and Chemists», спеціалізовані канали YouTube, сайти наукових та освітніх установ, хімічні сайти (ximuk.ru, chemport.ru та ін.) тощо) – онлайн-версії хімічних журналів, спеціалізовані канали YouTube, сайти наукових та освітніх установ, хімічні сайти тощо, що популяризують хімію та професії, пов'язані з нею;

– *програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії* («Хімія, 8-9 клас», «Хімія, 9 клас», «Органічна хімія, 10-11 клас», «Таблиця Менделєєва» тощо) – комплекс педагогічних програмних засобів, спрямованих на підтримку навчання хімії;

– *тренажери та електронні практикуми* («Віртуальна хімічна лабораторія 8-11 класи», «Віртуальна хімічна лабораторія. 11 клас», «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория», «Химия. Тренажеры. Виртуальная лаборатория», «Интерактивные творческие задания. Химия. 8-9 класс», IR Tutor та ін.) – програмні засоби, призначені для відпрацювання умінь та навичок, застосування теоретичних знань, здійснення самопідготовки;

– *хімічні калькулятори* (Chemix School, ChemMaths, Chemical Engineering AppSuite HD тощо) – програмні засоби, призначені для автоматизації розрахунків при розв'язуванні задач із хімічним змістом;

– *хімічні пошукові системи* (ChemSpider, PubChem, Chemical Structure Lookup Service та ін.) – бази даних, що містять відомості про властивості речовин та інструменти для оптимізації пошуку цих відомостей;

– *хімічні редактори* (CS Chem3D, CS ChemDraw, ChemSite, RasMol, ISIS DRAW, Symyx Draw, ChemPen, ACD ChemSketch, Marvin Beans, ChemPaster, MolPrime+ тощо) – програмні засоби для створення, редагування та опрацювання графічних об'єктів з хімічним змістом (формул, структур,

приладів тощо).

Для визначення засобів ІКТ профільного навчання хімії, які доцільно використовувати у процесі формування дослідницьких компетентностей учнів, було організовано експертне оцінювання шляхом електронного анкетування фахівців: науково-педагогічних працівників та вчителів хімії, дисциплін природничого циклу та інформатичних дисциплін. За посиланням <https://goo.gl/SIscwG> наведено текст анкети (додаток Б), опрацювання результатів якої надало можливість здійснити відбір засобів ІКТ, використання яких у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є педагогічно виваженим.

У анкетуванні взяло участь 42 респонденти, серед яких 22 % становили вчителі шкіл, ліцеїв, гімназій, а 78 % – викладачі ВНЗ та наукові працівники педагогічних НДІ. Найбільшу групу склали викладачі ВНЗ, що мають звання доцента – 43,9 % від загальної кількості респондентів. Хімію викладають 31,7 % респондентів, 22 % викладають інші природничі дисципліни, а 29,3 % викладають інші дисципліни (переважно математично-інформатичного циклу). За стажем педагогічної або науково-педагогічної роботи найбільше представників – 39 % – становила група зі стажем роботи від 11 до 20 років. Стаж роботи менше 5 років мали 7,3 % респондентів, від 5 до 10 років – 31,7 %, від 21 до 30 років – 14,6 %, від 40 до 50 років – 7,3 %.

Респондентам було запропоновано оцінити доцільність застосування кожного із 31 засобів ІКТ для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії за такою шкалою: «важко визначитись із відповіддю», «засіб використовувати недоцільно», «засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно» та «засіб використовувати доцільно». Результати оцінювання подано у табл. 2.3.

Усі експертні оцінки було розділено на дві категорії – «впевнені», коли обирався один із варіантів, що однозначно вказував на оцінку доцільності використання засобу ІКТ, та «непевнені», коли експерт не зміг визначитись із доцільністю використання даного засобу ІКТ для формування дослідницьких

компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, обравши «важко визначитись із відповіддю». Оцінка впевненості експертів у оцінюванні доцільності використання засобів ІКТ для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії $x_{\text{впевн}}$ є відношенням сумарної кількості «впевнених» відповідей $n_{\text{впевн}}$ до загальної кількості відповідей $n_{\text{заг}}$:

$$x_{\text{впевн}} = \frac{n_{\text{впевн}}}{n_{\text{заг}}}$$

Таблиця 2.3

Результати експертного оцінювання доцільності використання засобів ІКТ для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Засіб ІКТ	Відповідь				Оцінка	
	Важко визначитись із відповіддю	Засіб використовувати недоцільно	Засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно	Засіб використовувати доцільно	Доцільність	Впевненість
віртуальні навчальні середовища	6	2	15	18	0,46	0,85
графічні редактори	1	5	13	22	0,43	0,98
експертні системи	15	3	13	10	0,27	0,63
електронні лабораторні журнали	3	1	12	25	0,63	0,93
електронні таблиці	0	1	6	34	0,80	1,00
засоби для опрацювання та відтворення аудіо та відео	2	1	16	22	0,54	0,95
засоби для перегляду електронних книжок	1	0	17	23	0,58	0,98
засоби для побудови діаграм зв'язків	1	2	12	26	0,60	0,98
засоби для розробки навчальних матеріалів	2	3	13	23	0,51	0,95
засоби забезпечення навчальної комунікації в асинхронному та синхронному режимах	2	1	12	26	0,64	0,95
засоби здійснення профорієнтаційної діагностики	10	3	9	19	0,52	0,76
засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень	0	1	8	32	0,76	1,00
засоби планування навчальної діяльності: електронні календарі, органайзери, планувальники	0	3	14	24	0,51	1,00
засоби проведення навчальних веб-конференцій: вебінарів, віртуальних класів тощо	3	1	17	20	0,50	0,93
засоби створення мультимедійних презентацій	0	1	8	32	0,76	1,00
пошукові системи загального призначення	0	0	6	35	0,85	1,00

Засіб ІКТ	Відповідь				Оцінка	
	Важко визначитись із відповіддю	Засіб використовувати недоцільно	Засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно	Засіб використовувати доцільно	Доцільність	Впевненість
системи підтримки навчання	2	1	9	29	0,72	0,95
системи управління базами даних	7	4	18	12	0,24	0,83
текстові редактори	0	0	10	31	0,76	1,00
хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності	2	1	9	29	0,72	0,95
адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії	7	1	6	27	0,76	0,83
віртуальні хімічні лабораторії	3	0	3	35	0,92	0,93
електронні періодичні системи	3	0	11	27	0,71	0,93
засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів	1	0	10	30	0,75	0,98
навчальні ігри з хімії	2	0	10	29	0,74	0,95
науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси інтернет	1	0	9	31	0,78	0,98
програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії	1	0	9	31	0,78	0,98
тренажери та електронні практикуми	1	0	6	34	0,85	0,98
хімічні калькулятори	1	1	12	27	0,65	0,98
хімічні пошукові системи	2	0	10	29	0,74	0,95
хімічні редактори	3	0	7	31	0,82	0,93
<i>Середнє</i>	<i>2,65</i>	<i>1,16</i>	<i>10,65</i>	<i>26,55</i>	<i>0,65</i>	<i>0,94</i>

Неможливість визначення експертом доцільності застосування певного засобу ІКТ для формування дослідницьких компетентностей у більшості випадків викликана недостатньою обізнаністю із функціональними можливостями засобу, методикою його застосування у профільному навчанні хімії тощо. Середнє арифметичне значення цього параметру становить 0,94, що свідчить про високу обізнаність експертів із запропонованими засобами ІКТ та високу впевненість у оцінюванні доцільності застосування цих засобів для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Можна виділити декілька засобів ІКТ, для яких оцінка впевненості була значно нижчою за середнє арифметичне:

- віртуальні навчальні середовища;
- експертні системи;
- засоби здійснення профорієнтаційної діагностики;
- системи управління базами даних;
- адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії.

Причому, не зважаючи на невисоку оцінку впевненості, такий засіб, як «Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії», було визначено експертами як один з найбільш доцільних для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Засоби, що отримали низьку оцінку впевненості, епізодично застосовуються саме у практиці навчання хімії або не входять у сферу професійних інтересів викладачів цієї дисципліни, а методика використання таких засобів ІКТ у профільному навчанні хімії є нерозробленою.

Оцінка доцільності використання засобів ІКТ для формування дослідницьких компетентностей учнів з хімії $x_{\text{доц}}$ обчислювалась як відношення різниці кількостей оцінок «засіб використовувати доцільно» $n_{\text{доц}}$ та «засіб використовувати недоцільно» $n_{\text{недоц}}$ до кількості «впевнених» оцінок експертів $n_{\text{впевн}}$:

$$x_{\text{доц}} = \frac{n_{\text{доц}} - n_{\text{недоц}}}{n_{\text{впевн}}}.$$

Значення граничної межі доцільності використання того чи іншого засобу ІКТ ($\bar{x}_{\text{доц}} = 0,65$) було визначене як середнє арифметичне оцінок доцільності $x_{\text{доц}i}$ усіх $n_{\text{зас}} = 31$ засобів:

$$\bar{x}_{\text{доц}} = \frac{1}{n_{\text{зас}}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{зас}}} x_{\text{доц}i}.$$

Таким чином, на думку експертів, для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії найбільш доцільним є використання 17 засобів ІКТ (у таблиці 2.3 їх оцінки доцільності та впевненості виділені напівжирним):

- електронні таблиці ($x_{\text{доц}} = 0,80$);

- засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень ($x_{\text{доц}} = 0,76$);
- засоби створення мультимедійних презентацій ($x_{\text{доц}} = 0,76$);
- пошукові системи загального призначення ($x_{\text{доц}} = 0,85$);
- системи підтримки навчання ($x_{\text{доц}} = 0,72$);
- текстові редактори ($x_{\text{доц}} = 0,76$);
- хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності ($x_{\text{доц}} = 0,72$);
- адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії ($x_{\text{доц}} = 0,76$);
- віртуальні хімічні лабораторії ($x_{\text{доц}} = 0,92$);
- електронні періодичні системи ($x_{\text{доц}} = 0,71$);
- засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів ($x_{\text{доц}} = 0,75$);
- навчальні ігри з хімії ($x_{\text{доц}} = 0,74$);
- науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет ($x_{\text{доц}} = 0,78$);
- програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії ($x_{\text{доц}} = 0,78$);
- тренажери та електронні практикуми ($x_{\text{доц}} = 0,85$);
- хімічні пошукові системи ($x_{\text{доц}} = 0,74$);
- хімічні редактори ($x_{\text{доц}} = 0,82$).

Із 20 засобів ІКТ загального призначення до найбільш доцільних було віднесено 7, а із 11 специфічних засобів ІКТ забезпечення профільного навчання хімії – 10.

Серед засобів ІКТ, що отримали найвищі оцінки доцільності, слід відзначити: віртуальні хімічні лабораторії; пошукові системи загального призначення; тренажери та електронні практикуми.

Найменш доцільним для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, згідно результатів анкетування, є використання експертних систем та систем управління базами даних.

2.2 Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами інформаційно-комунікаційних технологій

Виокремлення засобів ІКТ, використання яких є найбільш доцільним для формування дослідницьких компетентностей учнів, не дає відповіді на питання, які з них є провідними для формування окремих дослідницьких компетентностей. Для того, щоб дати на нього обґрунтовану відповідь, було організовано експертне оцінювання шляхом електронного анкетування фахівців: науково-педагогічних працівників та вчителів хімії, дисциплін природничого циклу та інформатичних дисциплін.

За посиланням <https://goo.gl/a33QoC> наведено текст анкети (додаток В), опрацювання результатів якої надало можливість здійснити відбір засобів ІКТ, використання яких у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є педагогічно виваженим.

У анкетуванні взяло участь 24 респонденти, серед яких 16,7 % становили вчителі шкіл, ліцеїв, гімназій, а 83,3 % – викладачі ВНЗ та наукові працівники педагогічних НДІ. Найбільшу групу склали викладачі ВНЗ, що мають звання доцента – 33,3 % від загальної кількості респондентів. Хімію викладають 50 % респондентів, 12,5 % викладають інші природничі дисципліни, а 37,5 % викладають інші дисципліни (переважно математично-інформатичного циклу). За стажем педагогічної або науково-педагогічної роботи найбільше представників – 37,5 % – становила група зі стажем роботи від 11 до 20 років. Стаж роботи менше 5 років мали 4,2 % респондентів, від 5 до 10 років – 25 %, від 21 до 30 років – 20,8 %, від 31 до 40 років – 12,5 %.

Експертам було запропоновано для кожного із 17 відібраних на попередньому етапі дослідження видів засобів ІКТ навчання хімії обрати ті дослідницькі компетентності (із 31 відібраних раніше), для формування яких даний засіб ІКТ є найбільш важливим і доцільним (провідним). Результати оцінювання подано у табл. 2.4: кожна комірка таблиці містить відсоток

експертів, що визнали засіб із стовпця, у якому знаходиться комірка, провідним для компетентності із відповідного комірки рядка.

Таблиця 2.4

Результати експертного оцінювання ролі засобів ІКТ у формуванні компонентів системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Шифр компетентності	Засіб ІКТ																	
	Електронні таблиці	Засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень	Засоби створення мультимедійних презентацій	Пошукові системи загального призначення	Системи підтримки навчання	Текстові редактори	Хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності	Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії	Віртуальні хімічні лабораторії	Електронні періодичні системи	Засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів	Навчальні ігри з хімії	Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет	Програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії	Тренажери та електронні практикуми	Хімічні пошукові системи	Хімічні редактори	Кількість провідних засобів для даної компетентності
ЗДК-01	8,3	0,0	29,2	33,3	16,7	29,2	16,7	8,3	16,7	8,3	12,5	8,3	16,7	16,7	8,3	12,5	8,3	0
ЗДК-02	20,8	12,5	25,0	20,8	16,7	20,8	12,5	12,5	29,2	4,2	8,3	12,5	16,7	16,7	8,3	12,5	4,2	0
ЗДК-03	12,5	8,3	37,5	45,8	8,3	20,8	20,8	8,3	8,3	8,3	12,5	12,5	25,0	16,7	12,5	20,8	12,5	0
ЗДК-04	0,0	12,5	20,8	37,5	12,5	8,3	16,7	4,2	4,2	4,2	0,0	25,0	54,2	20,8	12,5	0,0	4,2	1
ЗДК-05	20,8	8,3	16,7	83,3	16,7	12,5	29,2	4,2	12,5	50,0	25,0	8,3	62,5	25,0	12,5	75,0	4,2	4
ЗДК-06	20,8	45,8	25,0	41,7	25,0	16,7	25,0	33,3	25,0	16,7	12,5	66,7	58,3	37,5	37,5	29,2	12,5	2
ЗДК-07	75,0	29,2	91,7	20,8	41,7	79,2	29,2	16,7	33,3	8,3	25,0	8,3	16,7	20,8	33,3	4,2	41,7	3
ЗДК-08	16,7	29,2	58,3	4,2	20,8	62,5	16,7	16,7	20,8	8,3	25,0	29,2	16,7	29,2	29,2	16,7	4,2	2
ЗДК-09	33,3	16,7	79,2	16,7	16,7	33,3	25,0	0,0	4,2	4,2	12,5	25,0	33,3	16,7	12,5	12,5	12,5	1
ЗДК-10	37,5	12,5	41,7	25,0	58,3	25,0	95,8	16,7	4,2	4,2	0,0	41,7	29,2	29,2	8,3	4,2	8,3	2
ПДК-01	16,7	12,5	25,0	25,0	41,7	4,2	8,3	25,0	29,2	12,5	20,8	16,7	54,2	29,2	25,0	20,8	8,3	1
ПДК-02	33,3	4,2	20,8	25,0	16,7	37,5	29,2	25,0	62,5	12,5	16,7	20,8	16,7	29,2	25,0	12,5	8,3	1
ПДК-03	25,0	12,5	8,3	16,7	12,5	4,2	16,7	41,7	54,2	8,3	20,8	12,5	25,0	54,2	16,7	12,5	25,0	2
ПДК-04	0,0	0,0	0,0	20,8	16,7	0,0	4,2	29,2	54,2	4,2	25,0	25,0	37,5	29,2	25,0	16,7	8,3	1
ПДК-05	8,3	8,3	4,2	4,2	8,3	0,0	0,0	12,5	54,2	4,2	8,3	16,7	20,8	41,7	37,5	8,3	4,2	1
ПДК-06	87,5	20,8	12,5	8,3	29,2	8,3	20,8	33,3	29,2	16,7	20,8	4,2	12,5	33,3	20,8	4,2	20,8	1
ПДК-07	0,0	20,8	12,5	37,5	29,2	0,0	12,5	20,8	20,8	33,3	25,0	37,5	50,0	41,7	37,5	20,8	12,5	1
ПДК-08	58,3	4,2	4,2	12,5	4,2	16,7	12,5	20,8	41,7	16,7	54,2	12,5	20,8	37,5	16,7	16,7	12,5	2
ПДК-09	29,2	16,7	12,5	8,3	20,8	16,7	16,7	16,7	33,3	8,3	16,7	12,5	12,5	20,8	16,7	8,3	4,2	0
ХДК-01	4,2	20,8	8,3	8,3	12,5	0,0	0,0	45,8	33,3	8,3	12,5	37,5	25,0	58,3	41,7	20,8	8,3	1
ХДК-02	4,2	16,7	12,5	8,3	4,2	0,0	4,2	25,0	50,0	4,2	4,2	12,5	16,7	41,7	54,2	4,2	0,0	2

Шифр компетентності	Засіб ІКТ																																	
	Електронні таблиці	Засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень		Засоби створення мультимедійних презентацій		Пошукові системи загального призначення		Системи підтримки навчання		Текстові редактори		Хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності		Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії		Віртуальні хімічні лабораторії		Електронні періодичні системи		Засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів		Навчальні ігри з хімії		Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет		Програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії		Тренажери та електронні практикуми		Хімічні пошукові системи		Хімічні редактори		Кількість провідних засобів для даної компетентності
ХДК-03	8,3	4,2	4,2	12,5	4,2	0,0	0,0	16,7	62,5	4,2	0,0	16,7	12,5	37,5	37,5	0,0	0,0	1																
ХДК-04	12,5	8,3	8,3	4,2	8,3	0,0	0,0	25,0	62,5	4,2	12,5	12,5	20,8	33,3	41,7	8,3	8,3	1																
ХДК-05	0,0	16,7	4,2	8,3	12,5	4,2	0,0	33,3	58,3	4,2	4,2	8,3	16,7	54,2	45,8	4,2	4,2	2																
ХДК-06	12,5	29,2	29,2	37,5	45,8	37,5	16,7	41,7	33,3	62,5	37,5	37,5	20,8	62,5	33,3	33,3	62,5	3																
ХДК-07	12,5	16,7	4,2	8,3	12,5	4,2	0,0	41,7	54,2	37,5	54,2	29,2	12,5	45,8	37,5	29,2	12,5	2																
ХДК-08	8,3	25,0	12,5	8,3	20,8	8,3	4,2	29,2	25,0	50,0	66,7	29,2	16,7	45,8	37,5	37,5	33,3	2																
ХДК-09	54,2	41,7	4,2	12,5	20,8	12,5	4,2	62,5	33,3	37,5	20,8	33,3	8,3	54,2	58,3	8,3	29,2	4																
ХДК-10	4,2	20,8	20,8	12,5	20,8	16,7	4,2	37,5	37,5	29,2	54,2	25,0	16,7	37,5	29,2	29,2	20,8	1																
ХДК-11	12,5	20,8	12,5	8,3	20,8	12,5	4,2	33,3	33,3	37,5	58,3	20,8	25,0	37,5	29,2	29,2	12,5	1																
ХДК-12	16,7	25,0	8,3	12,5	20,8	8,3	4,2	41,7	58,3	29,2	20,8	41,7	16,7	45,8	33,3	16,7	12,5	1																
Кількість компетентностей, для яких засіб є провідним	4	0	3	1	1	2	1	1	10	3	5	1	5	5	2	1	1																	

Для визнання певного засобу ІКТ провідним для формуванні тієї чи іншої компетентності використовувався коефіцієнт необхідності використання даного засобу ІКТ для формування дослідницької компетентності (k_n), що визначався як відношення кількості респондентів, які вважають використання засобу необхідним для формування даної компетентності ($n_{\text{доц}}$) до загальної кількості експертів, що взяли участь у опитуванні ($n_{\text{заг}}$):

$$k_n = \frac{n_{\text{доц}}}{n_{\text{заг}}} \cdot 100\%$$

Умовою визнання певного засобу ІКТ провідним для формуванні тієї чи іншої компетентності слугувало значення коефіцієнту необхідності

використання даного засобу ІКТ для формування дослідницької компетентності $k_n \geq 50\%$ (засіб вважають необхідним не менше половини експертів).

Отримані результати надають можливість визначити:

а) кількість дослідницьких компетентностей, для формування яких певний засіб ІКТ є провідним;

б) кількість провідних засобів ІКТ для кожної дослідницької компетентності.

Так, на думку експертів, найбільш універсальним засобом ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є *віртуальні хімічні лабораторії*, оскільки вони є провідним засобом ІКТ формування десяти дослідницьких компетентностей:

1) ПДК-02 – здатності планувати експеримент ($k_n = 62,5\%$);

2) ПДК-03 – здатності грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту ($k_n = 54,2\%$);

3) ПДК-04 – здатності проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів ($k_n = 54,2\%$);

4) ПДК-05 – здатності дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту ($k_n = 54,2\%$);

5) ХДК-02 – здатності правильно використовувати хімічне обладнання і посуд ($k_n = 50\%$);

6) ХДК-03 – здатності пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту ($k_n = 62,5\%$);

7) ХДК-04 – здатності складати і використовувати прилади для виконання дослідів ($k_n = 62,5\%$);

8) ХДК-05 – здатності правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо ($k_n = 58,3\%$);

9) ХДК-07 – здатності прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції

($k_n=54,2\%$);

10) ХДК-12 – здатності розв'язувати експериментальні задачі з хімії ($k_n=58,3\%$).

Шість засобів ІКТ, на думку експертів, є досить багатофункціональними: *засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів, науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет, програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії* є провідними для формування п'яти дослідницьких компетентностей; *електронні таблиці – чотирьох;* *засоби створення мультимедійних презентацій та електронні періодичні системи – трьох* дослідницьких компетентностей.

Ще 9 засобів ІКТ із 17 запропонованих експертам можуть вважатись досить специфічними, оскільки є провідними у формуванні лише однієї або двох дослідницьких компетентностей: *пошукові системи загального призначення; системи підтримки навчання; текстові редактори; хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності; адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії; навчальні ігри з хімії; тренажери та електронні практикуми; хімічні пошукові системи; хімічні редактори.*

Для формування жодної дослідницької компетентності провідним засобом експертами не було визначено *засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень*, хоча практично половина експертів відмітила важливість даного засобу для формування таких дослідницьких компетентностей, як ЗДК-06 – здатність до критичного мислення ($k_n=45,8\%$) та ХДК-09 – здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків ($k_n=41,7\%$).

Найбільш узгодженими оцінки експертів щодо доцільності використання засобів ІКТ для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії стосувались:

– використання *електронних таблиць* для формування ПДК-06 – здатності виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження ($k_n=87,5\%$);

– використання *засобів створення мультимедійних презентацій* для формування ЗДК-07 – здатності аналізувати та оформлювати результати дослідження ($k_n=91,7\%$);

– використання *хмаро зорієнтованих засобів підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності* для формування ЗДК-10 – здатності до спільної роботи у процесі дослідження ($k_n=95,8\%$).

Засоби ІКТ загального призначення (7 засобів) у 12 випадках були визнані експертами як необхідні для формування дослідницьких компетентностей, причому 9 випадків припало на 5 загальнонаукових дослідницьких компетентностей, 2 – на 2 природничо-наукових та 1 – на хімічну компетентності. Специфічні засоби ІКТ забезпечення профільного навчання хімії (10 засобів) у 34 випадках були визнані експертами як необхідні для формування дослідницьких компетентностей, причому 6 випадків припало на 3 загальнонаукових дослідницьких компетентності, 8 – на 7 природничо-наукових та 20 – на 12 хімічних компетентностей.

Таким чином, засоби ІКТ загального призначення необхідні, переважно, для формування загальнонаукових, а специфічні засоби забезпечення профільного навчання хімії – для формування хімічних та природничо-наукових дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії (рис. 2.1). Також можна відзначити, що специфічні засоби забезпечення профільного навчання хімії виявились більш поліфункціональними та універсальними, ніж засоби ІКТ загального призначення.

Із 31 дослідницької компетентності такими, для яких було визначено декілька провідних засобів ІКТ їх формування, виявились 27, і лише для 4 компетентностей провідного засобу ІКТ визначено не було: ЗДК-01 – здатність формулювати гіпотезу дослідження; ЗДК-02 – здатність планувати шляхи перевірки гіпотези; ЗДК-03 – здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження; ПДК-09 – здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації. Слід відмітити, що із 4

компетентностей, для яких не було визначено провідних засобів ІКТ їх формування, 3 є представниками групи загальнонаукових, а 1 – природничо-наукових компетентностей. Таким чином, найбільший вплив засоби ІКТ мають на формування хімічних та природничо-наукових компетентностей.

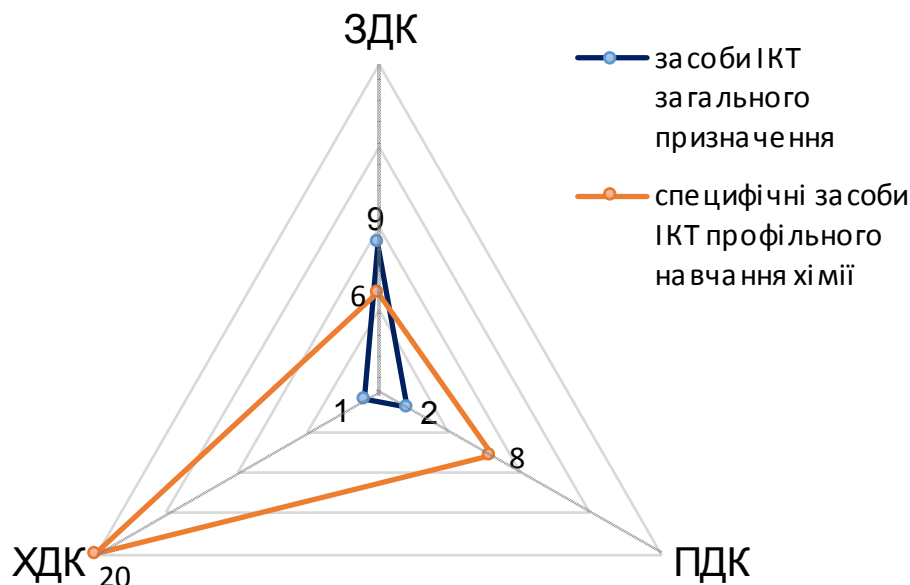


Рис. 2.1. Доцільність використання засобів ІКТ загального та спеціального призначення для формування різних груп дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії

Найбільше підтримане засобами ІКТ формування чотирьох дослідницьких компетентностей: ЗДК-05 – здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (4 засоби); ЗДК-07 – здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження (3 засоби); ХДК-06 – здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (3 засоби); ХДК-09 – здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків (4 засоби) (рис. 2.2, 2.3, 2.4). Із інших 23 ІКТ-підтримуваних дослідницьких компетентностей для формування 14 необхідно лише по одному засобу ІКТ, а для формування 9 – по два засоби.

Встановлення зв'язків між засобами ІКТ та дослідницькими компетентностями старшокласників, для формування яких ці засоби є провідними, надає можливість побудувати комплекс засобів ІКТ формування

дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії (рис. 2.5).

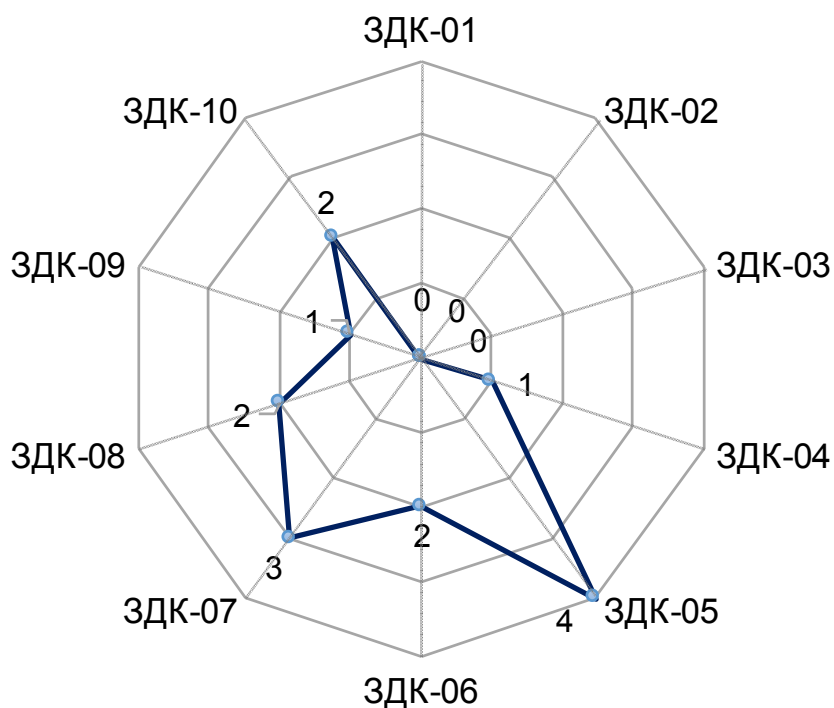


Рис. 2.2. Кількість провідних засобів ІКТ формування загальнонаукових дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

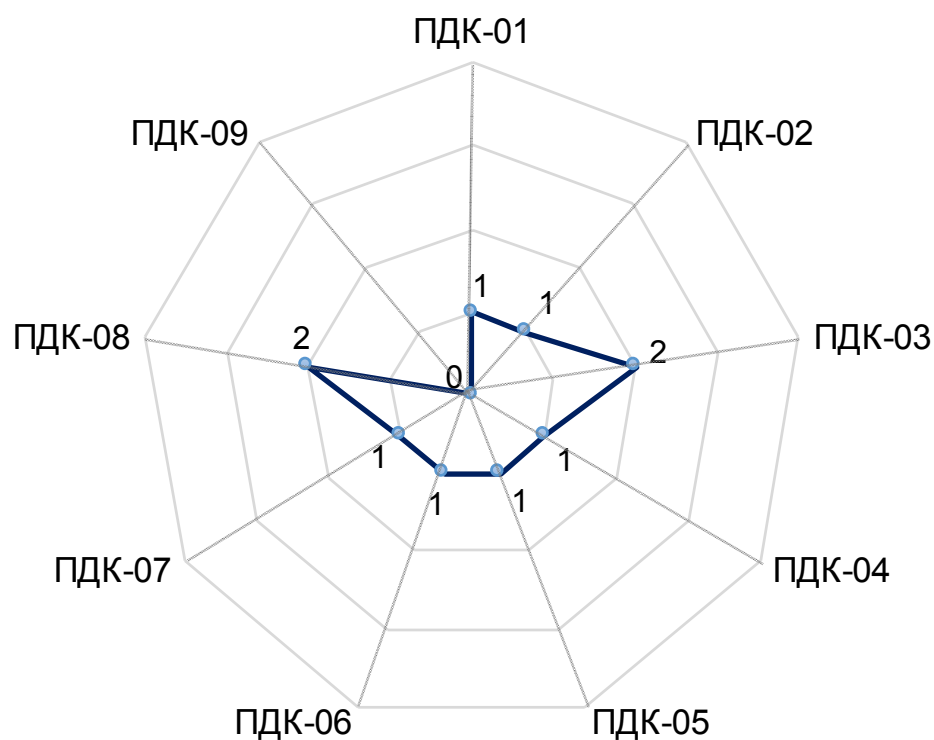


Рис. 2.3. Кількість провідних засобів ІКТ формування природничо-наукових дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

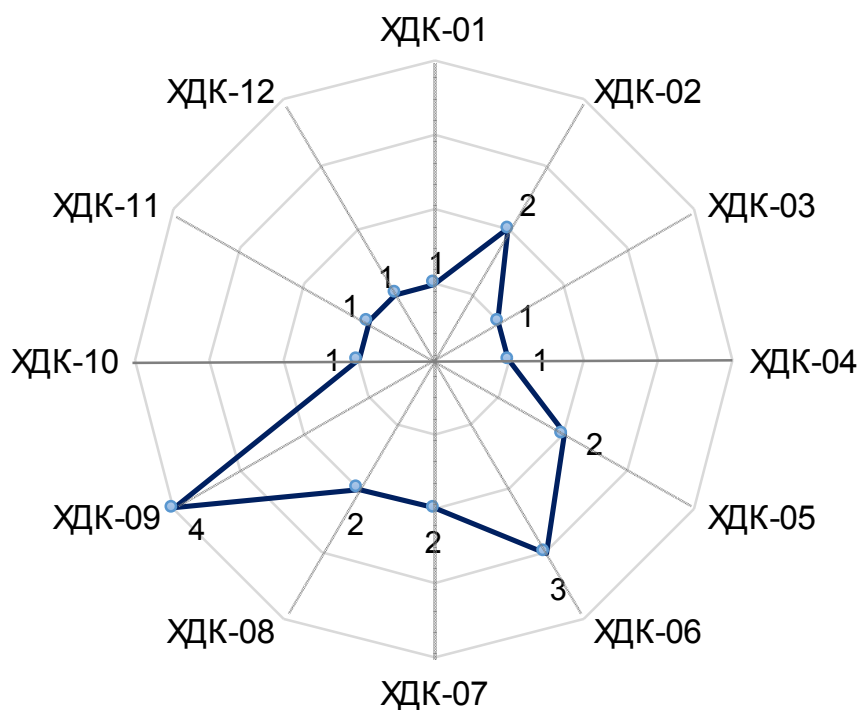


Рис. 2.4. Кількість провідних засобів ІКТ формування хімічних дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

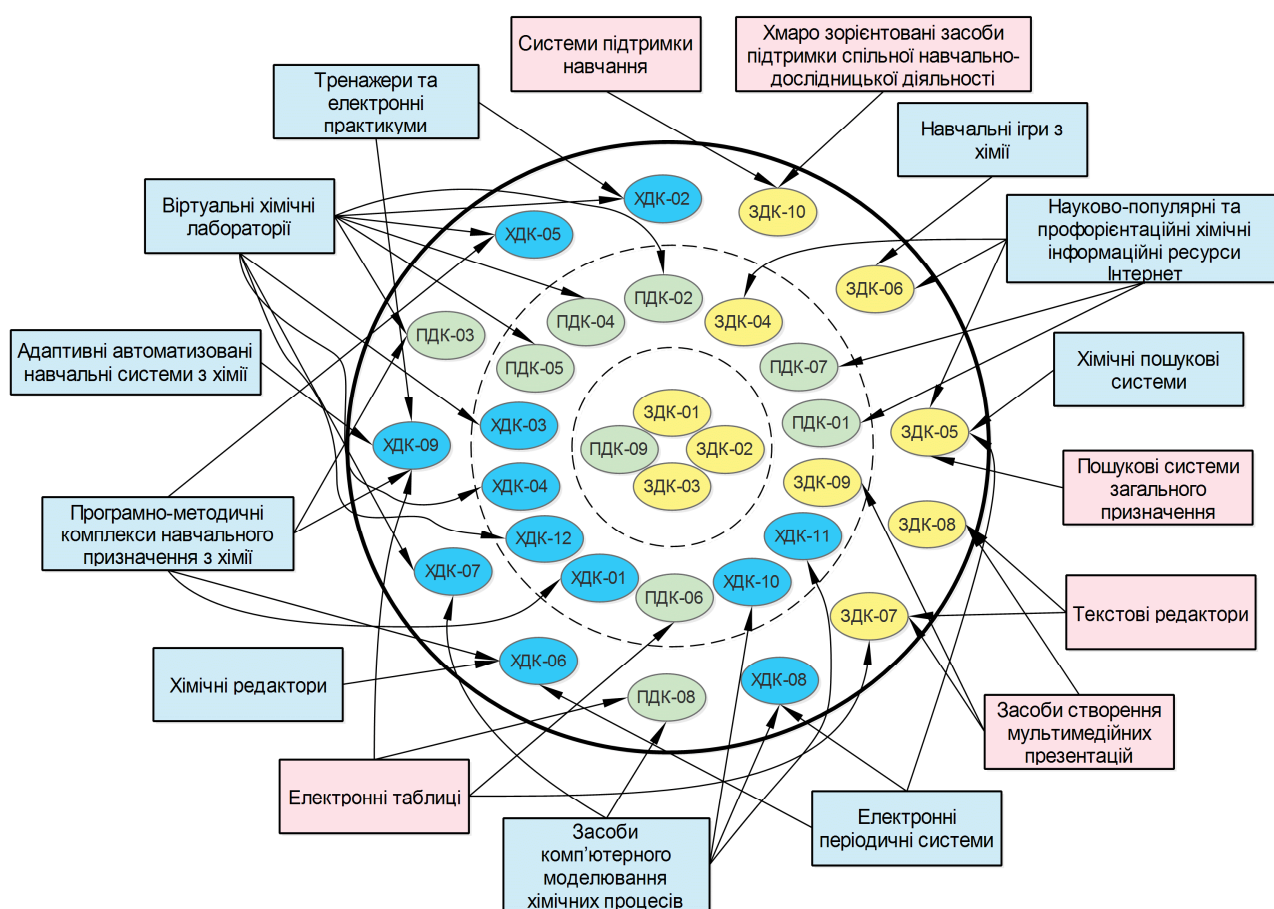


Рис. 2.5. Взаємозв'язок засобів ІКТ з формуванням системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

На рис. 2.5 дослідницькі компетентності, які формуються у профільному навчанні хімії, згруповані у трьох концентричних колах відповідно до кількості засобів ІКТ, які є провідними для їх формування: 1) центральну частину займають 3 загальнонаукові та 1 природничо-наукова дослідницькі компетентності, для яких не були виділені провідні засоби ІКТ; 2) середній прошарок складають 2 загальнонаукові, 6 природничо-наукових та 6 хімічних дослідницьких компетентностей, для формування яких провідним є тільки один засіб ІКТ; 3) зовнішню частину складають 5 загальнонаукових, 2 природничо-наукові та 6 хімічних дослідницьких компетентностей, для формування яких виокремлено декілька провідних засобів ІКТ.

Засоби ІКТ розміщені ззовні від ядра системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, а стрілками показано зв'язки між засобами ІКТ та дослідницькими компетентностями, для формування яких вони є провідними.

Спроектований комплекс засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії був покладений в основу моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ (рис. 2.6).

Структурно-функціональна модель [180] формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ включає компоненти, об'єднані у чотири блоки: цільовий, концептуальний, технологічний та діагностично-результатний, які розташовані у логічній послідовності поступового переходу від мети до результатів. Компонентами моделі, що забезпечують взаємозв'язок усіх блоків, є:

1) *методологічні підходи:*

– *системний підхід* застосовано на різних рівнях: на рівні моделі у цілому, на рівні системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії в концептуальному блоці, на рівні системи засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії та на рівні технологічної підсистеми методики їх

використання в технологічному блоці;

– *особистісно-діяльнісний підхід* покладено в основу допрофесійної підготовки учнів у профільному навчанні хімії в цільовому блоці, технологічної підсистеми методики використання засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії в технологічному блоці, добору засобів оцінювання, моніторингу та діагностики рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів у діагностично-результатному блоці;

– застосування *компетентнісного підходу* зумовлено суспільною потребою у компетентних фахівцях з хімії та визначає провідну мету діяльності у цільовому блоці (формування дослідницьких компетентностей старшокласників), зміст профільного навчання хімії та систему дослідницьких компетентностей старшокласників в концептуальному блоці, систему засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії в технологічному блоці, засоби діагностики, критерії оцінювання, показники та рівні сформованості дослідницьких компетентностей у діагностично-результатному блоці;

– *когнітивний підхід* визначає межі та напрями застосування ІКТ для підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів;

2) *інформаційно-комунікаційні технології* є засобом досягнення поставленої мети у цільовому блоці, а їх розвиток взаємообумовлений змінами у професійній діяльності фахівців з хімії; їх використання нормативно регламентовано у концептуальному блоці та конкретизовано у технологічному та діагностично-результатному блоках;

3) *принципи*:

– *загальнодидактичні принципи навчання* були використані для добору засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у технологічному блоці;

– *конкретнодидактичні принципи профільного навчання* застосовані: в концептуальному блоці для проектування змісту профільного навчання хімії та

системи дослідницьких компетентностей старшокласників; у технологічному блоці для вибору форм організації навчально-дослідницької діяльності учнів та засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей; у діагностично-результатному блоці для вибору засобів діагностики;

– *конкретнодидактичні принципи навчання хімії* застосовані при проектуванні змісту профільного навчання хімії в концептуальному блоці та доборі методів профільного навчання хімії в технологічному блоці.

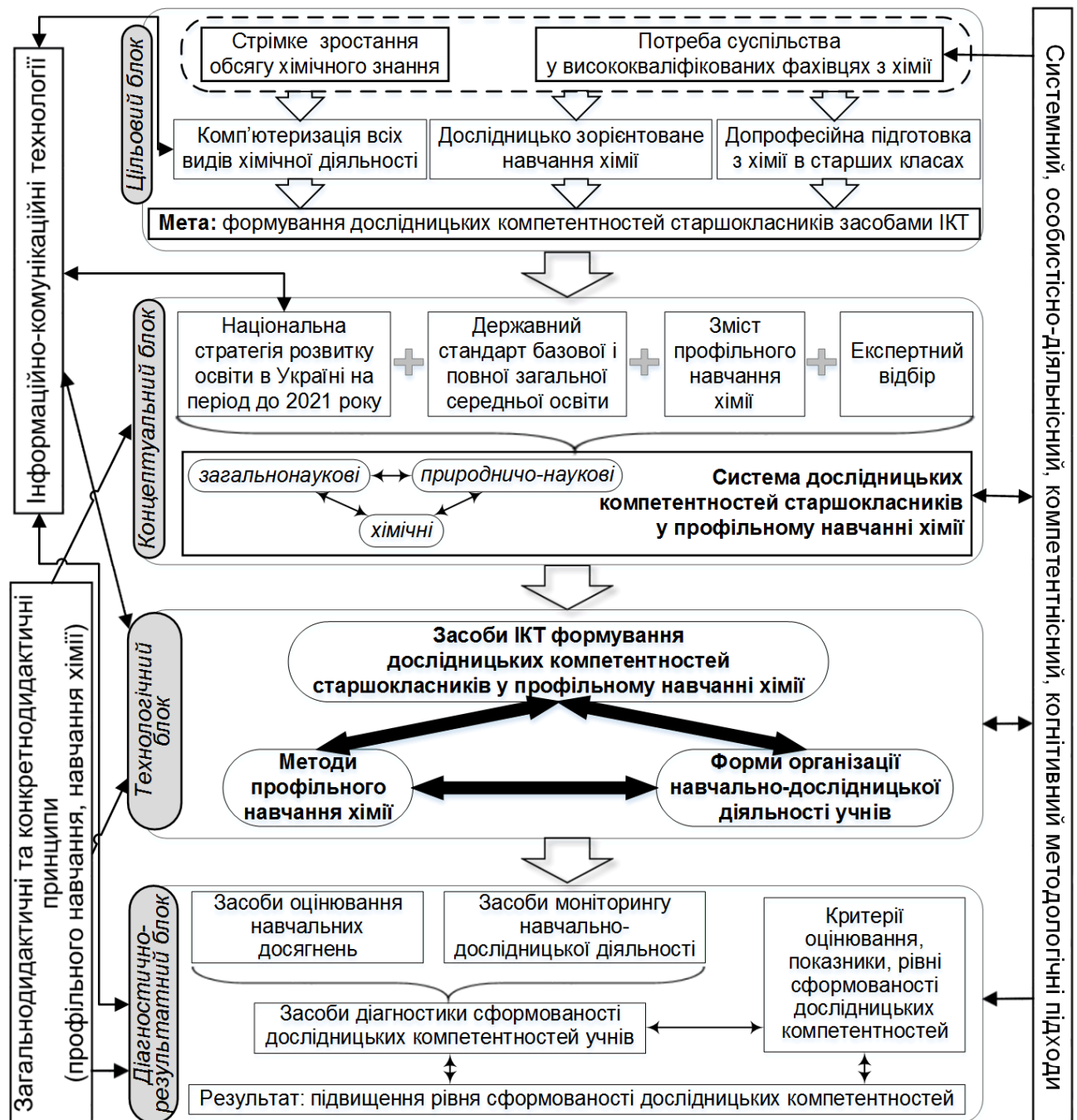


Рис. 2.6. Модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ

Як зазначає В. Ю. Биков, потреба у розвитку, модернізації освіти обумовлені збільшенням обсягу наукових відомостей, швидкою зміною техніки і технологій, зміною соціально-економічних потреб суспільства та індивідуальними потребами людини, яка бажає здобути освіту [59, с. 285]. У моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ стрімке зростання обсягу хімічного знання та потреба суспільства у висококваліфікованих фахівцях з хімії тісно пов'язані з комп'ютеризацією усіх видів хімічної діяльності, допрофесійною підготовкою з хімії у старших класах та дослідницько зорієнтованим навчанням хімії. Ці компоненти визначають мету – формування дослідницьких компетентностей старшокласників засобами ІКТ – і разом утворюють *цільовий блок* моделі.

Концептуальний блок є відображенням сучасних підходів до впровадження компетентнісного підходу у профільне навчання хімії. Відбір компонентів системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії ґрунтувався на нормативних документах (Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [265] та Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [256]), змісті навчання хімії та експертному оцінюванні як основному інструменті відбору. У результаті було створено систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, розподілених на три групи: загальнонаукові, природничо-наукові та хімічні.

Центральне місце у *технологічному блоці* займають засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, взаємопов'язані із методами профільного навчання хімії та формами організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії. Оскільки навчально-дослідницька діяльність учнів є головною рушійною силою у формуванні та розвитку дослідницьких компетентностей учнів з хімії, саме тому її форми та засоби ІКТ її підтримки становлять основу цього блоку. На уроках хімії провідними формами організації навчально-дослідницької

діяльності учнів є розв'язування навчально-дослідницьких задач, практичні та лабораторні роботи, допоміжними – дискусії, конференції, семінари та інші нестандартні уроки. У позаурочній навчально-дослідницькій діяльності учнів провідними формами організації є навчально-дослідницькі проекти, індивідуальні навчально-наукові дослідження, робота в Малій академії наук України, хімічні практикуми, ужитковий та домашній хімічний експеримент, хімічні гуртки, факультативи, олімпіади, конкурси, а допоміжними – навчальні екскурсії до хімічних лабораторій, конференції, хімічні товариства та тематичні форуми. Методи профільного навчання хімії, як найбільш сприятливого для розвитку дослідницьких компетентностей учнів з хімії виду диференціації й індивідуалізації навчання, також взаємопов'язані із формами та засобами ІКТ підтримки навчально-дослідницької діяльності. Провідними методами навчання хімії у процесі формування дослідницьких компетентностей учнів є хімічний експеримент (натурний та модельний) та розв'язання хімічних задач.

Діагностично-результатний блок включає прогнозований результат застосування моделі – підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Діагностика ефективності досягнення результату здійснюється із застосуванням комплексу критеріїв оцінювання, показників, рівнів сформованості дослідницьких компетентностей, що розроблені із урахуванням компетентнісного підходу, принципів навчання, профільного навчання та навчання хімії, та засобів для діагностики сформованості дослідницьких компетентностей учнів, що переважно орієнтовані на застосування ІКТ оцінювання навчальних досягнень та моніторинг навчально-дослідницької діяльності учнів.

2.3 Методика використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

2.3.1 Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» в системі профільного навчання хімії

Сучасна система шкільної хімічної освіти України продовжує удосконалюватися, враховуючи еволюціонування наукових і методичних ідей, досвіду та змін у цінностях освіти і розумінням їх у суспільстві. Зміни відбуваються не лише у змісті профільного навчання, але і у змісті державного освітнього стандарту з хімії. Л. П. Величко [79], зокрема, виділяє наступні суперечності у предметному змісті шкільної хімічної освіти:

– між академічними і практичними знаннями та між обсягом знань і можливостями учнів – їх причинами є скорочення кількості годин у навчальних планах, незадовільний стан матеріальної бази, зменшення можливостей для здійснення хімічного експерименту, в тому числі через внесення необхідних для його проведення речовин до списку прекурсорів та жорсткі вимоги техніки безпеки, що значно зменшують мотивацію навчання хімії;

– між знаннями, що становлять культурний фонд і новітніми науковими знаннями – через неможливість методично не обґрунтованого перенесення нових наукових знань до змісту освіти, і певною відірваністю змісту навчальних програм і підручників від сучасних проблем хімічної науки і виробництва, викликаних їх бурхливим розвитком;

– між вузькопредметними, міжпредметними та інтегративними знаннями – через неузгодженість навчальних програм предметів природничого циклу;

– між готовими знаннями і самостійно здобутими – через психологічну налаштованість учителів на передачу готових знань, а учнів – на їх здобуття; відсутність мотивації до самонавчання; порушення співвідношення самоосвітньої та інформаційної функцій підручника;

– між задекларованим компетентнісним підходом та його реалізацією, що

проявляється у неузгодженості ключових компетентностей з рівнями навчальних досягнень учнів, розбіжність у визначенні вимог до рівня підготовки учнів у державному стандарті і навчальних програмах, у недосконалості індикаторів (вимірників) оволодіння компетенціями.

У профільному навчанні хімії основними шляхами подолання цих суперечностей є застосування спецкурсів, зміст яких може бути модернізований суттєво швидше за основний зміст навчання хімії, та засобів ІКТ навчання хімії, застосування яких сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів.

Прикладом такого спецкурсу у профільному навчанні хімії в середній школі може бути курс «Основи кількісного хімічного аналізу». За різних рівнів профільного навчання його зміст може бути реалізований: 1) у вигляді однойменного факультативного курсу; 2) як складова спецкурсу «Основи хімічного аналізу»; 3) як частина навчальної дисципліни «Хімія».

Перші спроби введення хімічного аналізу (аналітичної хімії) у навчально-виховний процес загальноосвітніх шкіл відбувались іще в 1930-х роках (об'ємом 48 годин у міських школах і 44 години у сільських). У 1935 році було видано підручник для учнів 10-х класів середніх шкіл [83], що містив три основні розділи, необхідні для вивчення основ аналітичної хімії, які присутні й у сучасних підручниках: теоретичні основи хімічного аналізу, якісний хімічний аналіз та кількісний хімічний аналіз. Як розділ основного курсу хімії, аналітична хімія проіснувала один рік і за браком часу була виключена з навчальної програми. Але досвід навчання аналітичної хімії в школі, що було накопичено за цей час, ліг в основу розробки змісту і методики її навчання, ефективність яких була експериментально перевірена у лабораторії методики хімії Інституту методів навчання Т. М. Дризовською [126, с. 5-6] та О. М. Неймарком [129, с. 118].

Упровадження вивчення основ кількісного хімічного аналізу у старшій школі, таким чином, можна простежити ще з радянських часів. Як зазначає С. В. Дьякович [129], перед загальноосвітньою школою завжди стояла

проблема врахування індивідуальних інтересів, схильностей, здібностей учнів при вивченні основ наук, зокрема хімії. Таким чином, ще наприкінці 1960-х рр. була обґрунтована необхідність диференціації навчання з урахуванням інтересів і направленості особистості школярів. У радянській школі диференціація навчання здійснювалась за двома напрямками:

- відкриття спеціалізованих шкіл та класів;
- організація у загальноосвітніх школах факультативних занять за вибором [129, с. 5].

Відкриття спеціалізованих хімічних шкіл та класів, в яких хімія вивчалась поглиблено і за спеціальними програмами, дозволяло сформувати в них учнівські колективи зі спільними пізнавальними інтересами і значно підвищити рівень теоретичної, практичної і загальнонаукової підготовки учнів. Але відкриття спеціалізованих хімічних шкіл та класів пов'язане з цілою низкою організаційних труднощів, в тому числі з необхідністю створення специфічної матеріальної бази, а тому кількість подібних закладів була обмеженою – їх створення було доцільним лише у великих містах, як правило у співробітництві з місцевими ВНЗ.

Поглиблене вивчення хімії у спеціалізованих навчальних закладах включало і вивчення у 9-10-х класах курсу «Основи хімічного аналізу», а в 10-11-х класах курсів «Хімія в промисловості» або «Хімія у сільському господарстві» (в залежності від виробничого оточення школи). Вивчення даних предметів мало на меті посилити політехнічну підготовку учнів, їх професійну орієнтацію, створювало можливість підготувати лаборантів широкого профілю для роботи у хімічних лабораторіях [324].

Методиці навчання основ хімічного аналізу в старшій школі присвячені роботи В. І. Астафурова [42], В. Н. Верховського [83], П. І. Воскресенського [88], Н. Грос (Nataša Gros) [7], С. В. Дьяковича [129], Т. М. Дризовської [126], О. С. Москаленка [199], О. М. Неймарка [88], Н. В. Романової [277].

Організація факультативів хімічного спрямування у загальноосвітніх школах виявилась більш гнучким і масовим шляхом здійснення диференціації

навчання, оскільки дозволила врахувати не тільки особисті інтереси і здібності учнів, але і місцеві особливості та професійну спрямованість, матеріальні можливості навчальних закладів тощо. Так, результати досліджень Т. М. Дризовської засвідчили ефективність і доцільність проведення факультативних занять з хімічного аналізу у старших класах школи, що у комбінації з виробничою практикою учнів у хімічних лабораторіях (переважно на промислових підприємствах) надавало можливість одержувати учням кваліфікацію лаборанта навіть без додаткової професійної підготовки [126, с. 3-6].

Перші хімічні факультативи виникали в 1950-х роках з ініціативи вчителів, а офіційно були введені в школи Радянського Союзу на підставі постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР від 10 листопада 1966 року. Серед рекомендованих курсів, що поглиблювали знання з хімії, був і курс «Основи хімічного аналізу», який рекомендувалося проводити для учнів 9-10-х класів. У подальшому, в процесі реформ і затвердження нових навчальних планів, перелік факультативних курсів з хімії неодноразово змінювався, уточнювався та удосконалювався їх зміст, проте місце курсу «Основи хімічного аналізу» залишалось без змін [129, с. 6-8].

Як показав досвід, курс «Основи хімічного аналізу» сприяє поглибленню знань учнів з неорганічної хімії, формує у них уміння і навички практичної роботи в хімічній лабораторії, розвиває здібності учнів і підтримує їх бажання присвятити себе роботі за хімічною спеціальністю. Загальний обсяг курсу «Основи хімічного аналізу» у 1980-х рр. становив 136 годин [324, с. 70].

Т. М. Дризовська пропонувала розпочинати вивчення факультативного курсу хімічного аналізу у восьмому класі: ознайомити учнів з обладнанням та прийомами роботи у хімічних лабораторіях. Протягом дев'ятого класу ознайомити учнів з елементами якісного та кількісного хімічного аналізу, а у десятому класі – із елементами технічного аналізу у лабораторіях промислових підприємств, підкреслюючи, таким чином, зв'язок курсу хімічного аналізу з курсом «Основи промислового виробництва» [126, с. 7].

Таке розташування факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» у структурі шкільної хімічної освіти пояснювалось тим, що протягом навчання у восьмому класі і першій половині навчального року дев'ятого класу відбувалось вивчення матеріалу, що становить теоретичний базис аналітичної хімії – тем «Класи неорганічних сполук», «Розчини», «Теорія електролітичної дисоціації», «Основні закономірності перебігу хімічних реакцій», а також відбувалось ознайомлення учнів з окремими хімічними реакціями, за допомогою яких відбувається виявлення певних хімічних речовин – якісних реакцій.

З іншого боку слід зазначити, що при вивченні якісного і кількісного хімічного аналізу нового підкріплення і конкретизації отримує теоретичний матеріал, що стосується взаємодії між основними класами неорганічних сполук, розчинів, теорії індикаторів, періодичного закону Д. І. Менделєєва, окисно-відновних хімічних реакцій, теорії електролітичної дисоціації, явища амфотерності тощо [126, с. 20].

С. В. Дьякович розподіляє усі хімічні факультативні курси на три групи:

– систематичні – поглиблюють теоретичні знання учнів та їх практичну підготовку, одержані в основному курсі хімії, з якими дані курси погоджені тематично і у часі;

– спеціальні – їх тематика пов'язана лише з деякими розділами основного курсу хімії;

– прикладні – пов'язані з основним курсом хімії і ознайомлюють учнів із застосуванням теоретичних знань на практиці.

Факультативний курс «Основи хімічного аналізу» С. В. Дьякович відносить до спеціальних [129].

До занять факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» в 9-10-х класах було рекомендовано залучати учнів, що виявили підвищений інтерес до хімії і роботі у хімічних лабораторіях. Мета, задачі і зміст факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» були ідентичні таким у програмі для відповідного курсу, що вивчався у 9-10-х класах шкіл з поглибленим

теоретичним і практичним вивченням хімії. Рекомендований обсяг факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» також становив 136 годин і міг бути зміненим [324, с. 102].

Окремі знання з аналітичної хімії висвітлювались як у основному курсі хімії, так і у численних хімічних факультативних курсах і гуртках. Поглиблене вивчення хімії навколишнього середовища, неорганічної, органічної та біологічної хімії, різноманітних прикладних аспектів застосування хімічних знань, що відбувалось в межах системи факультативних курсів з хімії та хімічних гуртків, спиралось на відомості про якісний і кількісний склад об'єктів дослідження, що були отримані в результаті проведення хімічного аналізу, і розвивало навички учнів проводити подібні аналітичні дослідження [86].

На сучасному етапі розвитку хімічної освіти в Україні вивчення основ аналітичної хімії реалізовано у вигляді практикуму «Основи хімічного аналізу» обсягом 70 годин, вивчення якого передбачено у 10-х класах шкіл із поглибленим вивченням хімії [325]. Зміст практикуму «Основи хімічного аналізу» відповідає змістові курсу «Основи хімічного аналізу», що вивчався у радянській школі. Їх порівняння подано у вигляді таблиці у додатку Г.

Велика кількість рекомендованих Міністерством освіти та науки України програм факультативних курсів та курсів за вибором містить окремі відомості з основ аналітичної хімії або сприяють формуванню певних навичок проведення якісного і кількісного хімічного аналізу [201; 202]. Орієнтовний перелік таких курсів подано у додатку Ж.

Аналітична хімія є не лише окремою галуззю хімічної науки, вона також тісно пов'язана і впливає на розвиток інших галузей хімії та природничих наук: загальної та неорганічної хімії, органічної та біологічної хімії, хімічної технології, фізики, геохімії та геології тощо [42; 88; 277]. Завдання якісного хімічного аналізу полягає у виявленні хімічних елементів або йонів, що входять до складу речовини або суміші, ідентифікації хімічних сполук. Кількісний хімічний аналіз має на меті встановлення кількісних співвідношень хімічних

елементів у сполуках та сумішах, визначення концентрацій або відносних кількостей їх компонентів. Як у процесі практичного застосування, так і у процесі вивчення аналітичної хімії, якісний аналіз передує кількісному – встановлення якісного складу речовини дозволяє правильно обрати тактику визначення кількісного її складу [88; 277]. Хоча Т. М. Дризовська описує педагогічний досвід окремих вчителів, що у 1950-х роках проводили підготовку учнів до професії лаборантів за скороченим факультативним курсом, з якого було виключено вивчення елементів якісного хімічного аналізу, а увесь навчальний час приділено елементам кількісного та технічного аналізу, що використовуються у хімічних лабораторіях промислового об'єкта, що вивчається [126, с. 8]. Лабораторні операції, що передбачені програмами факультативного курсу хімічного аналізу, є типовими, що дає можливість учням успішно готуватись до професії хіміка-лаборанта [126, с. 239].

Кількісний хімічний аналіз є невід'ємною частиною – окремим розділом – курсу «Основи хімічного аналізу». Спочатку у навчальних програмах радянської школи до змісту розділу «Кількісний аналіз» входило вивчення класичних методів аналізу: вагового (гравіметричного) і об'ємного (титриметричного). Фізико-хімічні методи аналізу – хроматографія, колориметрія і потенціометрія – розглядалися у межах окремого розділу. Згодом фізико-хімічні методи аналізу, які переважно використовуються для встановлення кількісного вмісту компонентів у об'єктах дослідження, увійшли до змісту розділу «Кількісний хімічний аналіз».

Як класичні, так і фізико-хімічні методи аналізу розглядаються в межах практикуму «Основи хімічного аналізу» для шкіл з поглибленим вивченням хімії [325].

У системі хімічної освіти Росії формування знань учнів з кількісного хімічного аналізу відбувається в процесі вивчення таких факультативних курсів, як «Основи хімічних методів дослідження речовини» для учнів 10-11 класів, обсягом 34 години [249], «Основи хімічного аналізу» для учнів 10-11 класів хімічного профілю обсягом 34 години [127], «Основи кількісного

хімічного аналізу» для учнів 9-10 класів обсягом 32 години [158] та елективних курсів «Основи хімічного аналізу» для учнів 10 класів обсягом 30 годин [344] і «Лаборант хімічного аналізу» для учнів 10 класів обсягом 68 годин [232].

У школах дальнього зарубіжжя кількісний хімічний аналіз практично не вивчається на рівні школи. Лише останнім часом в практику європейських спеціалізованих шкіл у рамках проекту «Леонардо да Вінчі» вводиться курс «Аналітична хімія для шкіл» обсягом 150 годин [7; 8; 9]. Проект здійснюється за підтримки Європейської комісії і має на меті введення інноваційних методів навчання аналітичної хімії, збільшення частки лабораторних робіт із використанням сучасного інструментарію аналітичної хімії для поглиблення знань з аналітичної хімії студентів професійних шкіл, учнів спеціалізованих шкіл, формування у них навичок роботи з обладнанням, реактивами, застосування теоретичних знань з аналітичної хімії на практиці [9].

Аналіз навчальних програм з хімії [296; 325] показав, що окремі елементи якісного хімічного аналізу є незмінними частинами програм вивчення хімії за рівнем стандарту, академічним та профільними рівнями. Обсяг цих знань, очевидно, є різним – профільне вивчення хімії передбачає більш детальне ознайомлення учнів з виявленням окремих катіонів і аніонів у розчинах. Що стосується кількісного хімічного аналізу, то окремі фрагменти його зустрічаються лише у програмі вивчення хімії на профільному рівні, а теоретична база на необхідному для ефективного сприйняття знань з кількісного хімічного аналізу рівні вивчається у 10-х класах з профільним вивченням хімії. Порівняння обсягів матеріалу з якісного і кількісного аналізу, що входять до типових програм навчання хімії, подано у додатку Д.

Профільне навчання, зокрема хімії, перш за все орієнтоване не на збільшення обсягу інформації, яка надається для вивчення, а на формування в учнів умінь осмислити не лише процеси і явища довкілля, але й пізнати власну індивідуальність, зробити відповідний своїй внутрішній структурі вибір майбутньої професійної діяльності. Таким чином, проектування профільного навчання потребує перш за все суттєвих змін у змісті і формах його

організації [95].

Саме тому однією з головних відмінностей профільного навчання є використання в профільному навчанні ряду нових форм і методів урочної і позаурочної роботи (елементи лекційно-семінарської системи, проектна і дослідницька діяльність школярів, експериментальні завдання, наукові експедиції тощо) [173].

Найважливішою формою урочної роботи в класах хімічного профілю є лабораторні і практичні заняття (роботи). На них учні працюють самостійно, користуючись інструкціями підручника. Виконуючи ці роботи, вони мають можливість користуватися довідковою літературою. Консультуючись з учителем, учні можуть виконати експериментальну частину роботи і скласти звіт про її виконання. У цьому вони підтверджують своє вміння застосовувати теоретичні знання для виконання практичних завдань: дають відповіді на теоретичні питання, описують і пояснюють спостереження [107].

Лабораторні дослідження виконуються учнями (індивідуально, по групах або фронтально) під наглядом вчителя з метою одержання нових знань і набуття навичок роботи з хімічним посудом, обладнанням, реактивами. Лабораторний дослід є різновидом самостійної роботи, спрямованої на більш продуктивне засвоєння матеріалу і вдосконалення експериментальних умінь і навичок [161]. На відміну від практичної роботи, лабораторний дослід є, як правило, короткотривалим.

Практична робота виконується учнями самостійно наприкінці вивчення окремої теми. Під час практичної роботи учень застосовує здобуті знання в нових ситуаціях, вдосконалює експериментальні вміння і навички, поглиблює і закріплює розуміння явищ і закономірностей, що розглядалися раніше. Практичні роботи сприяють формуванню в учнів самостійності, відповідальності, розвитку логічного мислення, уміння робити висновки тощо [161]. Оскільки практична робота при вивченні основ кількісного безпосередньо пов'язана з одержанням певного результату, це є додатковим стимулом для активізації пізнавальної діяльності учнів, демонстрацією

практичної значущості одержаних теоретичних знань і практичних умінь і навичок, способом перевірки засвоєння учнями знань і сформованості умінь і навичок виконання експериментальної роботи.

Розв'язання хімічних задач є одним із найважливіших засобів застосування знань і умінь учнів на практиці. Теоретичний матеріал з хімії, включений до умов задач та вправ, і вміння розв'язувати задачі становлять єдину систему хімічних знань, яка забезпечує свідоме засвоєння знань учнями [51]. Кожна практична робота з кількісного хімічного аналізу, на нашу думку, представляє собою певну хімічну задачу, для розв'язання якої необхідно виконати як певний комплекс дій з реагентами та обладнанням, так і правильно зафіксувати та інтерпретувати результати дослідження, зробити відповідні розрахунки.

Традиційно вважається, що факультативні заняття з хімії – це особлива організаційна форма навчання, яка займає проміжне місце між уроками і позаурочною роботою, оскільки з одного боку ці заняття добровільні, учні беруть в них участь за бажанням відповідно до своїх інтересів, а з іншого – проводяться за певною програмою, включені в розклад і навантаження вчителя. Факультативні заняття з хімії покликані створити умови для поглиблення загальноосвітніх хімічних знань і допрофесійної підготовки учнів, розвитку інтересів і здібностей учнів до хімії, оволодіння методами хімічної науки [73]. Останнім часом факультативи все частіше мають хіміко-екологічне або хіміко-валеологічне спрямування.

Дослідження Ю. К. Бабанського [44] та М. І. Махмутова [184] підтверджують, що вибір будь-якого методу та методичних прийомів навчання викладачем визначається наступними основними факторами: а) відповідністю цілям і завданням навчання і розвитку; б) відповідністю змісту навчального матеріалу, що вивчається; в) відповідністю реальним навчальним можливостям учнів: віковим (фізичним, психічним), рівню підготовленості, особливостям колективу класу; г) відповідністю можливостям вчителів, що визначаються їх досвідом, рівнем психолого-педагогічної підготовки, методичною підготовкою;

д) ступенем оснащення навчального закладу засобами навчання (хімічними реактивами, посудом, приладами, комп'ютерами, комп'ютерними програмами тощо).

Методи профільного навчання хімії характеризуються як спільними для всіх методів навчання ознаками, так і цілим рядом особливих, що витікають з особливостей хімії як науки. Специфіка методів профільного навчання хімії полягає, з одного боку – у специфіці змісту і методів хімії як експериментально-теоретичної науки, а з іншого – в особливостях пізнавальної діяльності учнів, необхідністю пов'язувати реальні властивості і перетворення речовин з недоступними чуттєвому пізнанню змінами у мікросвіті, для чого учням доводиться оперувати гіпотетичними, уявними образами, зрозуміти які можна тільки користуючись теоретичними, модельними уявленнями [334, с. 64]. Ще одна специфічна ознака методів профільного навчання хімії полягає у застосуванні в процесі викладання навчального хімічного експерименту, хімічної символіки, моделей об'єктів мікросвіту і процесів хімічних виробництв тощо [73, с. 84-142].

Методи профільного навчання хімії можна класифікувати на підставі різних ознак. Використовувані у факультативному курсі «Основи кількісного хімічного аналізу» методи навчання можна класифікувати за такими ознаками:

– *за джерелом знань* (С. Г. Шаповаленко [337], І. Т. Огородніков [229] та ін.): а) словесні (методи усного викладення матеріалу): розповідь, міркування, доказ, бесіда, читання вголос, лекція, семінар, прес-конференція тощо; б) наочні (демонстраційні або ілюстративні): демонстраційний експеримент, демонстрація наочних посібників, моделей, схем, таблиць тощо; в) практичні: робота з хімічним обладнанням, посудом та реактивами, проведення хімічних дослідів, опрацювання результатів дослідів, хімічні розрахунки та задачі тощо;

– *за характером навчально-пізнавальної діяльності* (І. Я. Лернер [304], М. М. Скаткін [120; 289]): пояснювально-ілюстративний метод (інформаційно-рецептивний), під час якого учень засвоює готові знання, що повідомляються йому у різній зовнішній формі (розповідь, лекції, демонстрації тощо);

репродуктивний; проблемний (проблемне викладання знань); евристичний (частково-пошуковий) метод, тобто метод частково-самостійних відкриттів, що здійснюються самостійно за вказівками та при керуючій ролі вчителя; дослідницький метод;

– за видом навчально-пізнавальної діяльності (Ю. К. Бабанський [44], Г. І. Щукіна [345] та ін.): методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності (словесні, наочні, практичні); методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності (методи стимулювання інтересу до навчання – мотивація: пізнавальні заходи, навчальні дискусії; методи стимулювання обов'язків та відповідальності – метод роз'яснення мети навчального предмета; вимоги до вивчення предмета; заохочення та покарання у навчанні); методи контролю та самоконтролю (методи усного контролю, самоконтролю, письмового контролю та самоконтролю, методи лабораторно-практичного контролю та самоконтролю).

Методи, що використовуються на факультативних заняттях, часто нагадують методи вищої школи (лекції, семінарські заняття), велика роль відводиться самостійній роботі учнів, проблемному підходу. Факультативні заняття з хімічних дисциплін можуть проводити як вчителі хімії, так і викладачі ВНЗ, науковці та спеціалісти у відповідних галузях науки та виробництва, які мають відповідну підготовку [73, с. 188-190]. Альтернативою факультативів є гуртки – творчі об'єднання вихованців, учнів і слухачів відповідно до їх нахилів, здібностей, інтересів до конкретного виду діяльності з урахуванням їх віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я.

Найважливішою умовою успішного проведення факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» є надання учням можливості самостійно виконувати досліди і практичні роботи [324, с. 70]. Аналітична хімія, як і хімія в цілому, в першу чергу є експериментальною наукою, тому навчальний хімічний експеримент служить не лише головним засобом наочності, але і джерелом знань, і методом навчання, виховання і розвитку учнів [73, с. 102]. Навчання кількісного хімічного аналізу (так само як і хімії у

цілому) повинно будуватися з опорою як на хімічний експеримент, так й на потужну систему різноманітних засобів наочності, екологічне виховання, краєзнавство, домоведення тощо [331; 335].

Зміст курсу хімічного аналізу обумовлює методику проведення занять. Домінуючою формою роботи учнів під час занять має бути індивідуальний учнівський експеримент. На теоретичні заняття треба відводити близько чверті усього відведеного на вивчення курсу часу. Велику увагу слід приділити екскурсіям до відповідних хімічних лабораторій із спостережною практикою. Викладання теоретичного матеріалу проводиться у формі лекцій або бесід, що супроводжуються демонстрацією схем, таблиць, кінофільмів, хімічних дослідів та прийомів роботи з хімічним посудом та обладнанням. При викладанні нового матеріалу бажано застосовувати принцип проблемності, будувати думку таким чином, щоб кожне наступне питання логічно витікало із раніше вивченого матеріалу і було його подальшим розвитком. Експериментальна робота в межах курсу хімічного аналізу має бути націлена на:

- усвідомлене виконання усіх операцій хімічного аналізу і правильному використанню при цьому знань і навичок з курсу хімії та суміжних з нею дисциплін;

- чітке засвоєння сутності явищ, що спостерігаються, та їх пояснення з точки зору відомих учням хімічних фактів та теорій;

- правильне застосування учнями здобутого практичного та виробничого досвіду для подальшого поглибленого вивчення хімії;

- конкретизацію знань щодо практичного застосування хімії, її ролі у процесі дослідження навколишнього середовища та розвитку промислового виробництва;

- подальший розвиток і вдосконалення навичок роботи з реактивами, лабораторним посудом та обладнанням [126, с. 11-12].

Методика навчання хімії у профільних класах потребує врахування психологічних особливостей учнів, які обрали хімію як профільний предмет. Важливо зберегти посилену мотивацію, індивідуальні пізнавальні запити учнів,

які мають здібності до предмета, а також допомогти подолати наслідки можливого випадкового вибору профілю навчання окремими учнями [78]. У методиці викладання хімії широко відомі дослідження В. Н. Верховського [82], В. С. Полосіна [250], К. Я. Парменова [238], Л. О. Цветкова [331], І. Н. Черткова [335], А. Д. Смирнова [82], І. Л. Дрижуна, присвячені саме навчальному хімічному експерименту [334, с. 72]. На думку В. С. Полосіна, хімічні досліди слід розглядати як матеріальні і реальні моделі одночасно, оскільки сам дослід проводиться з реальними речовинами, посудом і обладнанням, які є матеріальними моделями, а пояснення, якими ці досліди супроводжуються у вигляді формул і рівнянь реакцій, є моделями знаковими [73, с. 103].

Навчальну програму факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу», розроблено відповідно до вищевикладеного, подано у додатку Е. Зв'язок розробленого факультативного курсу із іншими факультативами та курсами за вибором у допрофільному та профільному навчанні хімії в середній та старшій школі подано у додатку Ж.

2.3.2 Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у факультативному курсі «Основи кількісного хімічного аналізу»

Розглянемо на прикладі факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу», як обрані у п. 2.1 засоби ІКТ використовують для формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

На рис. 2.7 червоним виділено ті дослідницькі компетентності, для формування яких електронні таблиці є провідним засобом ІКТ. Загальний внесок електронних таблиць у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, виражений через відношення площі багатокутника до площі кола на пелюстковій діаграмі, складає 6,64 %.

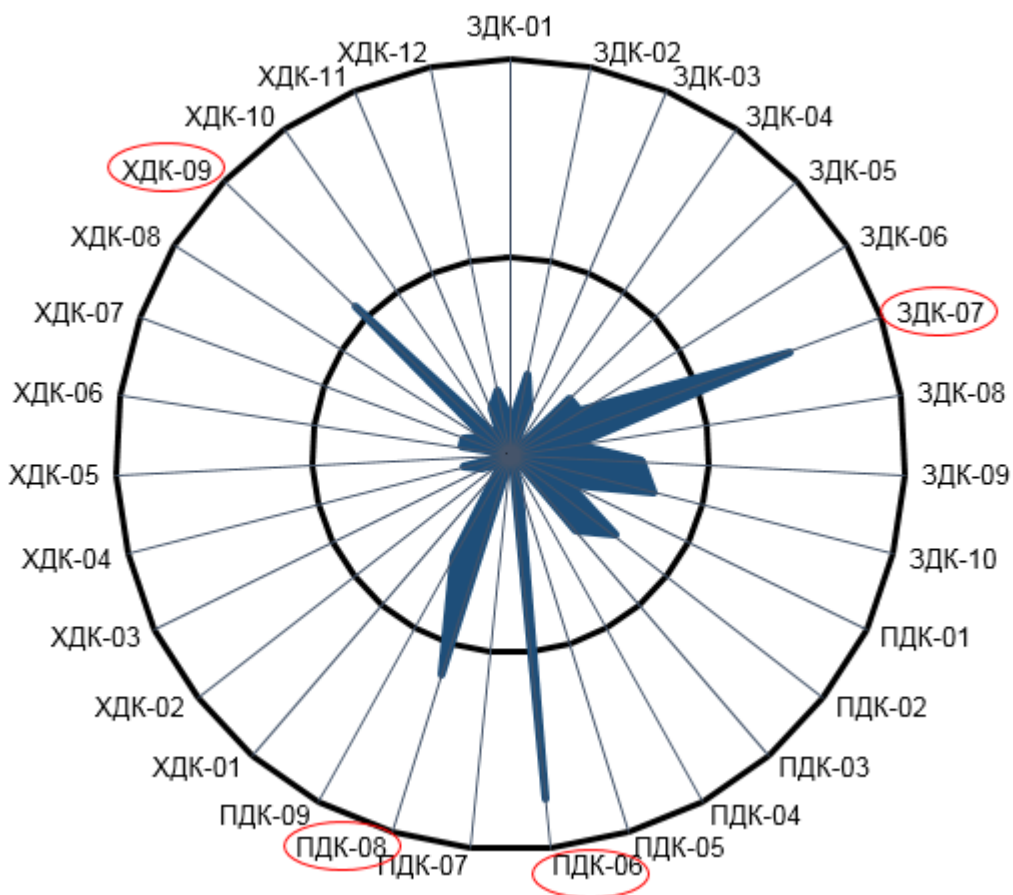


Рис. 2.7. Вплив електронних таблиць на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Електронні таблиці використовуються в межах факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у якості одного з найбільш зручних засобів ІКТ підтримки і автоматизації навчально-дослідницької діяльності, призначеним у першу чергу для внесення, збереження, оформлення та опрацювання числових або інших даних, отриманих у результаті експерименту, або необхідних для розв’язування задач. Електронні таблиці у даному випадку являють собою симбіоз лабораторного журналу, засобу опрацювання його даних та наочної репрезентації результатів опрацювання.

Електронні таблиці є провідним засобом ІКТ формування здатності виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження (ПДК-06), здатності аналізувати та оформлювати результати дослідження (ЗДК-07), здатності використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об’єктів живої та неживої

природи (ПДК-08) та здатності виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09). Причому для здатності виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження (ПДК-06) електронні таблиці є, згідно результатів експертного оцінювання, єдиним ефективним засобом формування цієї дослідницької компетентності.

Наприклад, при внесенні результатів паралельних визначень вмісту Феруму у солі Мора гравіметричним методом (відповідна лабораторна робота факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу») у Microsoft Office Excel [200] користувачеві надається можливість не лише оформити результати, але і за допомогою убудованих формул провести необхідні обчислення і статистичну обробку результатів аналізу (рис. 2.8).

Результати визначення вмісту Феруму в солі Мора					
Номер проби	m (зразка солі Мора), г	m (Fe ₂ O ₃), г	Гравіметричний фактор	w (Fe в солі Мора), %	
1	1,0078	0,2054	0,6994	14,25	
2	0,9883	0,2001	0,6994	14,16	
3	1,1223	0,2266	0,6994	14,12	
4	1,0754	0,2183	0,6994	14,20	
			Середній результат аналізу	14,18	
			Стандартне відхилення	0,049029633	
			Довірчий інтервал	0,003080565	

Рис. 2.8. Приклад оформлення, розрахунку та статистичного опрацювання результатів лабораторної роботи «Гравіметричне визначення Феруму в солі Мора» у середовищі електронних таблиць

Одним із ключових дослідницьких умінь, що формуються у процесі опанування титриметричного (об'ємного) методу кількісного хімічного аналізу, є побудова та аналіз кривої титрування – графіку, що демонструє залежність вимірюваного параметру середовища від кількості доданого розчину титранту. Такий засіб ІКТ, як електронні таблиці, надає можливість зберегти, опрацювати та проаналізувати дані, отримані за допомогою рН-метра під час проведення натурального або віртуального експерименту – титрування 20 см³ 0,1 моль/дм³

розчину гідроген хлориду $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчином натрій гідроксиду. За отриманими даними електронні таблиці надає можливість легко побудувати криву титрування (рис. 2.9). За необхідності, виходячи із того ж набору даних, можна побудувати диференційні криві титрування першого і другого порядків та за методом Грана.

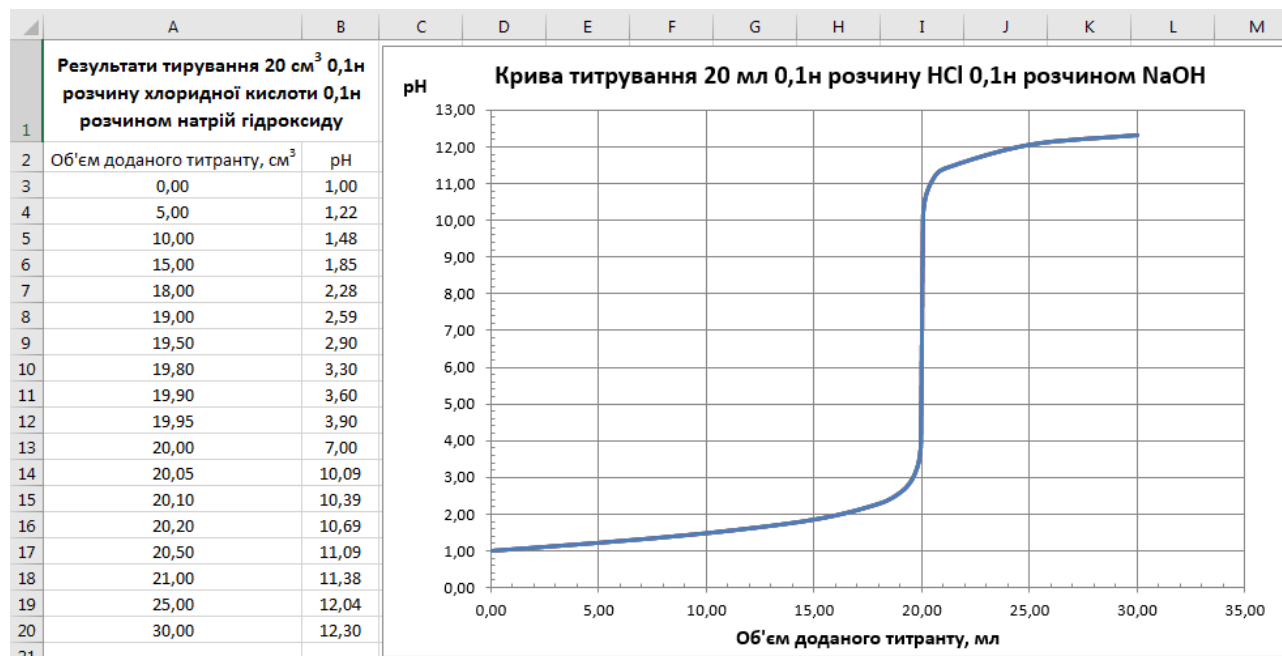


Рис. 2.9. Приклад побудови логарифмічної кривої титрування у середовищі електронних таблиць для візуального аналізу результатів кислотно-основного титрування

Як видно із рис. 2.10, засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень не є провідним засобом для жодної з дослідницьких компетентностей, проте загальний їх внесок у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, виражений через відношення площі багатокутника до площі кола на пелюстковій діаграмі, є достатньо значним і становить 5,63 %. Значний вплив використання даних засобів ІКТ, як видно із рис. 2.10, може чинити на формування таких дослідницьких компетентностей: здатність до критичного мислення (ЗДК-06) та здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09), оскільки саме під час контролю та самоконтролю рівня знань та умінь учнів з хімії, вони мають виконувати певні розрахунки та застосовувати

критичне мислення, для одержання або вибору правильних відповідей на завдання.

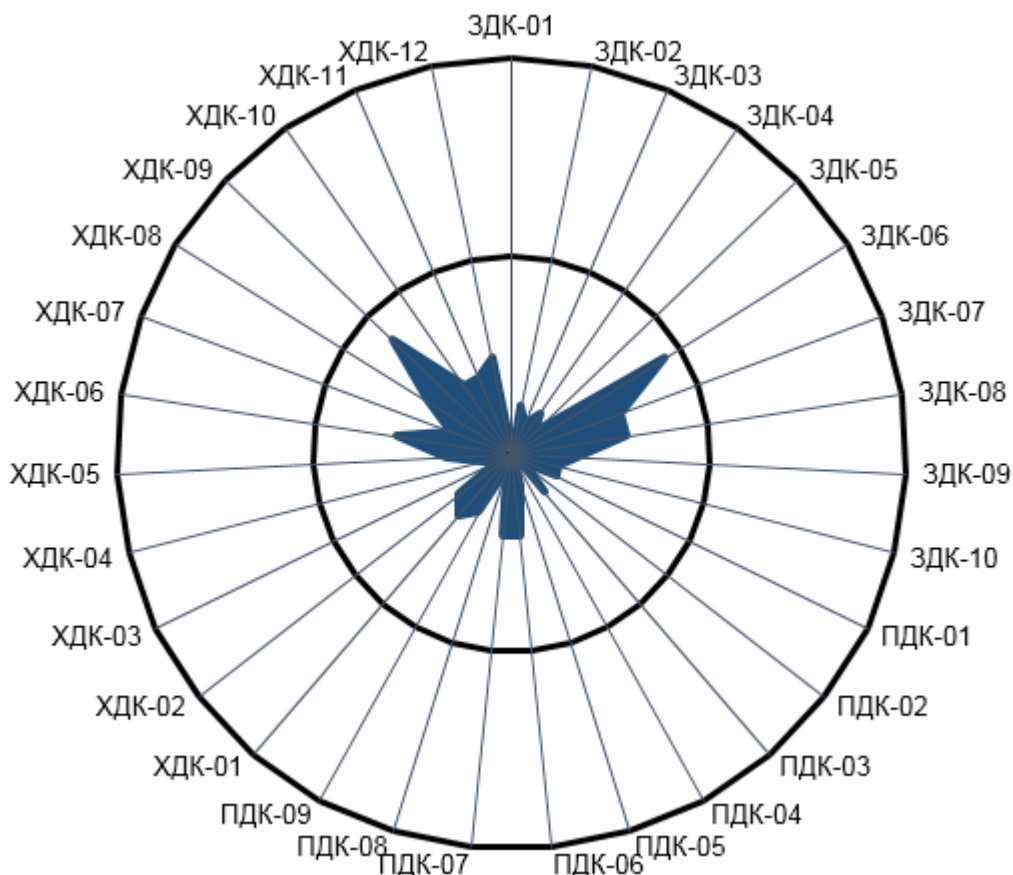


Рис. 2.10. Вплив засобів контролю та самоконтролю навчальних досягнень на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

За допомогою засобів ІКТ цієї групи у більшості випадків здійснювався поточний та підсумковий контроль, а також самоконтроль навчальних досягнень учнів з основ кількісного хімічного аналізу як у локальному (за допомогою програмного продукту MyTest), так і у дистанційному (вбудовані у систему Moodle сайту ict-chem.csjournals.eu редактори тестів) варіантах (рис. 2.11).

Ураховуючи специфіку факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу», застосування тестових завдань закритої форми надає можливість перевірити знання фактичного матеріалу: назв реагентів, обладнання, правил проведення окремих операцій хімічного аналізу, пов'язаних із здатністю

користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06).

Питання 1
Відповіди ще не було
Макс. оцінка до 1,00

Виберіть у структурній формулі речовини атоми Нітрогену

Answer:

License has expired

H₃C-CH₂-CH(NH₂)-CH₃

Powered by ChemAxon

Почати знову Зберегти Заповнити правильними відповідями Відправити та завершити

Рис. 2.11. Приклад тесту для підсумкового контролю навчальних досягнень учнів із хімії, розробленого у середовищі Moodle з використанням комплекту плагінів EasyOChem (тип тесту – EasyOSelect)

Завдання відкритої форми надають можливість перевірити знання значень головних термінів, формул і законів, що використовуються у кількісному хімічному аналізі, навички розв'язувати найпростіші розрахункові задачі, пов'язані зі здатністю виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09). Завдання на встановлення відповідності можуть бути використані як для перевірки знання фактичного матеріалу, так і для перевірки розуміння певних закономірностей, правил, здатності до критичного мислення (ЗДК-06) та здатності формулювати висновки (ЗДК-08). Завдання на встановлення

правильної послідовності дозволяють перевірити знання і розуміння алгоритмів хіміко-аналітичних досліджень, здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо (ХДК-05), здатність планувати експеримент (ПДК-02) тощо.

Особливо слід виділити тестові завдання, в основу яких покладено розрахункові задачі. Протягом вивчення факультативного курсу учні навчаються розв'язувати декілька типів задач, пов'язаних із розрахунками результатів аналізу, величини похибок, приготування розчинів реагентів, достовірності результатів тощо (дослідницькі компетентності: здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження (ЗДК-07), здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження (ПДК-06), здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09)). Подібні розрахункові задачі можна перетворити на тестові завдання відкритої або закритої форми.

У тестах для перевірки знань учнів нами було представлено прості розрахункові задачі в одну дію, які дозволяють перевірити сформованість вказаних дослідницьких компетентностей. Для контролю уміння розв'язувати складні (у дві і більше дій) розрахункові задачі з хімії більш доцільним є проведення окремих контрольних робіт, з обов'язковим аналізом їх результатів.

Для вирішення завдань першого рівня складності учень виконує діяльність з упізнання або розпізнання певних об'єктів або явищ, пов'язану із сформованістю здатності відрізнити хімічні явища природи від інших (ХДК-01). Найбільш придатною формою тестових завдань для даного рівня є завдання закритої форми з вибором одного чи декількох правильних варіантів відповіді та завдання на знаходження відповідності (рис. 2.12).

Для розв'язання завдань другого рівня складності необхідно виконати такі операції, як пригадування без підказки, розв'язання типових задач, що передбачають використання раніше засвоєних алгоритмів, формул, правил тощо. Найбільш придатні для цього рівня будуть завдання відкритої форми, завдання на встановлення правильної послідовності і відповідним чином

сформульовані завдання на встановлення відповідності та завдання закритої форми (в більшості випадків представлені розрахунковими задачами).

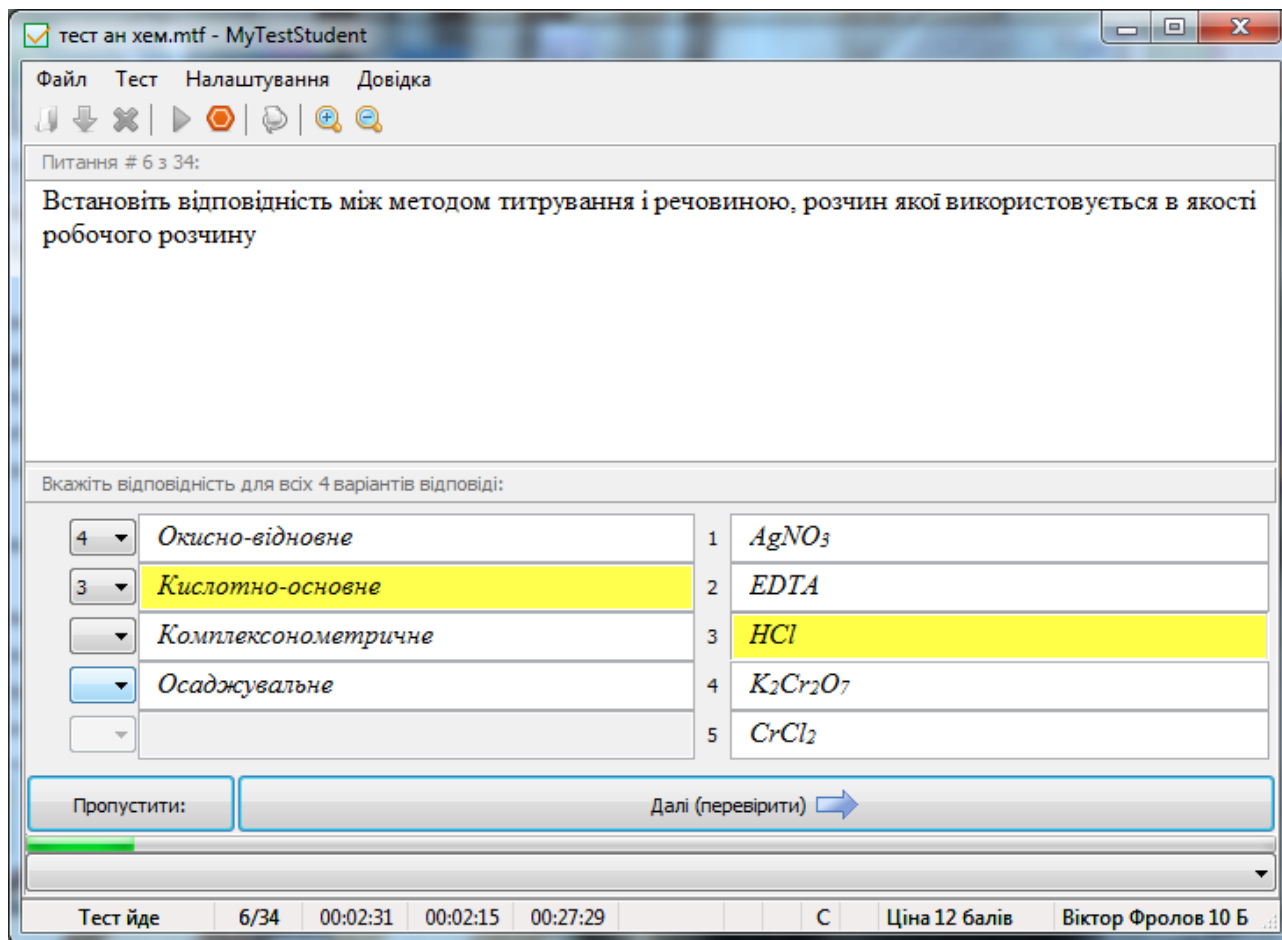


Рис. 2.12. Тест на відповідність у системі MyTest

Завдання третього рівня складності передбачають евристичну діяльність учня, уміння використовувати критичне мислення для розв'язання завдань (ЗДК-06): порядку дій у нестандартних ситуаціях, завдань, умова, яких не містить у явній формі усіх необхідних для розв'язку даних. Для цього рівня найбільш придатними будуть завдання відкритої форми, завдання на встановлення правильної послідовності та на встановлення відповідності.

Четвертий рівень складності передбачає уміння розв'язувати завдання проблемного і творчого характеру, розв'язок яких учневі заздалегідь невідомий або єдиного загальноприйнятого розв'язку немає взагалі. Постановка завдань такого типу та їх реалізація вимагає сформованості всіх складових системи дослідницьких компетентностей на високому рівні.

Засоби створення мультимедійних презентацій є провідними для формування трьох дослідницьких компетентностей (рис. 2.13): здатності аналізувати та оформлювати результати дослідження (ЗДК-07), здатності формулювати висновки (ЗДК-08) та здатності до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію (ЗДК-09), причому для останньої засоби створення мультимедійних презентацій – єдиний провідний засіб її формування. Загальний внесок засобів створення мультимедійних презентацій у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії складає 12,76 %.

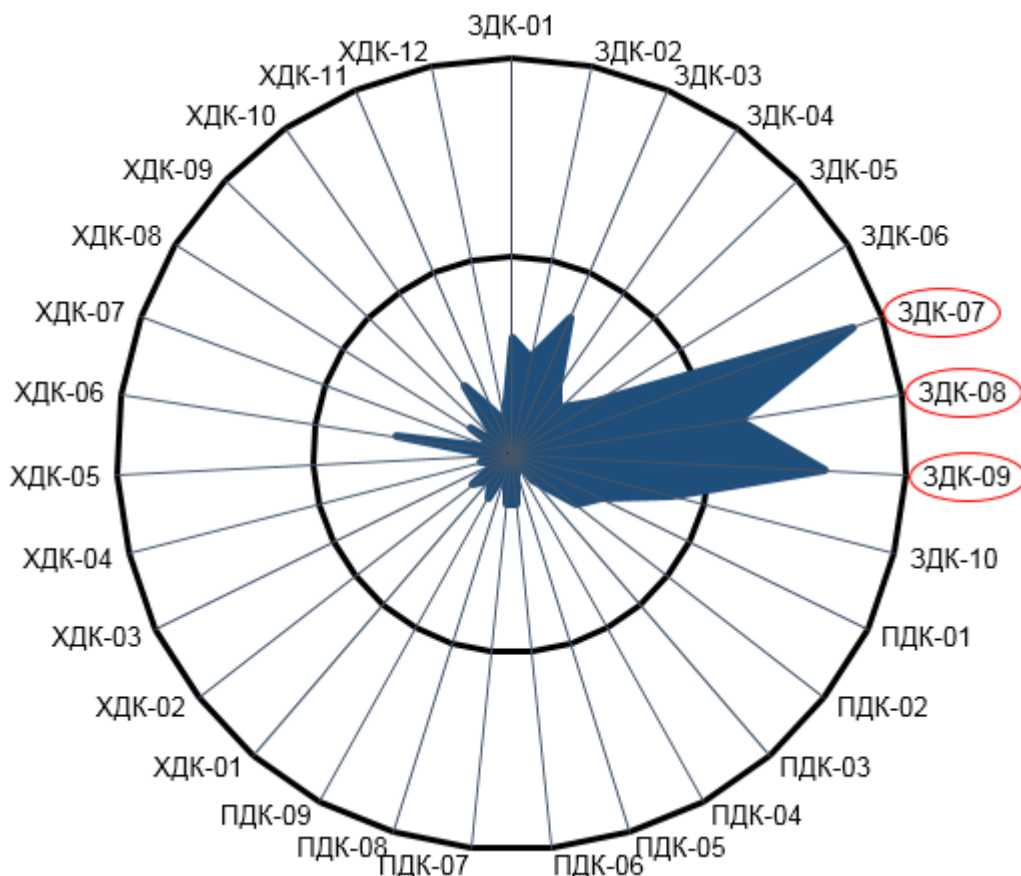


Рис. 2.13. Вплив засобів створення мультимедійних презентацій на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Засоби створення мультимедійних презентацій застосовувались учнями на завершальних етапах навчальних досліджень: для оформлення результатів виконання проектів (рис. 2.14), захисту реферативних та самостійних робіт

тощо. Процес створення презентації, що відповідає вимогам до її змісту та оформлення, вимагає від учнів навичок виділяти головне; чітко, зрозуміло і лаконічно передавати зміст роботи, формулювати висновки; створювати та оформлювати наочні матеріали (рисунок, діаграми, схеми); продумувати сценарій доповіді тощо.



Робимо розрахунки:

$$C_{\text{Екв}}(\text{ЕДТА}) = \frac{m}{M_{\text{Екв}} \cdot V} = \frac{18,6110}{186,12 \cdot 0,5} = 0,1999 \text{ (моль екв/л)}$$

$$C_{\text{Екв}}(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{C_{\text{Екв}}(\text{ЕДТА}) \cdot V_{\text{сер}}}{V(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,2455}{5} = 0,449 \text{ (моль екв/л)}$$

$$C_{\text{сп}} = \frac{U(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{V_{\text{сп}}} = \frac{0,0498}{4,09495} = 0,01216 \text{ (моль/л)}$$

$$U_{\text{Co до екстр.}} = 0,449 \cdot 0,01 = 0,00449 \text{ (моль)}$$

$$U_{\text{Co у водн}} = 0,1637 \cdot 0,02 = 0,003274 \text{ (моль)}$$

$$C_{\text{Co у сп}} = \frac{U_{\text{Co до екстр.}} - U_{\text{Co у водн}}}{V_{\text{сп}}} = \frac{0,00449 - 0,003274}{0,01} = 0,1216 \text{ (моль)}$$

$$C_{\text{Co у водн}} = \frac{C_{\text{Екв}}(\text{ЕДТА}) \cdot V_{\text{сп}}}{V(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1999 \cdot 4,09495}{5} = 0,1637 \text{ (моль/л)}$$

$$D_1 = \frac{C_{\text{Co у сп}}}{C_{\text{Co у водн}}} = \frac{0,1216}{0,1637} = 1,3462$$



Рис. 2.14. Фрагмент мультимедійної презентації на тему «Експериментальне визначення значення коефіцієнту розподілу солей Кобальту(II) у системі "вода – ізоаміловий спирт"»

На рис. 2.15 виділено єдину дослідницьку компетентність, для формування якої *пошукові системи загального призначення* є провідним засобом ІКТ, проте загальний внесок пошукових систем загального призначення у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є достатньо значним – 9,39 %.

Природно, що застосування пошукових систем є провідним засобом ІКТ формування *здатності знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05)*.

Використання пошукових систем загального призначення є можливим і бажаним на усіх етапах навчального процесу у рамках факультативу «Основи

кількісного хімічного аналізу». Метою використання пошукових систем загального призначення є не тільки забезпечити учнів необхідною кількістю даних для більш детального і глибокого опанування матеріалів факультативного курсу, але і розвиток у них навичок формулювання пошукових запитів, критичного оцінювання якості джерел, посилання на які пропонує пошукова система. На рис. 2.16 показано приклад виконання голосового запиту до пошукової системи Google на мобільному Інтернет-пристрої.

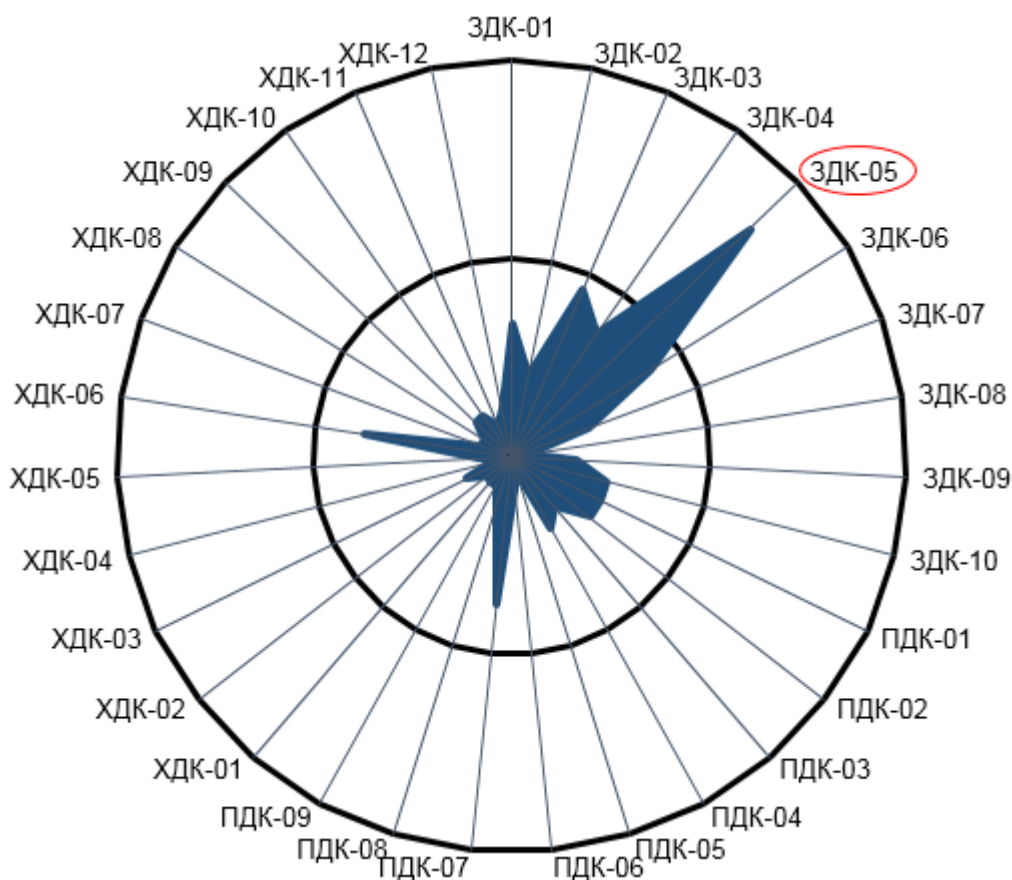


Рис. 2.15. Вплив пошукових систем загального призначення на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Як можна побачити на рис. 2.17, системи підтримки навчання є провідним засобом формування лише однієї дослідницької компетентності – *здатності до спільної роботи у процесі дослідження* (ЗДК-10). Загальний же внесок цих засобів у формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії становить 7,66 %.

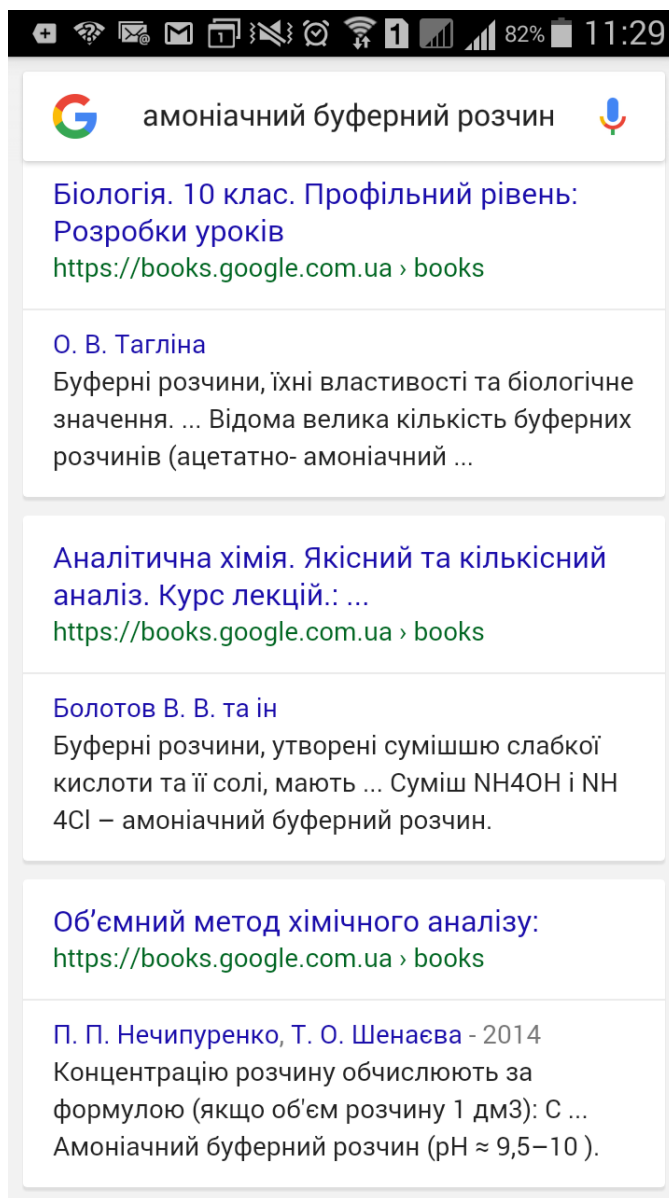


Рис. 2.16. Приклад запиту до пошукової системи загального призначення

Нами була використана система підтримки навчання Moodle (режим доступу: <http://ict-chem.csjournals.eu>), у якій розміщено електронну версію факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» (рис. 2.18).

Використання системи Moodle надає можливість оформити, розмістити та упорядкувати навчально-методичні матеріали, забезпечити підтримку дистанційного вивчення курсу, організувати спільну роботу як викладача з учнями, так і учнів між собою, сприяючи формуванню здатності до спільної роботи у процесі дослідження (ЗДК-10) та здатності розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації (ПДК-09).

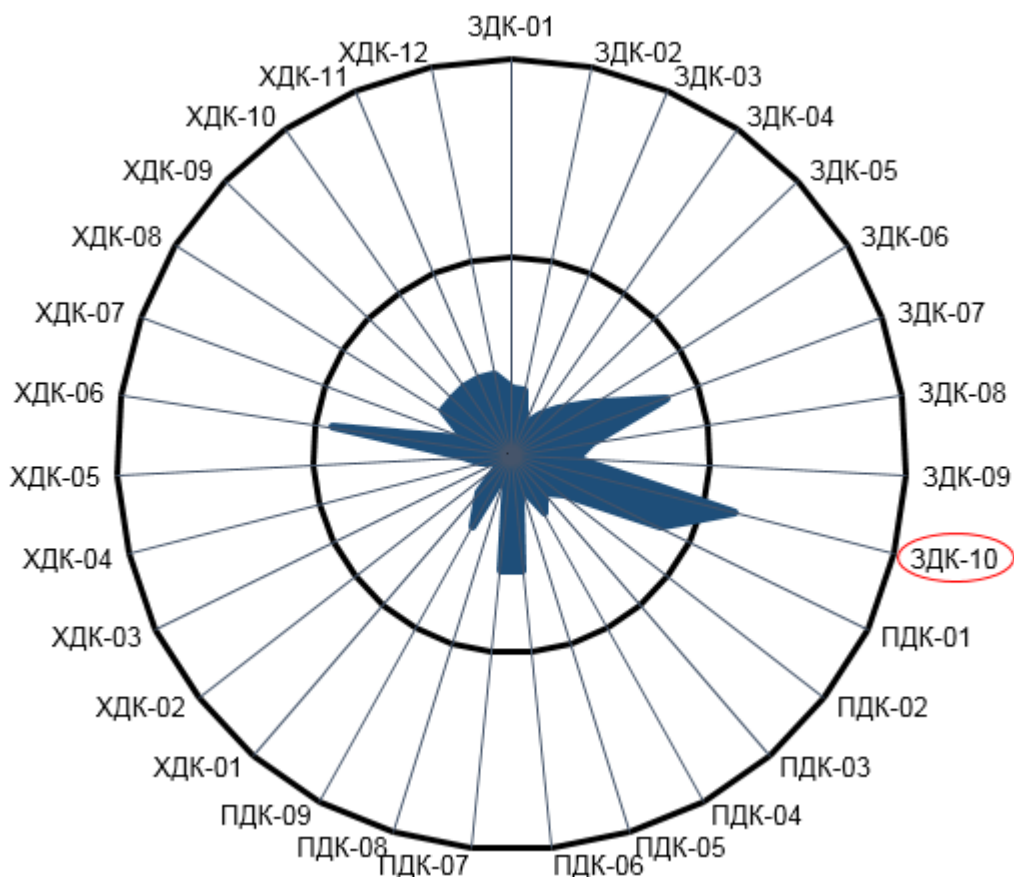


Рис. 2.17. Вплив систем підтримки навчання на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Рис. 2.18. Фрагмент репрезентації факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у системі підтримки навчання Moodle

Система підтримки навчання виконує роль своєрідного організера навчально-методичних матеріалів, інших засобів ІКТ, необхідних для опанування курсу, та спільної діяльності користувачів.

Текстові редактори є провідним засобом для формування двох дослідницьких компетентностей (рис. 2.19): здатності аналізувати та оформлювати результати дослідження (ЗДК-07) та здатності формулювати висновки (ЗДК-08), а загальний внесок текстових редакторів у сформованість системи дослідницьких компетентностей складає 7,26 %.

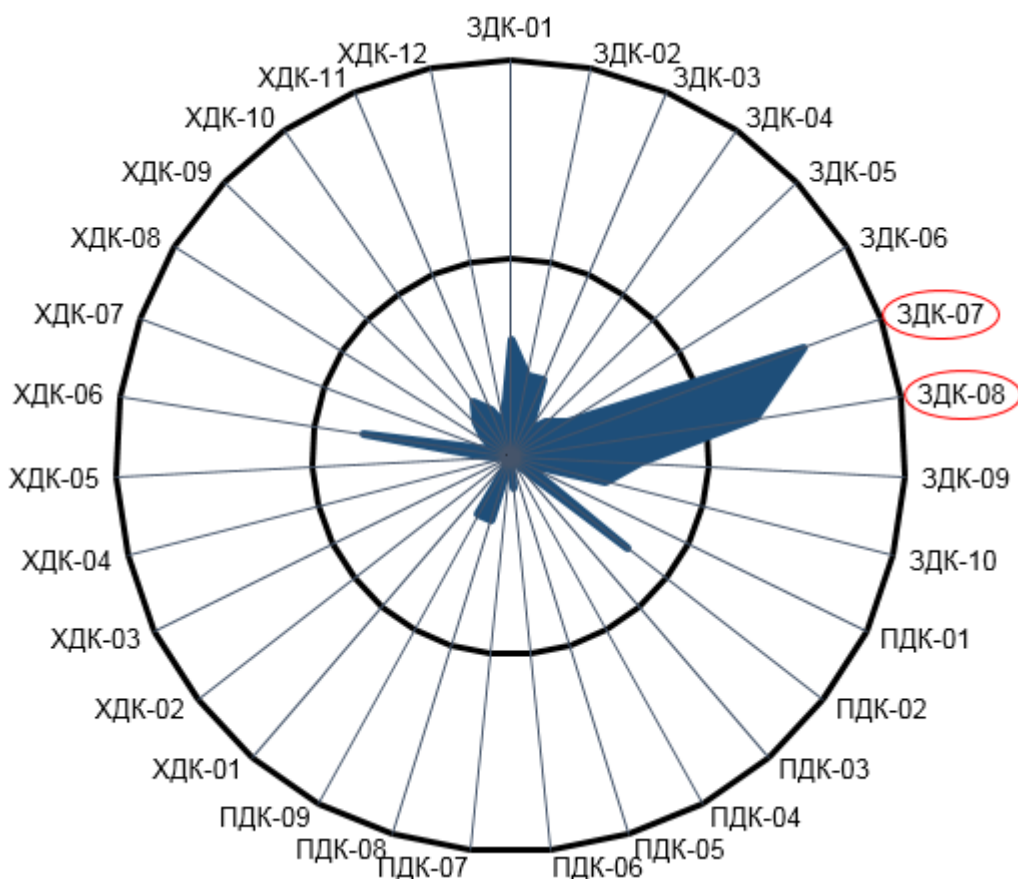


Рис. 2.19. Вплив текстових редакторів на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Оскільки створення, редагування та форматування тексту є невід'ємною частиною навчально-дослідницької діяльності учнів та їх спілкування за допомогою засобів ІКТ, текстові редактори були задіяні фактично на усіх етапах навчання факультативного курсу основ кількісного хімічного аналізу. Особливого значення текстові редактори набувають при оформленні звітів про

результати виконаної навчально-дослідницької роботи, тому даний засіб є провідним у формуванні вказаних загальнонаукових дослідницьких компетентностей та сприяє формуванню здатності до спільної роботи у процесі дослідження (ЗДК-10). Слід відмітити досить серйозний внесок текстових редакторів у формування здатності користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06), оскільки дана дослідницька компетентність теж пов'язана із необхідністю відповідним чином формулювати та форматувати тексти (рис. 2.20).

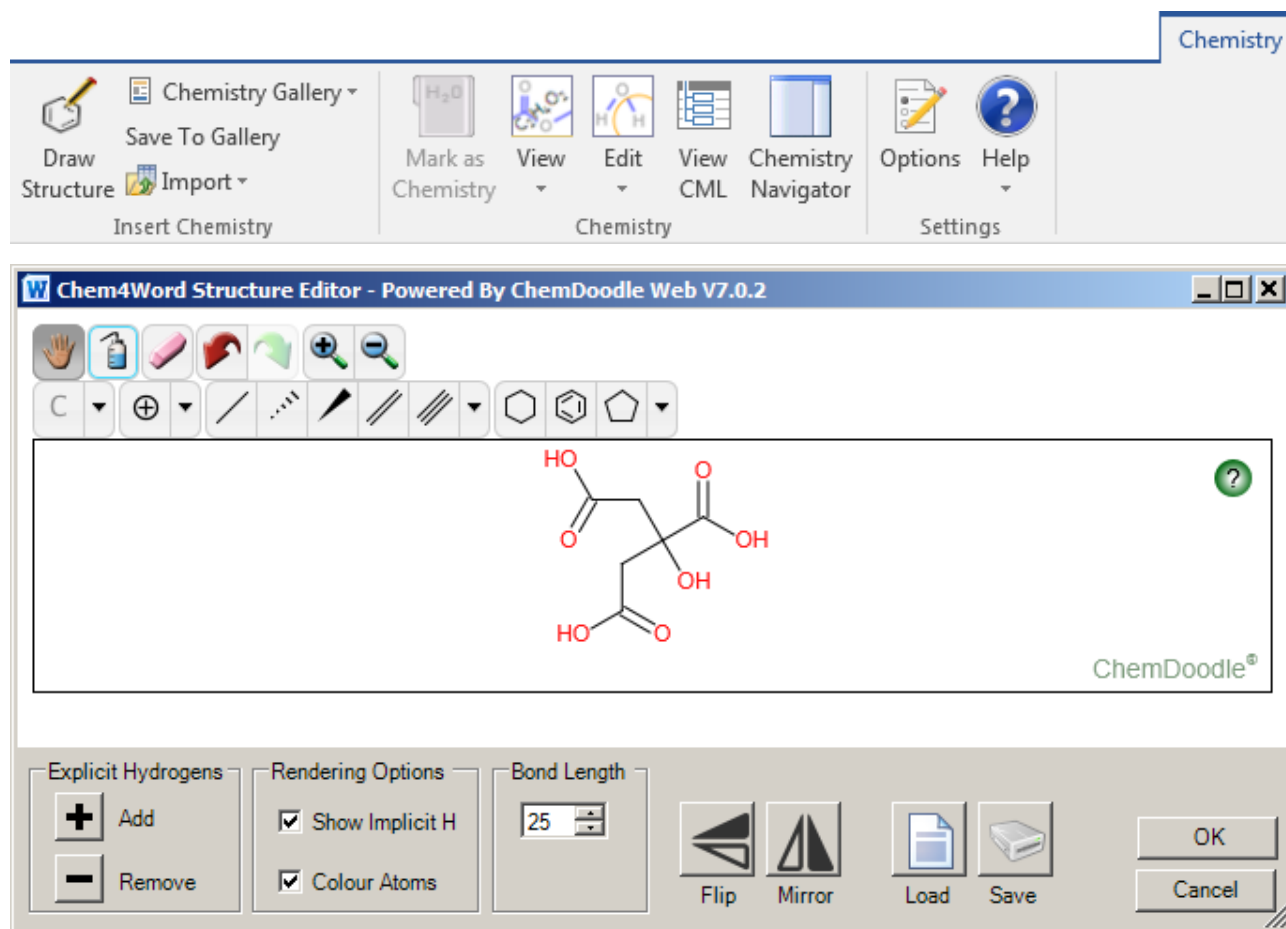


Рис. 2.20. Панель Chemistry Add-in for Word (Chem4Word) – плагіну для створення хімічних формул у текстовому редакторі Microsoft Word

Хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності є специфічними засобами ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії – вони є провідними засобами формування лише однієї дослідницької компетентності і при цьому мають один із найнижчих показників загального внеску у

сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії – всього лише 4,84 %. Тобто внесок хмаро зорієнтованих засобів підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності у формування переважної більшості дослідницьких компетентностей, на думку експертів, незначний, проте внесок у формування здатності до спільної роботи у процесі дослідження (ЗДК-10) є практично максимально можливим, що свідчить про величезну роль цих засобів у формуванні вище згаданої компетентності (рис. 2.21).

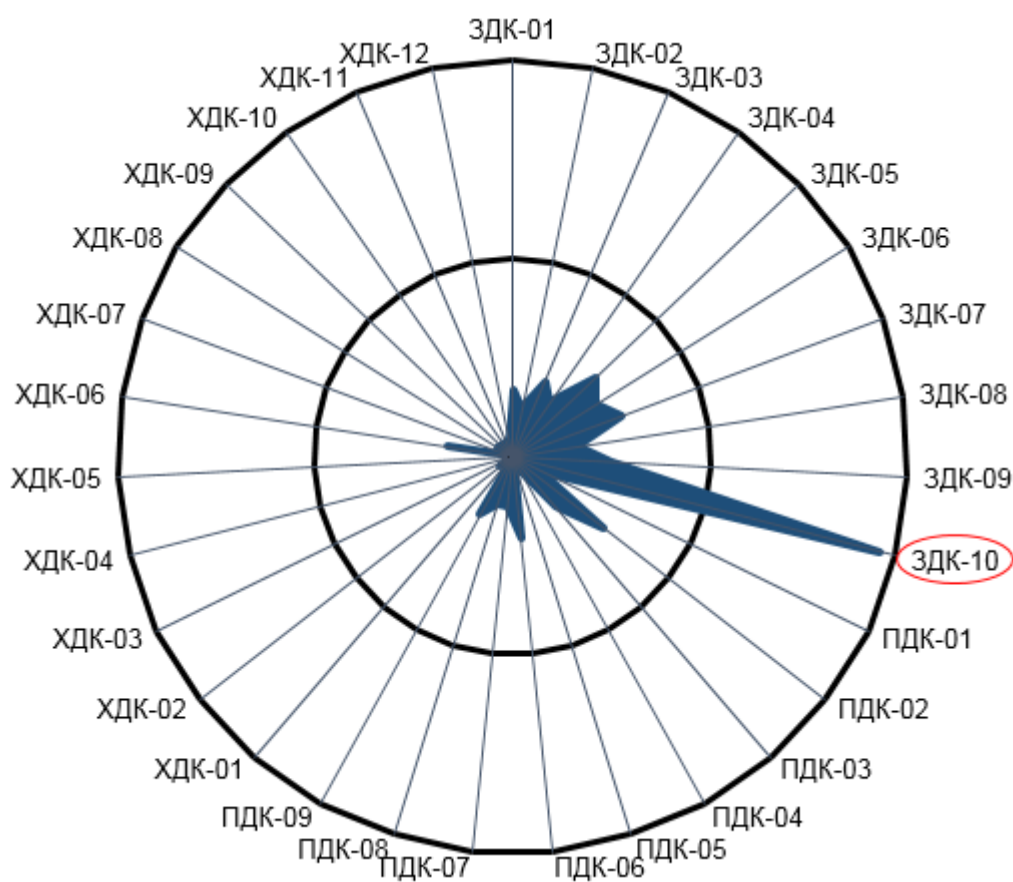


Рис. 2.21. Вплив хмаро зорієнтованих засобів підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Хмарні сервіси для організації спільної навчально-дослідницької діяльності шляхом розміщення на них відповідних документів (текстових файлів, презентацій тощо) та надання доступу до них з можливістю спільного використання та редагування використовувалось нами при організації

самостійної роботи учнів, групової роботи учнів над проектами, консультативної роботи викладача з учнями тощо.

Специфічними хмаро зорієнтованими засобами підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності є засоби ІКТ для управління проектами – це клас ПЗ, зазвичай орієнтованого на управління бізнес-проектами: планування подій та управління задачами через ідентифікацію складових проекту, їх декомпозицію, побудову ієрархічної структури роботи, планування взаємозалежних подій, розподіл ресурсів за конкретними задачами, розподіл задач між різними виконавцями, розрахунок часу, необхідного на виконання робіт проекту, побудова графіку виконання робіт та діаграми Ганта, сортування задач, управління декількома проектами одночасно. Крім того, засоби ІКТ для управління проектами надають можливість управління даними (формування переліків задач, збір даних про терміни виконання робіт, попередження про ймовірні ризики, дані про робоче навантаження, хід проекту, показники та їх прогнозування), управління комунікаціями команди проекту (обговорення робочих питань проекту, фіксація проблем та запитів на внесення змін, урахування ризиків проекту, надання доступу до даних про хід проекту) [189]. Частина описаного функціоналу може бути корисною й у профільному навчанні хімії ПЗ для організації колективних навчальних досліджень, насамперед – у дистанційному режимі.

На рис. 2.22 показано приклад використання хмаро зорієнтованої системи управління проектами Wrike для організації навчального дослідження з визначення хімічного складу води у річці Саксагань в межах м. Кривий Ріг.

Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії, не зважаючи на вагомий внесок у загальну сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, який становить 12,57 %, є провідним засобом формування лише однієї дослідницької компетентності – здатності виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09). Слід відзначити серйозний вплив даного засобу ІКТ на формування інших хімічних дослідницьких компетентностей (рис. 2.23), зокрема, здатності

відрізняти хімічні явища природи від інших (ХДК-01), здатності користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06), здатності прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції (ХДК-07) та здатності розв'язувати експериментальні задачі з хімії (ХДК-12).

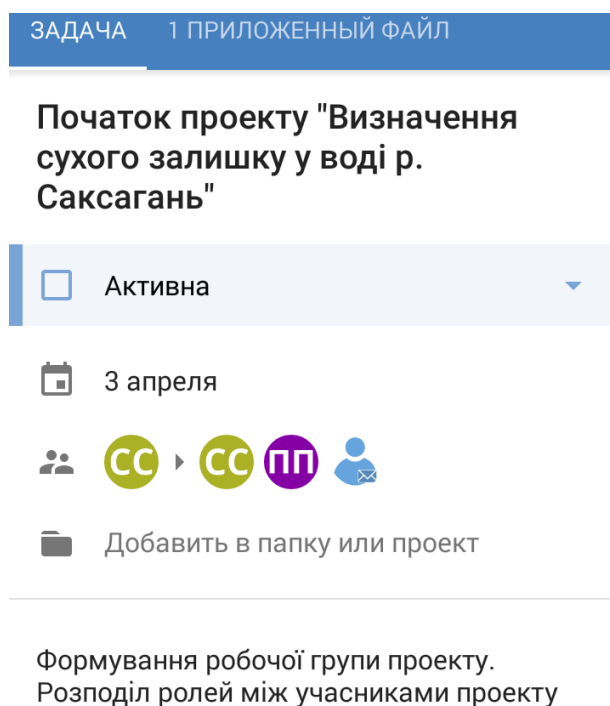


Рис. 2.22. Планування задач навчально-дослідницького проекту в мобільній версії Wrike

На рис. 2.24 подано схему роботи адаптивної автоматизованої навчальної системи DreamBox Learning, що включає в себе 5 основних етапів: 1 – початкове налаштування змісту навчання до індивідуальних особливостей учня; 2 – доставляння навчального матеріалу до того, хто навчається; 3 – збір даних, що відображають процесуальні характеристики навчання, та побудова на їх основі моделі учня; 4 – адаптація навчального матеріалу відповідно до побудованої моделі; 5 – надання учневі та вчителю рекомендацій щодо корекції навчальної траєкторії.

На рис. 2.25 у вигляді пелюсткової діаграми показано вплив *віртуальних хімічних лабораторій* на формування дослідницьких компетентностей

старшокласників у профільному навчанні хімії. ВХЛ є провідним засобом формування одразу десяти дослідницьких компетентностей, причому для формування шести з них ВХЛ визнані експертами єдиним провідним засобом ІКТ. До числа цих шести дослідницьких компетентностей потрапили: здатність планувати експеримент (ПДК-02), здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів (ПДК-04), здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту (ПДК-05), здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту (ХДК-03), здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів (ХДК-04) та здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії (ХДК-12).

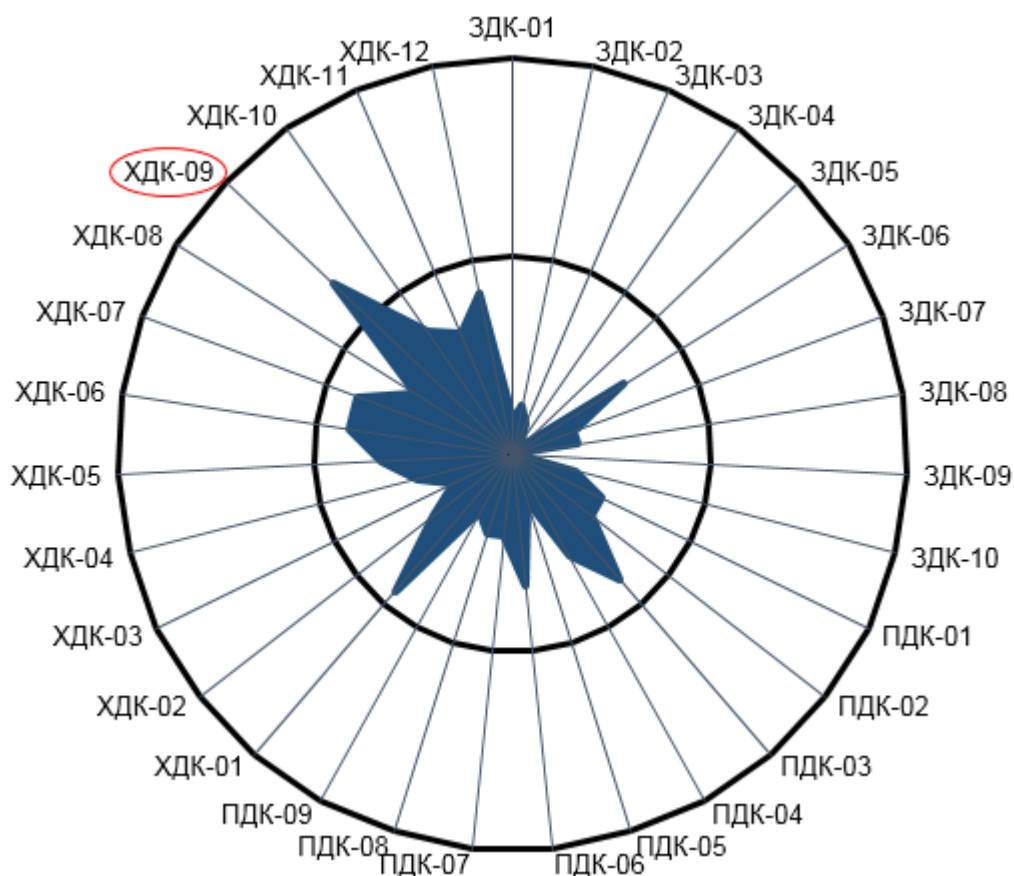


Рис. 2.23. Вплив адаптивних автоматизованих навчальних систем з хімії на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

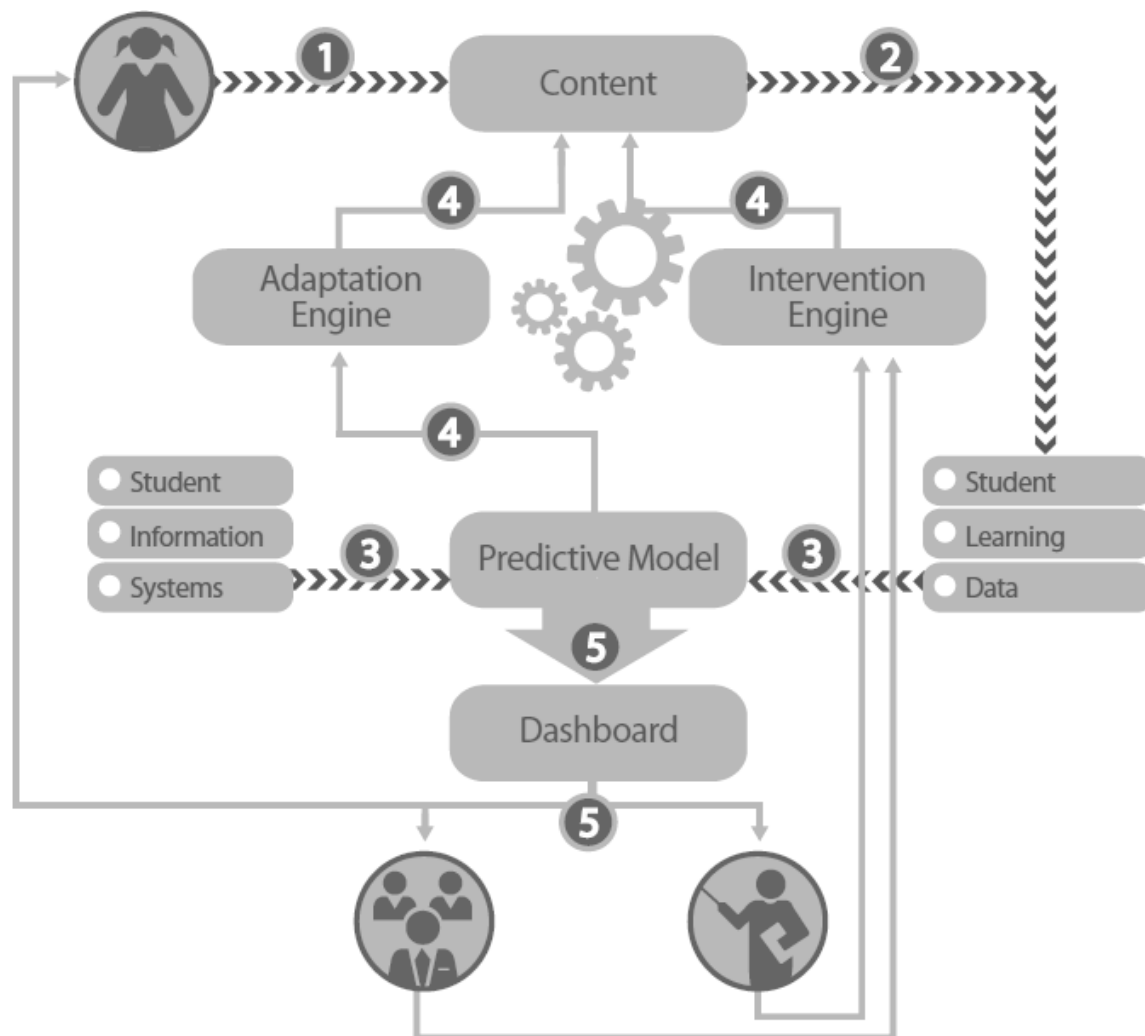


Рис. 2.24. Загальна схема роботи адаптивної автоматизованої навчальної системи DreamBox Learning

Для формування ще чотирьох дослідницьких компетентностей ВХЛ є провідним засобом наряду з деякими іншими засобами ІКТ: здатності грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту (ПДК-03), здатності правильно використовувати хімічне обладнання і посуд (ХДК-02), здатності правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо (ХДК-05) та здатності прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції (ХДК-07). У цілому внесок ВХЛ у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є найбільшим з усіх засобів ІКТ, що входять до складу системи, і становить 24,84 %. Таким чином, ВХЛ можна розглядати як

найбільш впливовий та найбільш універсальний засіб ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

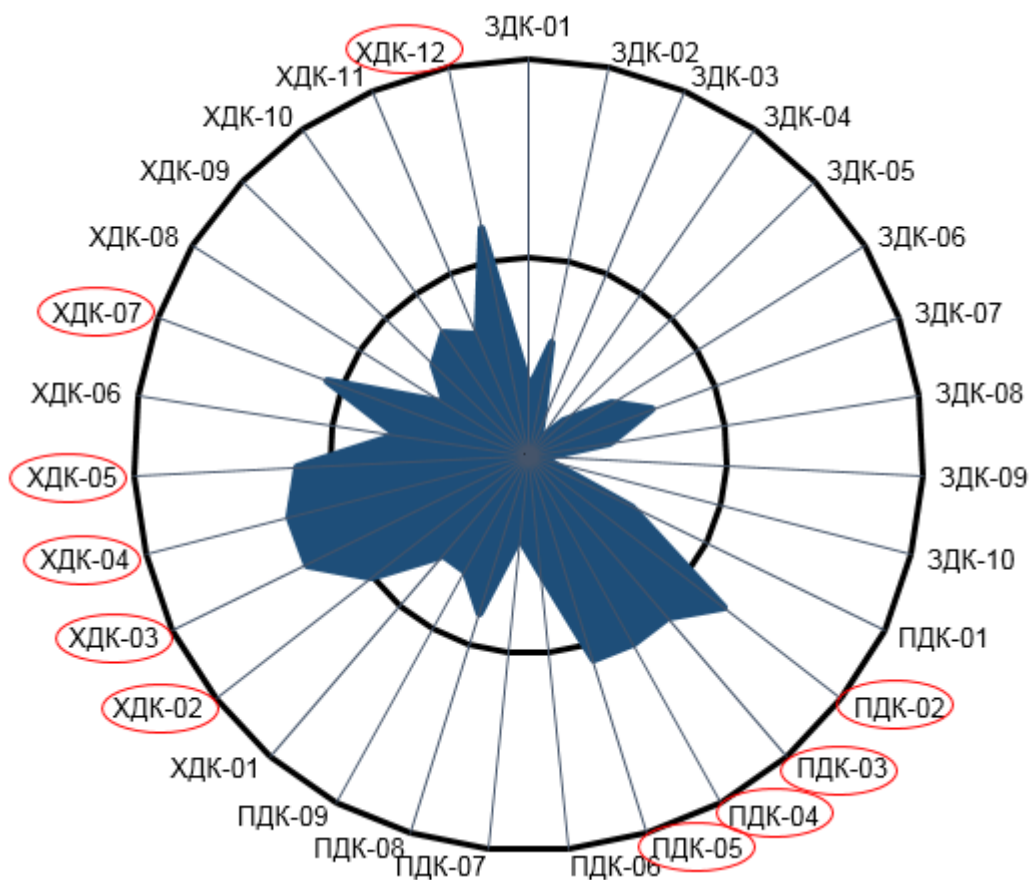


Рис. 2.25. Вплив віртуальних хімічних лабораторій на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

У навчанні основ кількісного хімічного аналізу в межах відповідного факультативного курсу ВХЛ було відведено важливі ролі: підготовка до проведення натурних експериментів і лабораторних робіт (у тому числі у формі самостійної, домашньої роботи); моделювання процесів і явищ, що становлять теоретичну основу методів кількісного хімічного аналізу, з метою з'ясування їх сутності та визначення притаманних їм закономірностей; проведення віртуальних лабораторних робіт та експериментів, які з об'єктивних причин неможливо провести у вигляді натурального експерименту; забезпечення можливості виконання лабораторного практикуму у формі дистанційного навчання для окремих учнів. Для цього було створено взаємодоповнюючі

комплекти лабораторних робіт у двох ВХЛ (Virtual Lab та ChemLab – рис. 2.26), локалізовано українською відповідні програмні продукти та створено плагін VlabEmbed для убудовування ВХЛ Virtual Lab до сторінок сайту на платформі Moodle.

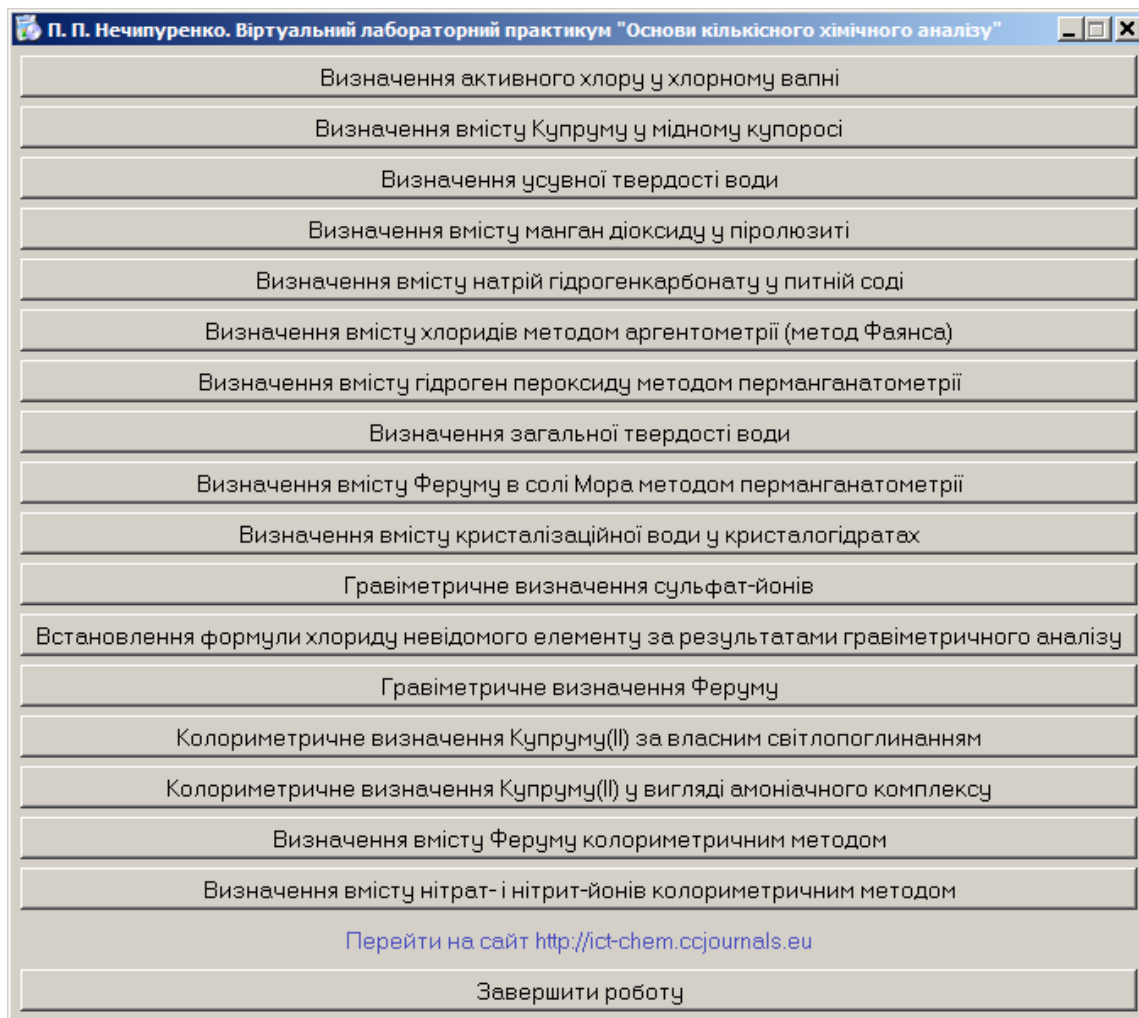


Рис. 2.26. Віртуальний лабораторний практикум з факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у середовищі ChemLab

Ураховуючи різні можливості ВХЛ Virtual Lab та ChemLab щодо моделювання різних процесів, комплекти віртуальних лабораторних робіт, створені у цих програмних засобах, є не взаємозамінними, а взаємодоповнюючими, надаючи можливість підвищити рівень сформованості відповідних дослідницьких компетентностей учнів за умови виконання віртуальної лабораторної роботи у обох засобах (рис. 2.27, 2.28).

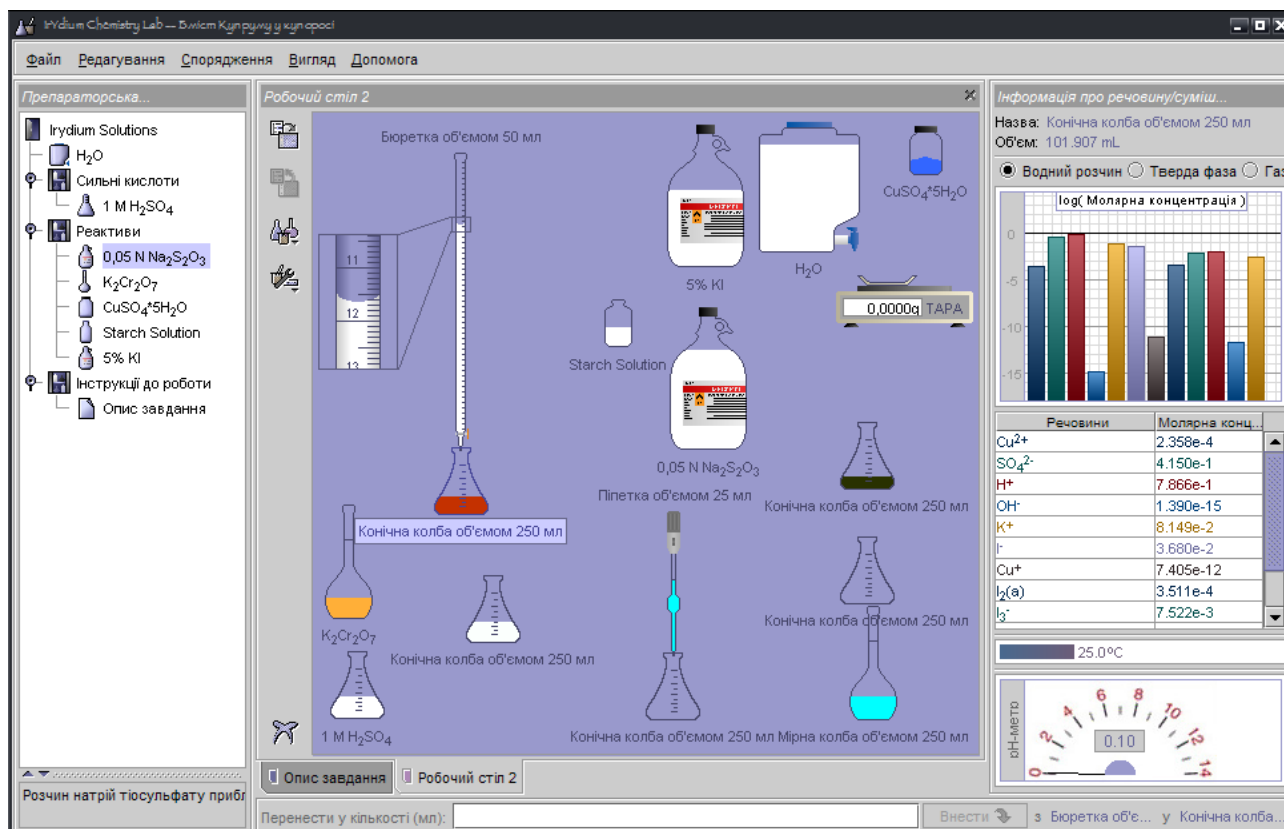


Рис. 2.28. Вікно VХЛ ChemLab із віртуальною лабораторною роботою «Визначення вмісту Купруму у мідному купоросі» у процесі виконання

Вікно VХЛ ChemLab показує результати титрування та обчислення. Дані з екрана:

Вступ | Процедури | Спостереження

м ($K_2Cr_2O_7$) = 1,2500 г
 V (розчину $K_2Cr_2O_7$) = 250 мл
 $C_{екв}(розчину K_2Cr_2O_7) = 0,102$ моль/л
 V (аліквоти (проби) розчину $K_2Cr_2O_7$) = 20 мл

Результати титрування 1:

$V_1(Na_2S_2O_3) = 19,9$ мл
 $V_2(Na_2S_2O_3) = 19,8$ мл
 $V_3(Na_2S_2O_3) = 19,8$ мл
 $V_4(Na_2S_2O_3) = 19,8$ мл
 $V_5(Na_2S_2O_3) = 19,9$ мл

Обчислимо середній об'єм робочого розчину $Na_2S_2O_3$ витраченого на титрування:

$$V_{ср} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5} = 19,84 \text{ мл}$$

Виходячи із закону еквівалентів, можна записати:

$$v_{екв}(Na_2S_2O_3) = v_{екв}(I_2) = v_{екв}(K_2Cr_2O_7)$$

$$C_{екв}(Na_2S_2O_3) = \frac{C_{екв}(K_2Cr_2O_7) \cdot V_{аліквоти}(р-ну K_2Cr_2O_7)}{V_{ср}(р-ну Na_2S_2O_3)} = 0,1028 \text{ моль/л}$$

м (наважки мідного купоросу) = 5,5000 г
 V (мірної колби, в якій розчиняють мідний купорос) = 250 мл
 V (аліквоти (проби) розчину мідного купоросу) = 20 мл

Результати титрування 2:

$V_1(Na_2S_2O_3) = 16,8$ мл
 $V_2(Na_2S_2O_3) =$

Електронні періодичні системи є провідним засобом для формування трьох дослідницьких компетентностей: здатності знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05), здатності користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06) та здатності обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями (ХДК-08). Загальний внесок електронних періодичних систем у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії становить 7,55 % (рис. 2.29).

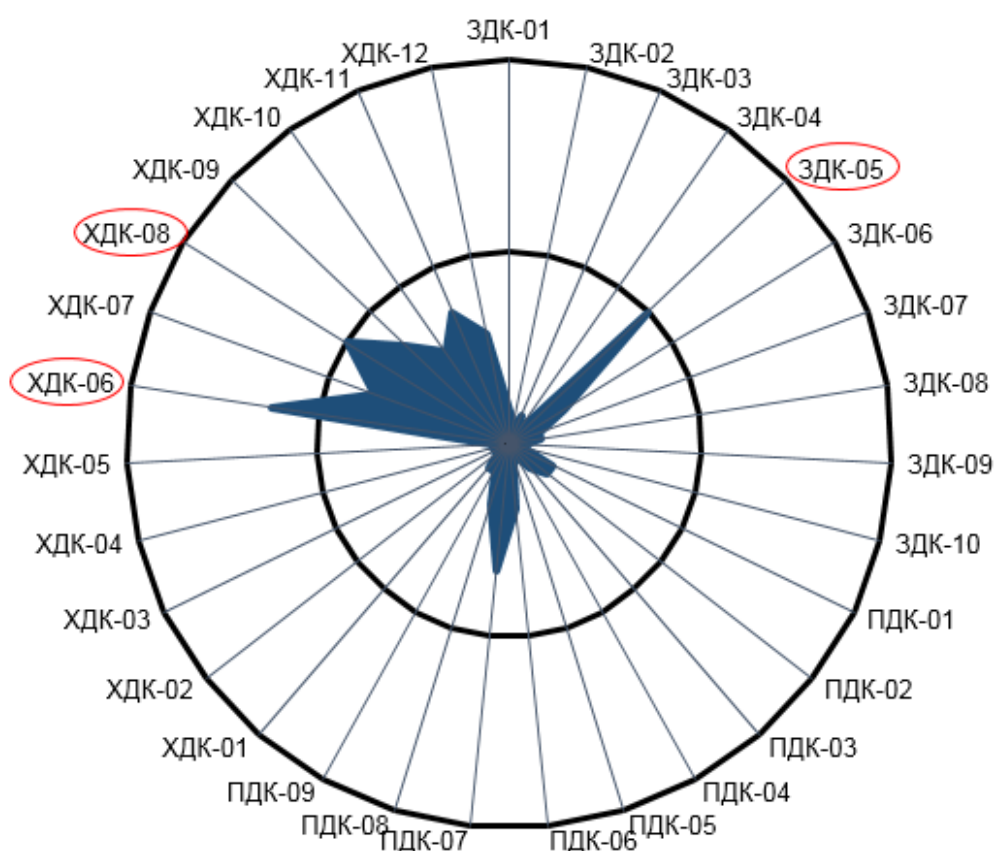


Рис. 2.29. Вплив електронних періодичних систем на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Електронні періодичні системи використовувались у процесі профільного навчання хімії у якості джерела довідникових даних та зручного засобу їх упорядкування, інструменту для розширення хімічного кругозору, оволодіння сучасною хімічною номенклатурою тощо. Безпосередньо для підтримки факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» електронні

періодичні системи застосовувались як джерело довідникових даних, проте при повторенні теми «Періодичний закон та періодична система хімічних елементів», а також при вивченні хімії елементів у 10 класі даний засіб ІКТ є надзвичайно зручним інструментом для роботи як під час уроків, так і для організації самостійної та навчально-дослідницької роботи старшокласників (рис. 2.30).

The image shows a screenshot of the Ptable website interface. At the top, there are navigation links: Demo, Про, Контакти, Poster, Print, Image, Remove ads, and a language dropdown set to 'Українська'. Below this is a search bar labeled 'Пошук'. The main navigation bar includes tabs for 'Вікіпедія', 'Властивості', 'Орбіталь', 'Ізотопи', 'Compounds', 'State at 273 K', 'Назви', 'Електрони', and 'Wide'. The periodic table is displayed with columns numbered 1 to 18. Element 73, Tantalum (Ta), is highlighted in the 5th column. A detailed information panel for Ta is open, showing its atomic number (73), symbol (Ta), name (Тантал), and atomic weight (180,95). The electron configuration is given as [Xe] 6s² 4f¹⁴ 5d³. A list of properties is shown, with 'State at 273 K' selected, indicating it is a 'Тверде тіло' (solid). Other properties include melting point (3290 K), boiling point (5731 K), electronegativity (1.5), ionization energy (761 kJ/mol), and radius (200 pm). A temperature slider is set to 273 K. Below the main table, there is a section for the f-block elements (lanthanides and actinides) with their respective symbols and names.

Рис. 2.30. Вікно динамічної періодичної системи Ptable (<http://www.ptable.com>)

На рис. 2.31 виділено ті дослідницькі компетентності, для формування яких засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів є провідним засобом ІКТ. Загальний внесок засобів комп'ютерного моделювання хімічних процесів у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії складає 11,16 %.

Засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів методами молекулярної механіки та динаміки, квантової хімії тощо використовуються у практиці профільного навчання хімії зрідка, оскільки вони розраховані на

вирішення досить складних і специфічних хімічних задач, пов'язаних із теоретичними розрахунками і моделюванням молекулярних структур, міжмолекулярних взаємодій, впливу умов на перебіг фізичних та фізико-хімічних процесів тощо. Їх застосування розраховане на навчально-дослідницьку діяльність учнів у галузях органічної, біоорганічної та загальної хімії на високому теоретичному рівні (рис. 2.32).

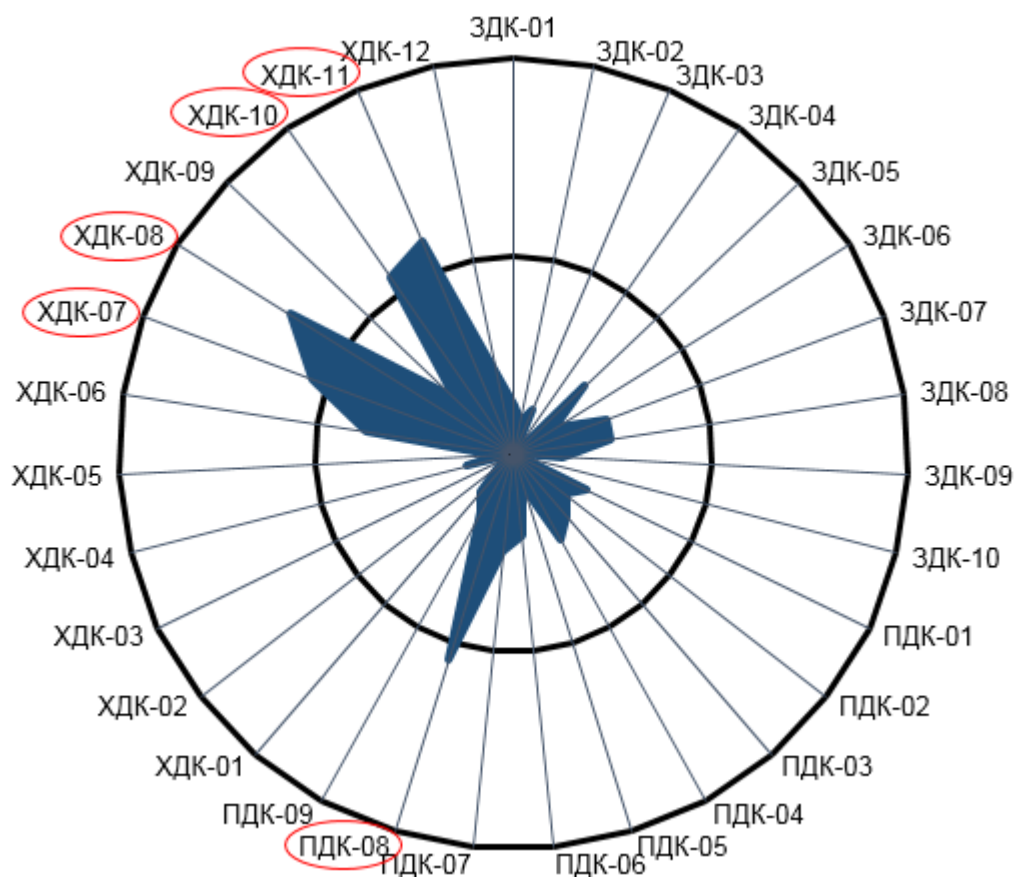


Рис. 2.31. Вплив засобів комп'ютерного моделювання хімічних процесів на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Попри відносну складність у використанні ці засоби ІКТ були визначені за результатами експертного оцінювання провідними у формуванні таких дослідницьких компетентностей: здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи (ПДК-08), здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов

перебігу реакції (ХДК-07), здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями (ХДК-08), здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин (ХДК-10) та здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей (ХДК-11), причому для двох останніх компетентностей провідними засобами їх формування є виключно засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів.

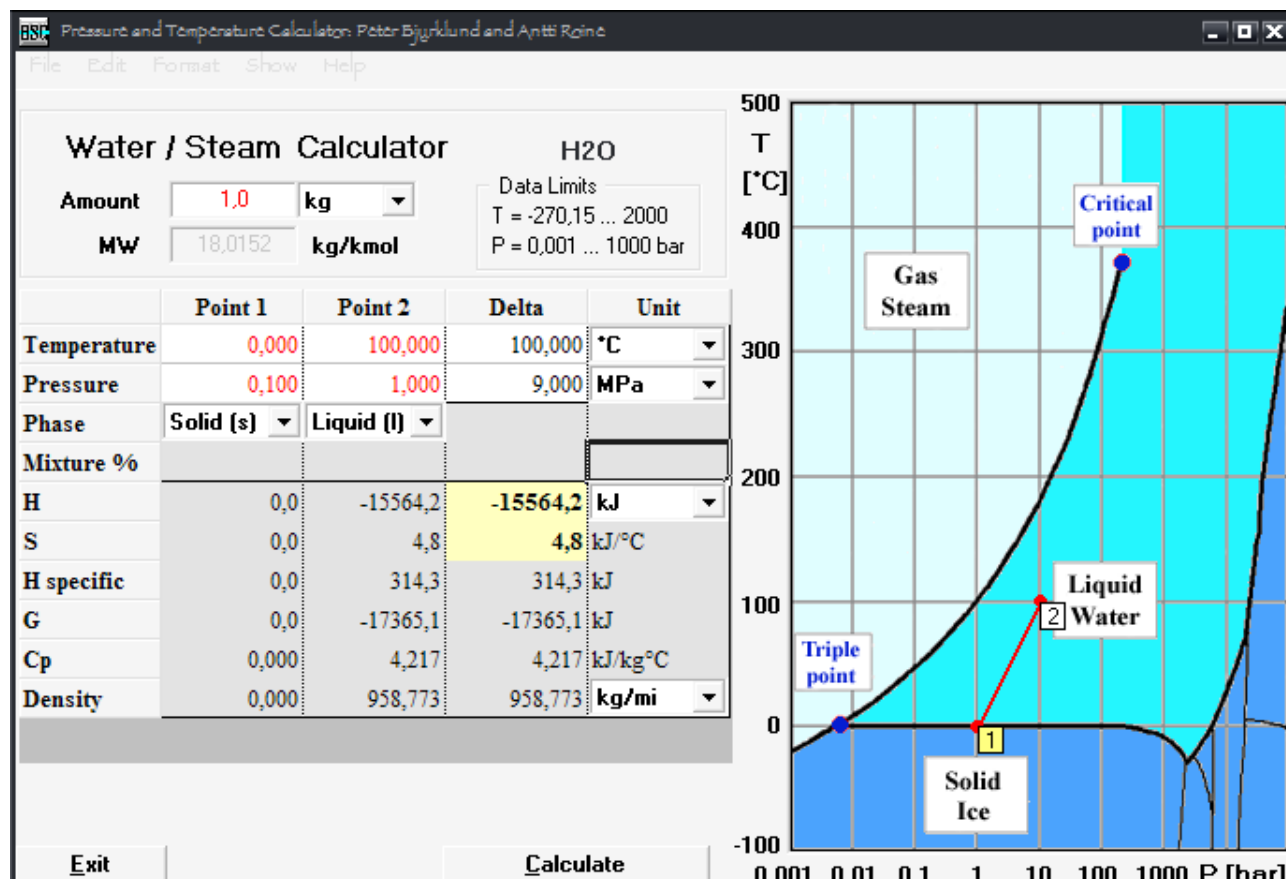


Рис. 2.32. Вікно програми HSC Chemistry 5.1, у якому на фазовій діаграмі води моделюються її агрегатний стан і термодинамічні характеристики у залежності від температури і тиску

Згідно рис. 2.33, *навчальні ігри з хімії* є провідним засобом ІКТ формування лише однієї дослідницької компетентності – здатності до критичного мислення (ЗДК-06), але загальний внесок навчальних ігор з хімії у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є досить значним і становить 8,07 %.

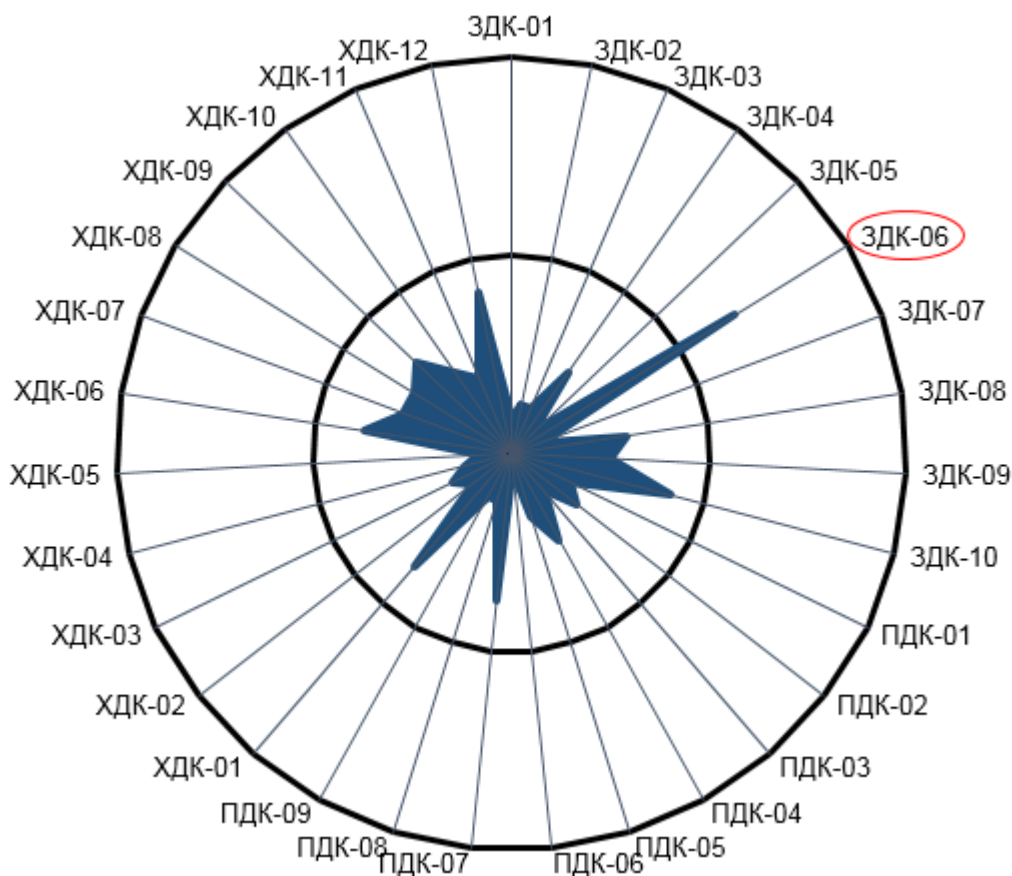


Рис. 2.33. Вплив навчальних ігор з хімії на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Ця експертна думка співпадає з поглядами С. О. Терно, який вважає, що критичне мислення у першу чергу спрямоване на розв'язання певної проблеми (утруднення) [307, с. 44], джерелом якого може стати гра. Саме ігри надають можливість у привабливій для учнів формі знаходити та освоювати навички і знання, які можуть бути використані згодом у реальному житті, протестувати різні рішення проблемних ситуацій та отримати уявлення про результативність власних дій, що покращує їх ситуаційну оцінку та навички критичного мислення [2].

Д. Е. Хендерсон (David E. Henderson) [10] пропонує приклад ділової хімічної гри, спрямованої на розвиток критичного мислення у процесі інформаційно-пошукової діяльності студентів. Дана гра може бути використана як із звичайними джерелами даних (як правило, наукові бібліотеки), доступними через пошукові системи загального призначення, так із

спеціалізованими, доступними через науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет, хімічні пошукові системи тощо. Сюжет гри – виявлення, вивчення та обґрунтування доцільності розробки та виробництва нового хімічного обладнання для хімічного аналізу (спектрометричного, електрохімічного, вольтамперометричного, магнітно-резонансного, рентгенографічного та ін.). У процесі гри застосовуються такі засоби ІКТ, як електронні таблиці (для аналізу даних), засоби для побудови діаграм зв'язків (для відображення різних пропозицій з метою вибору найкращої), засоби забезпечення навчальної комунікації в асинхронному та синхронному режимах (для групової навчально-дослідницької діяльності), засоби планування навчальної діяльності та хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності (для планування та відслідковування етапів реалізації проекту), засоби проведення навчальних веб-конференцій (для зустрічей та обговорення із дистанційною присутністю), текстові редактори та засоби створення мультимедійних презентацій (для наочного подання ходу, проміжних та заключних результатів дослідження).

Наприклад, навчальна гра з хімії «Chembridge» («Хімічний брідж», рис. 2.34), сюжет якої вимагає від гравців наявності умінь визначати ступені окиснення хімічних елементів у сполуках та робити обґрунтовані припущення щодо окисно-відновних властивостей цих сполук, сприяє розвитку критичного мислення, оскільки кожна ігрова ситуація потребує зваженого підходу до дії. Наприклад, одна із карт має позначення речовини TiF_3 . Ступені окиснення розставити нескладно (у атому Флуору ступінь окиснення становить -1 , а у атому Титану, відповідно, $+3$), але які властивості буде виявляти ця сполука у хімічних реакціях з іншими речовинами: тільки окисні, тільки відновні, чи і окисні і відновні у залежності від реакції? Хід міркувань має бути таким: атом Титану знаходить у проміжному для себе ступені окиснення, тому може бути і окисником і відновником, у той час як атом Флуору – у найнижчому для себе ступені окиснення, тому може бути виключно відновником. Проте настільки сильних окисників, щоб вступити у взаємодію з атомом Флуору у ступені

окиснення -1 не існує, тому на відновні властивості Флуору у цій (та й інших подібних) сполуках звертати уваги не слід. Отже, TiF_3 матиме як окисні, так і відновні властивості у залежності від хімічної реакції, що обумовлені проміжним ступенем окиснення атому Титану у цій сполуці.

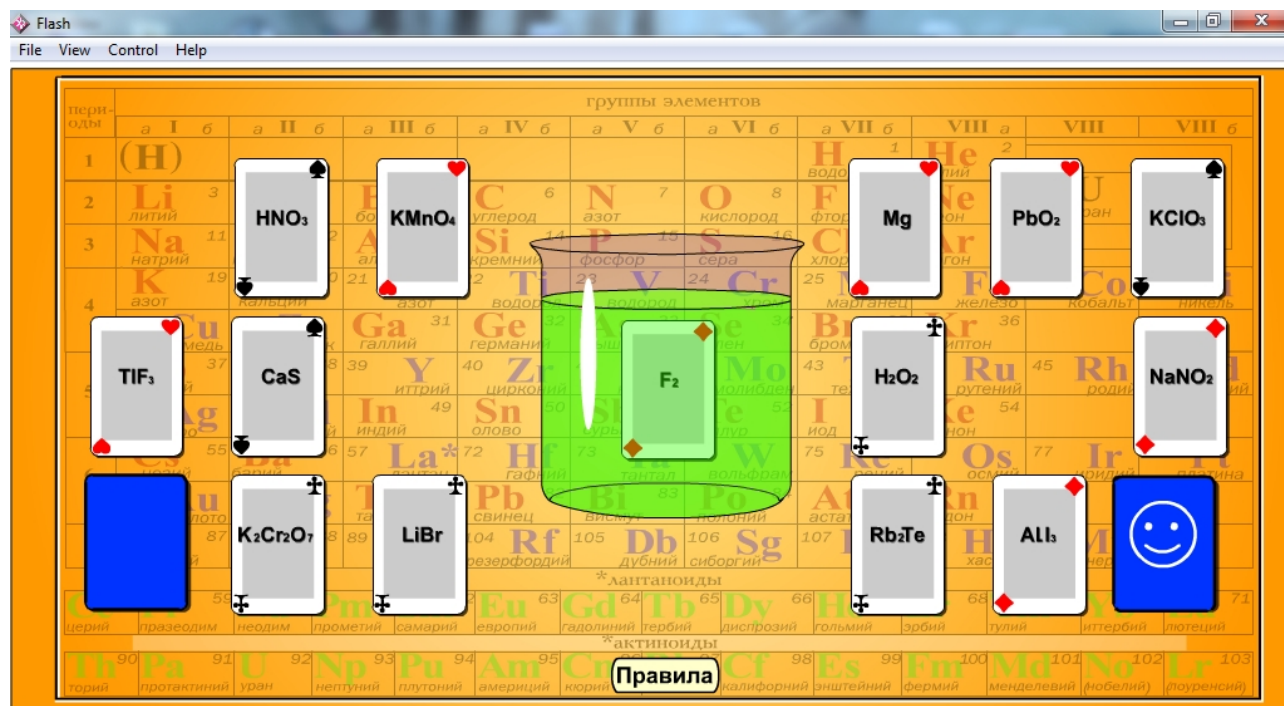


Рис. 2.34. Вікно навчальної гри з хімії «Chembridge»

Слід зазначити, що значна кількість завдань у ВХЛ Virtual Lab сформульована саме у ігровій формі, що до певної міри стирає межу між іграми та ВХЛ.

Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет є провідним засобом ІКТ розвитку п'яти дослідницьких компетентностей: здатності знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05), здатності до критичного мислення (ЗДК-06), здатності до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень (ЗДК-04), сформованості уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології (ПДК-01), сформованості уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи (ПДК-07); причому для трьох останніх з перерахованих

дослідницьких компетентностей науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет вважаються єдиним провідним засобом ІКТ. Загальний внесок у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії становить 12,89 % (рис. 2.35).

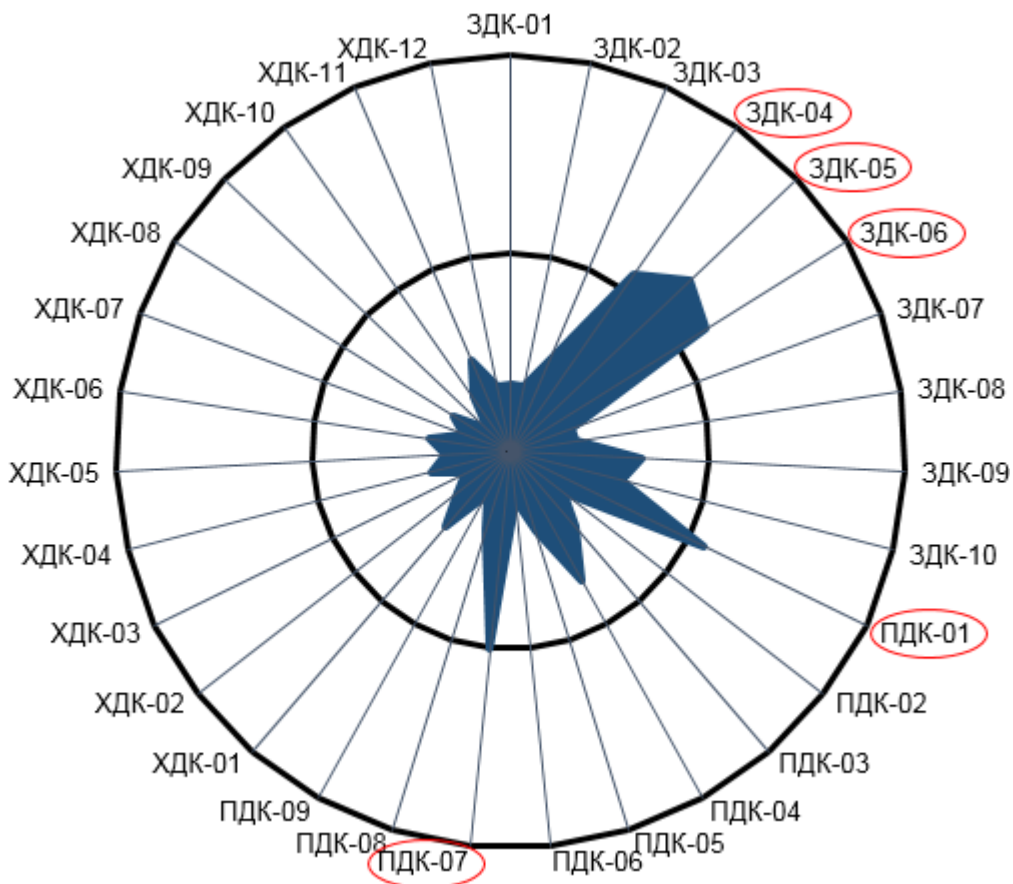


Рис. 2.35. Вплив науково-популярних та профорієнтаційних хімічних інформаційних ресурсів Інтернет на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

На відміну від підручників з хімії, які мають сконцентрувати увагу учня на певному наборі фактів, визначень, закономірностей і правил, та написані, у більшості випадків, досить «сухою» мовою наукового стилю, науково-популярні ресурси з хімії мережі Інтернет цих обмежень, зазвичай, позбавлені. У них більше уваги приділяється опису яскравих або незвичайних фактів, пов'язаних із хімічним об'єктом; історії наукових досліджень; практичному застосуванню хімічних речовин, реакцій, законів; взаємозв'язку хімії з іншими науками. Форма подання даних у науково-популярних ресурсах з хімії мережі

Інтернет також різноманітна як за стилем (може бути як науковим, так і публіцистичним і, навіть, художнім та розмовним), так і за формою (окрім тексту та фото, можуть використовуватись анімація, відеоматеріали, зворотний зв'язок з автором або іншими користувачами тощо).

Зазначені вище особливості контенту науково-популярних ресурсів з хімії мережі Інтернет робить їх єдиним, на думку експертів, ефективним засобом розвитку здатності до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень (ЗДК-04), сформованості уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології (ПДК-01) та сформованості уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи (ПДК-07). Наприклад, он-лайн версія журналу «Химия и жизнь» (<https://www.hij.ru/>) надає можливість ознайомитись із статтями, опублікованими у журналі, що:

- спонукають читачів замислюватись над етичними, моральними, соціальними та економічними проблемами досліджень у хімії та інших природничих науках, формують ставлення до них;

- містять детальний опис історії відкриттів у області хімії або методик проведення хімічних досліджень;

- розглядають проблеми інших природничих наук та їх взаємозв'язок із хімією.

Подібний контент має й Інтернет-журнал «Химия и химики» (<http://chemistry-chemists.com/>) та інші подібні ресурси (рис. 2.36).

Інтернет-ресурси, які відносяться до хімічних інформаційних, часто містять велику кількість довідникових матеріалів. Зокрема, на сайті Chemiday.com містяться електронна періодична система, таблиця розчинності солей, кислот та основ у воді, база даних хімічних реакцій, хімічна енциклопедія, реєстр харчових добавок тощо, проте вони не претендують на вичерпність – ресурс постійно перебуває у стані удосконалення, тому якщо необхідних даних не знайшлось – їх можна спробувати знайти на інших подібних ресурсах (ximuk.ru, chemport.ru та ін.).

Химия и Химики...
chemistry-chemists.com

На главную страницу Скачать журнал (8.0 Мб, *pdf) [ССЫЛКА](#)

журнал Химия и Химики
Содержание № 2 2009

О Химии и не только

Зоотоксины 3 [читать](#)

Токсины как химическое оружие 11 [читать](#)

Некоторые токсины морских животных и их препараты 32 [читать](#)

Ботулотоксин в косметологии - яд или лекарство? 41 [читать](#)

Особенности ноотропной терапии 47 [читать](#)

Ферромагнетизм - универсальное свойство неорганических наночастиц 58 [читать](#)

Гипотеза Поливерсума (таххионы) 62 [читать](#)

Химические водоросли, зеленый чай и... дубовые орешки
Chemical Gardens (Colloidal Garden), Green Tea and... Galls [смотреть](#)

Море пены 157 [читать](#)

Задачи для олимпиады школьников по химии (8-й класс) 160 [читать](#)

Фотографии опытов [смотреть](#)

Горение магниевой стружки и цинковой пыли 164

Выращиваем кристаллы меди 167

Масло из апельсина (апельсиновая кожура и огонь) [смотреть](#)

Проблемы Науки и Образования

Аспирант Кандидатович Недоктор: Не верь, не бойся, не жди 169 [читать](#)

Жизненные цитаты 65 [читать](#)

Многоликий уголь (Фотографии) 69 [смотреть](#)

Периодическая система элементов 71 [смотреть](#)

ПРАКТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Иод 73 [читать](#)

Сероуглерод из серы и древесного угля [смотреть](#)

Промышленная печь производства сероуглерода [смотреть](#)

Фурфурол из кукурузных кочерыжек 120 [читать](#)

Лазер из DVD-RW 123 [читать](#)

ЮНЫМ ХИМИКАМ

Серпентарий на лабораторном столе Pharaoh's Serpents (Pharaoh's Snakes) [смотреть](#)

Огонь от капли воды 143 [читать](#)

Зачем и как публиковать научные статьи в иностранных журналах? 178 [читать](#)

Нас спрашивают... 200 [читать](#)

Псевдонаучные и математические эпидемии XX века 204 [читать](#)

ЮМОР

Разное 211 [читать](#)

Юмор - ретро 220 [читать](#)

Веселые картинки 224 [смотреть](#)

Доска позора 226 [смотреть](#)

ЛИТПОРТАЛ

Реджинальд Гулливер "Эрунтика" [читать](#)

О журнале Химия и Химики 240 [читать](#)

Рис. 2.36. Веб-сторінка із змістом інтернет-журналу «Химия и химики» № 2 за 2009 рік

Враховуючи достатню кількість подібних ресурсів у мережі Інтернет, їх доступність та постійне розширення і удосконалення, логічним є той факт, що найвагоміший внесок науково-популярних ресурсів з хімії мережі Інтернет як засобу ІКТ у формуванні компонентів системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії припадає на формування здатності знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05).

В основі критичного мислення знаходяться пізнавальні навички аналізу, інтерпретації, формулювання висновку, пояснення, оцінки, моніторингу та коректування власних міркувань, тому критичне мислення у певній мірі відтворює процес наукового дослідження – виявляє проблему, формулює гіпотезу, збирає та аналізує відповідні дані, тестує і в кінцевому підсумку приймає або відхиляє гіпотезу, і остаточно виводить висновки [6].

Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет надають можливість користувачу виходити за межі шкільної програми, отримувати дані про хімічні об'єкти з різних джерел та точок зору, прослідкувати хід міркувань дослідників або перебіг експериментів, що надає можливість розвивати здатності до критичного мислення (ЗДК-06).

Наприклад, при вивченні теми «Лужні елементи» (10-й клас) можна рекомендувати учням ознайомитись із серією статей у журналі «Химия и химики» (<http://chemistry-chemists.com/Video/Na-H2O.html>), присвячену властивостям металічного натрію та експериментам із ним. Окрім детального опису експериментів, їх фото та відео, у статтях також розміщено додаткові факти, які, зазвичай, не потрапляють до підручників, оскільки є виключеннями із правил і потребують розлогих і досить складних для розуміння пояснень: зокрема, у одній із статей мова іде про реакцію натрію із концентрованою хлоридною кислотою, яка відбувається всупереч очікуванням значно менш бурхливо, ніж з водою, що пояснюється утворенням із нерозчинного у хлоридній кислоті натрій хлориду на поверхні металу захисної плівки, яка захищає натрій від подальшої взаємодії із HCl. Обговорення подібних

виключень із правил спонукає учнів до всебічного розгляду проблемної ситуації, урахування усіх факторів і ретельної перевірки гіпотези, яка на перший погляд очевидно є вірною, і, за необхідності, обґрунтованого коригування цієї гіпотези, формулювання остаточних висновків.

Програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії є багатокомпонентними програмними засобами, спеціально створеними і призначеними безпосередньо для підтримки вивчення окремих тем або розділів шкільного курсу хімії. Саме тому їх загальний внесок у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників з хімії є високим – на рівні 23,54 % (рис. 2.37) і поступається за величиною лише внеску ВХЛ. Програмно-методичні комплекси з хімії були визначені експертами як єдиний провідний засіб для формування здатності відрізняти хімічні явища природи від інших (ХДК-01), а також провідним засобом для формування таких дослідницьких компетентностей: здатності грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту (ПДК-03), здатності правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо (ХДК-05), здатності користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06) та здатності виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09).

Як правило, сфера застосування відповідного програмно-методичного комплексу позначена у його назві, а функціональні можливості надають можливість використовувати його як у якості електронного навчального посібника, так і у якості засобу перевірки рівня знань, тренажеру тощо (рис. 2.38).

На рис. 2.39 у вигляді пелюсткової діаграми наведено внесок у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії *тренажерів та електронних практикумів*. Загальний внесок тренажерів та електронних практикумів у формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є значним і становить 15,72 %, але при цьому дані засоби

вважаються провідними для формування лише двох дослідницьких компетентностей: здатності правильно використовувати хімічне обладнання і посуд (ХДК-02) та здатності виконувати різні типи хімічних розрахунків (ХДК-09). Також ці засоби досить сильно впливають на формування таких дослідницьких компетентностей, як здатність відрізняти хімічні явища природи від інших (ХДК-01), здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів (ХДК-04) та здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо (ХДК-05).

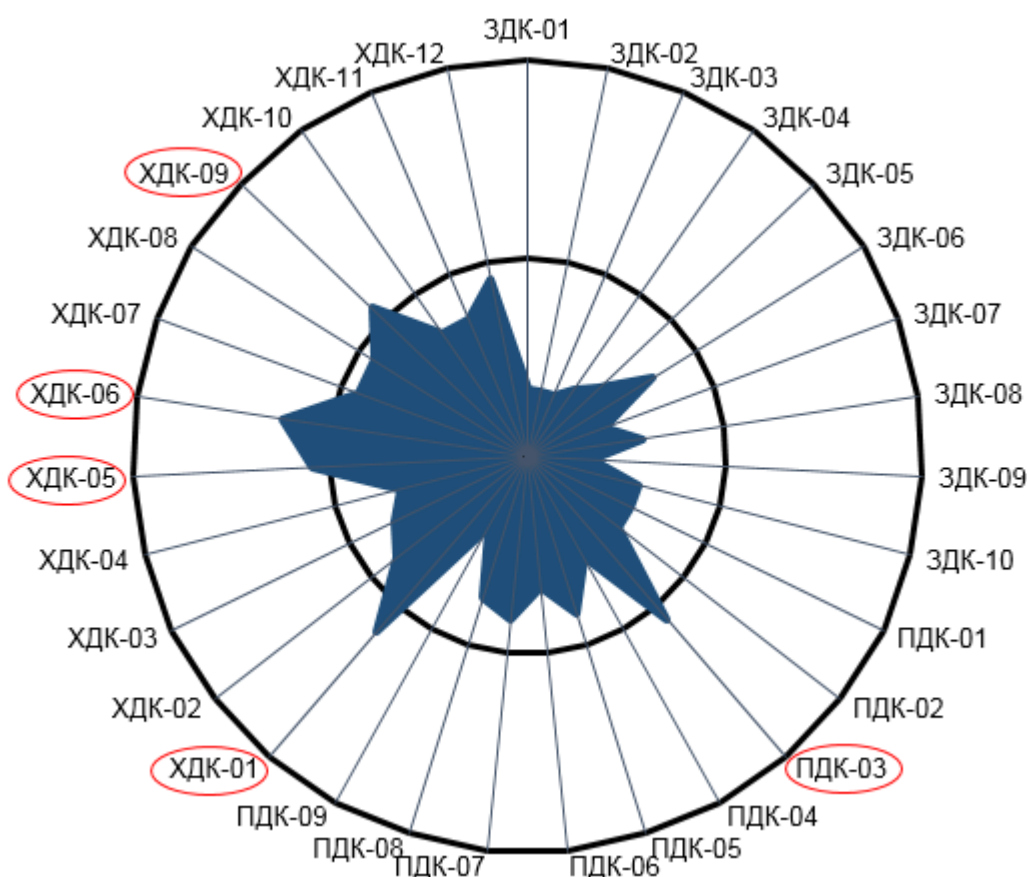


Рис. 2.37. Вплив програмно-методичних комплексів навчального призначення з хімії на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

У цілому тренажери та електронні практикуми за функціональними можливостями і призначенням нагадують ВХЛ (рис. 2.40), але їх можливості є значно більш обмеженими, оскільки їх функціонування базується на виконанні

лише одного алгоритму, спрямованого на відпрацювання правильного порядку дій і спостережень. Тому ці засоби впливають на формування практично тих самих дослідницьких компетентностей, що і ВХЛ, але цей перелік менший і вплив тренажерів та електронних практикумів на процес формування вищезгаданих дослідницьких компетентностей не такий значний.



Рис. 2.38. Вікно програмного педагогічного засобу «Віртуальна хімічна лабораторія 8-11 клас»

Хімічні пошукові системи, як і пошукові системи загального призначення, є провідним засобом ІКТ тільки для однієї дослідницької компетентності – здатності знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження (ЗДК-05), а їх загальний внесок у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників є меншим у порівнянні із пошуковими системами загального призначення і становить 5,25 % (рис. 2.41).

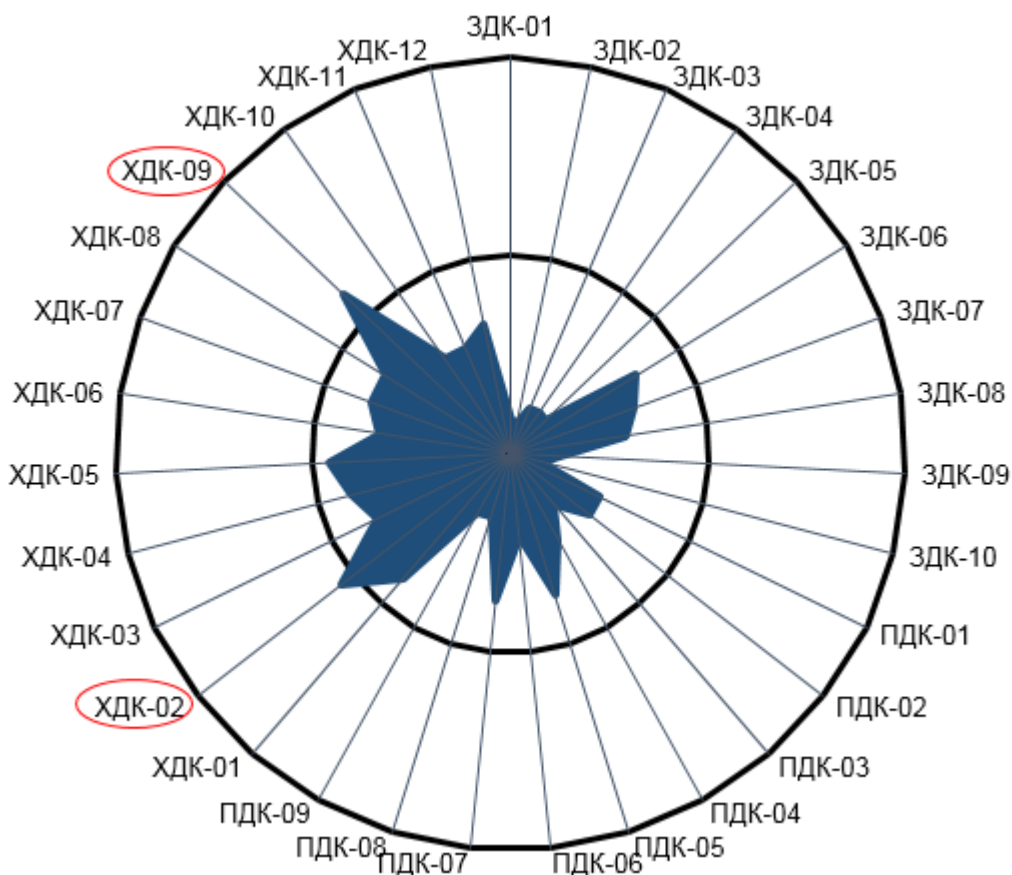


Рис. 2.39. Вплив тренажерів та електронних практикумів на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії



Рис. 2.40. Вікно лабораторної роботи «Властивості етанової кислоти» електронного засобу навчального призначення «Віртуальна хімічна лабораторія. 11 клас»

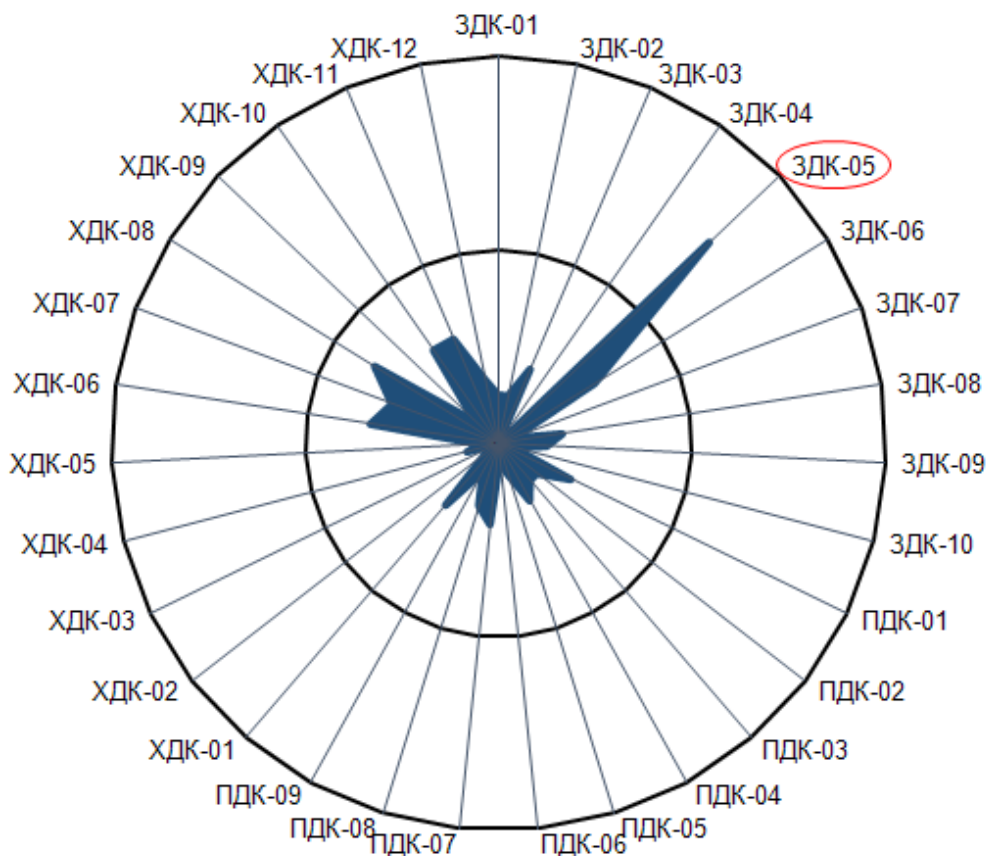


Рис. 2.41. Вплив хімічних пошукових систем на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Хімічні пошукові системи являють собою потужні бази даних з хімії, пошук в яких здійснюється не лише за певними ключовими словами (назвами речовин або фрагментами назв), але і за допомогою спеціальних кодів (лінійних нотацій), що відображають структуру молекул, та використовуючи двовимірні структурні формули речовин або їх фрагменти (пошук за структурою та пошук за подібністю).

Хімічні пошукові системи можуть суттєво відрізнитись вмістом власних баз даних, від чого залежить їх спеціалізація: одні пошукові системи містять переважно відомості про хімічні і фізичні властивості речовин, інші – про виробників та ціни на хімічну продукцію, треті – про біологічну активність молекул тощо [245]. На рис. 2.42 показано роботу з інструментом для пошуку речовини за її структурною формулою у одній з найпотужніших хімічних пошукових систем – ChemSpider.

Рис. 2.42. Пошук речовини за структурною формулою у хімічній пошуковій системі ChemSpider

Використання хімічних пошукових систем у профільному навчанні хімії надає можливість отримати необхідні для розв'язування задач довідникові дані, посилання на літературні джерела, огляд фізичних і хімічних властивостей, та методик синтезу, навички роботи із специфічним інструментом з пошуку хімічних даних тощо.

Певним недоліком хімічних пошукових систем можна вважати їх монолінгвальність – практично усі вони одномовні і можливість пошуку або перегляду даних іншими мовами не підтримується.

Хімічні редактори є специфічними програмними продуктами, головним призначенням яких є візуалізація хімічної символіки. Саме тому ці засоби є провідними у формуванні здатності користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою (ХДК-06). Вплив хімічних редакторів на формування інших дослідницьких компетентностей є незначним, про що свідчить величина їх загального внеску у сформованість системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному

навчанні хімії, яку виражено через відношення площі багатокутника до площі кола на пелюстковій діаграмі, і яка складає 3,36 % (рис. 2.43).

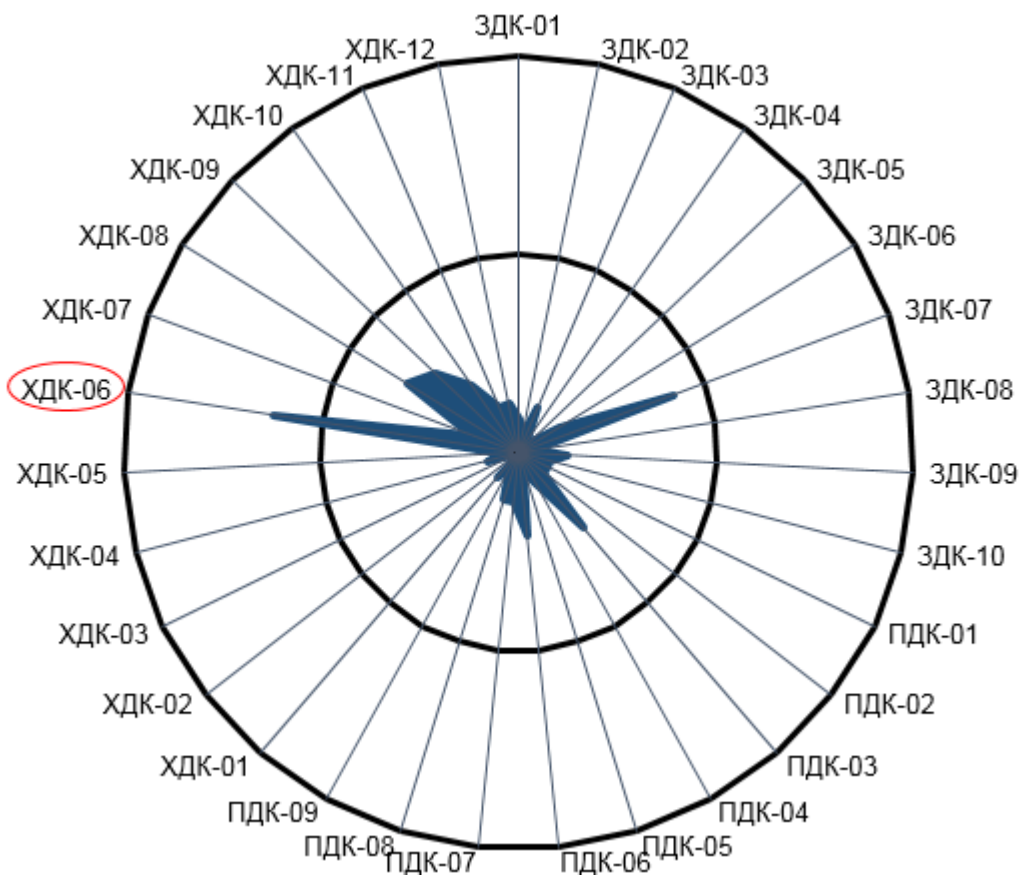


Рис. 2.43. Вплив хімічних редакторів на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

Хімічні редактори використовуються переважно на етапі оформлення результатів дослідження. Зазвичай текстові редактори забезпечують можливість передати більшість особливостей хімічної мови (хімічні формули, рівняння реакцій, прості схеми перетворень тощо), проте коли виникає необхідність створення більш складних і специфічних графічних об'єктів: структурних формул речовин, схем перетворень хімічних сполук, зображень хімічного посуду та приладів тощо, то єдиним ефективним інструментом є саме хімічні редактори. У процесі роботи з хімічним редактором учні не лише отримують навички роботи з таким важливим для майбутнього фахівця-хіміка засобом ІКТ, але і удосконалюють власні знання хімічної номенклатури, будови речовини, хімічного посуду тощо. На рис. 2.44 продемонстровано можливості

хімічного редактора у створенні зображення, що містить специфічні елементи: хімічний посуд та рівняння хімічних реакцій.

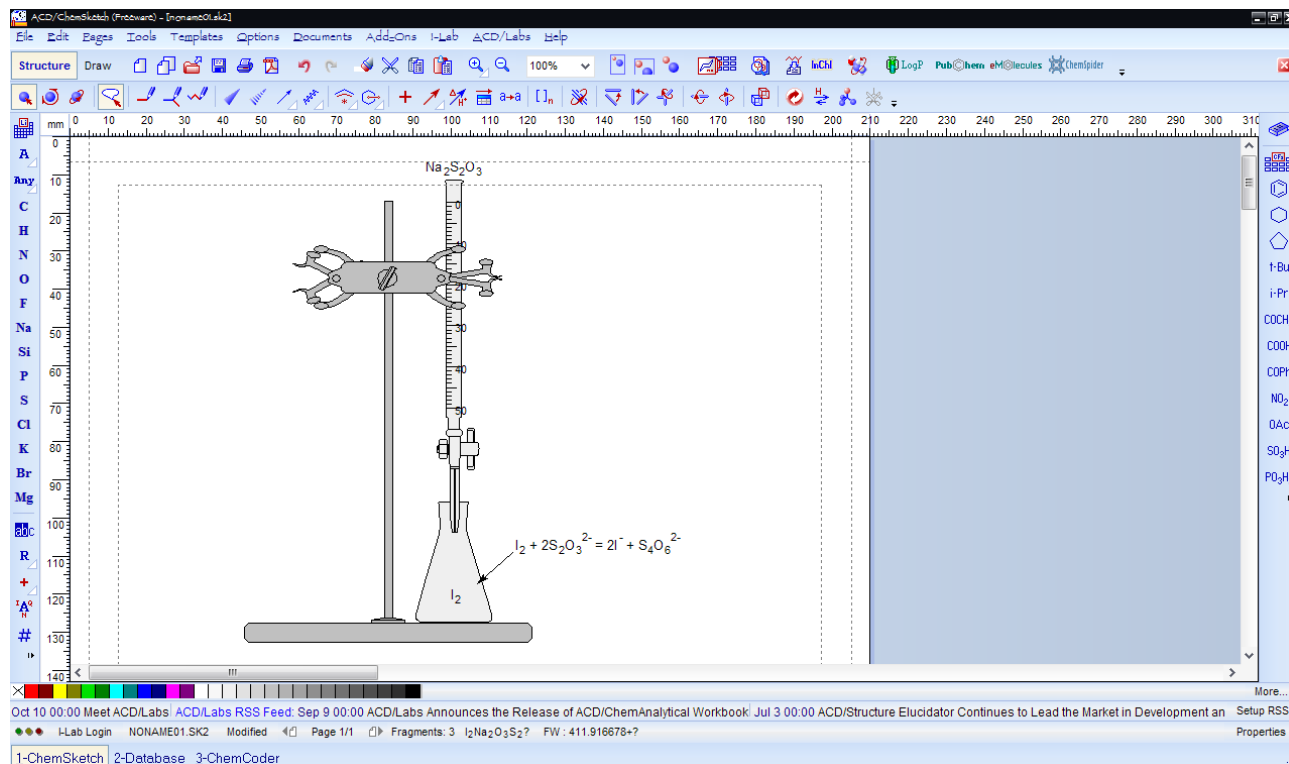


Рис. 2.44. Вікно хімічного редактора ACD ChemScetch, у якому відбувається створення принципової схеми виконання йодометричного титрування

Висновки до розділу 2

1. Проведений аналіз теорії та практики профільного навчання хімії надав можливість виділити дві основні групи засобів ІКТ навчання:

– засоби загального призначення: віртуальні навчальні середовища, графічні редактори, експертні системи, електронні лабораторні журнали, електронні таблиці, засоби для опрацювання та відтворення аудіо та відео, засоби для перегляду електронних книжок, засоби для побудови діаграм зв'язків, засоби для розробки навчальних матеріалів, засоби забезпечення навчальної комунікації в асинхронному та синхронному режимах, засоби здійснення профорієнтаційної діагностики, засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень, засоби планування навчальної діяльності (електронні календарі, органайзери, планувальники), засоби проведення навчальних веб-конференцій (вебінарів, віртуальних класів тощо), засоби створення мультимедійних презентацій, пошукові системи загального призначення, системи підтримки навчання, системи управління базами даних, текстові редактори, хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності;

– засоби спеціального призначення: адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії, віртуальні хімічні лабораторії, електронні періодичні системи, засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів, навчальні ігри з хімії, науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет, програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії, тренажери та електронні практикуми, хімічні калькулятори, хімічні пошукові системи, хімічні редактори.

За результатами експертного опитування було виокремлено 17 засобів ІКТ, використання яких сприятиме формуванню дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Із 20 засобів ІКТ загального призначення до засобів ІКТ, використання яких у формуванні системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному

навчанні хімії є найбільш доцільним, було віднесено 7 засобів, а із 11 специфічних засобів ІКТ забезпечення профільного навчання хімії – 10. Такі засоби ІКТ, як віртуальні хімічні лабораторії, пошукові системи загального призначення, тренажери та електронні практикуми з хімії, отримали найвищі експертні оцінки доцільності застосування для формування дослідницьких компетентностей.

Згідно результатів експертного опитування побудовано комплекс засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Показано, що засоби ІКТ загального призначення необхідні для формування насамперед загальнонаукових, а засоби спеціального призначення – для формування хімічних та природничо-наукових дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, причому, як правило, засоби спеціального призначення є провідними для формування двох та більше дослідницьких компетентностей, у той час як засоби загального призначення – лише для однієї із них.

Аналіз побудованої системи показав достатню забезпеченість процесу формування дослідницьких компетентностей старшокласників провідними засобами ІКТ, внесок яких у формування тієї чи іншої компетентності є вирішальним. Лише 4 дослідницькі компетентності (3 загальнонаукові та 1 природничо-наукова) не мають провідного засобу ІКТ формування, що пояснюється їх загальнометодологічним змістом і, як наслідок, участю багатьох засобів ІКТ у процесі їх формування без можливості явно виділити найбільш значущі. І тільки один засіб ІКТ (засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень) не є провідним для жодної з дослідницьких компетентностей у складі системи.

2. Комплекс засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії стала одним із ключових елементів спроектованої моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ. Компоненти даної моделі об'єднані у чотири блоки: цільовий, концептуальний,

технологічний та діагностично-результатний, які розташовані у логічній послідовності поступового переходу від мети до результатів:

– цільовий блок містить компоненти, що визначають мету моделі – формування дослідницьких компетентностей старшокласників засобами ІКТ (стрімке зростання обсягу хімічного знання та потреба суспільства у висококваліфікованих фахівцях з хімії, комп'ютеризація усіх видів хімічної діяльності, допрофесійна підготовка з хімії у старших класах та дослідницько зорієнтоване навчання хімії);

– концептуальний блок відображає сучасні підходи до впровадження компетентнісного підходу у профільне навчання хімії, а до його складу входять такі компоненти – нормативні документи (Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року та Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти), зміст навчання хімії, експертне оцінювання як основний інструмент відбору та спроектована система дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії;

– технологічний блок містить засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, що взаємопов'язана із методами профільного навчання хімії та формами організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії та визначає шляхи досягнення мети моделі;

– діагностично-результатний блок включає прогнозований результат застосування моделі – підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії та комплекс критеріїв оцінювання, показників, рівнів сформованості дослідницьких компетентностей та засобів для діагностики сформованості дослідницьких компетентностей учнів, призначений для встановлення ефективності досягнення результату.

Інтегральними компонентами моделі, що взаємодіють з усіма її блоками є ІКТ, компетентнісний, системний, особистісно зорієнтований та діяльнісний, методологічні підходи, принципи навчання, принципи профільного навчання та

принципи навчання хімії.

3. Методика використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії складається із трьох основних блоків: цільовий (формування дослідницьких компетентностей учнів), змістовий (навчання основ кількісного хімічного аналізу) та технологічний (засоби ІКТ, методи та форми їх використання у профільному навчанні хімії). Цільовий блок методики визначається згідно відповідної моделі. Вибір змістового блоку обумовлений професійною універсальністю навчання основ кількісного хімічного аналізу за різними профілями (хіміко-технологічний, хіміко-біологічний, сільськогосподарський та ін.). Технологічний блок методики визначає провідний зміст діяльності (індивідуальні та групові навчальні дослідження), форму організації навчання (факультативний курс), види діяльності з формування дослідницьких компетентностей (розв'язування навчально-дослідницьких задач, практичні та лабораторні роботи, хімічні практикуми, навчально-дослідницькі проекти, ужитковий та домашній хімічний експеримент, навчальні екскурсії до хімічних лабораторій) та засоби ІКТ формування дослідницьких компетентностей.

Відповідно до результатів експертного оцінювання доцільності використання засобів ІКТ для формування окремих дослідницьких компетентностей, із 17 відібраних засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей 7 засобів є специфічними (провідними у формуванні тільки однієї дослідницької компетентності), 9 засобів є багатофункціональними (провідними у формуванні двох і більше дослідницьких компетентностей) і 1 засіб не є провідним для формування жодної дослідницької компетентності. Найбільш значущими для формування всієї системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ є віртуальні хімічні лабораторії та програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії – їх відносний внесок у формування системи дослідницьких компетентностей складає 13,87 % та 13,14 % відповідно. Внесок від 5 % до 10 % у таких засобів, як тренажери та електронні практикуми (8,78 %), науково-

популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет (7,20 %), засоби створення мультимедійних презентацій (7,12 %), адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії (7,02 %), засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів (6,23 %) та пошукові системи загального призначення (5,24 %). Найменший внесок у формування системи дослідницьких компетентностей учнів мають навчальні ігри з хімії (4,51 %), системи підтримки навчання (4,28 %), електронні періодичні системи (4,21 %), текстові редактори (4,05 %), електронні таблиці (3,71 %), засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень (3,14 %), хімічні пошукові системи (2,93 %), хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності (2,70 %) та хімічні редактори (1,88 %). Незважаючи на порівняно низьку значущість для формування системи дослідницьких компетентностей, дані засоби не можуть бути виключені із комплексу засобів ІКТ, тому що вони є провідними засобами формування принаймні однієї із дослідницьких компетентностей.

Виходячи з того, що формування системи дослідницьких компетентностей старшокласників є ефективним за умови правильного добору засобів ІКТ та умов їх застосування для формування кожної із дослідницьких компетентностей – складових системи, за результатами дослідно-експериментальної роботи розроблено рекомендації із використання засобів ІКТ у процесі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії: більшість засобів ІКТ, що є провідними у формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, пройшли апробацію шляхом їх використання у процесі вивчення факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу», а можливість застосування деяких засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей була проілюстрована на окремих темах шкільного курсу хімії старшої школи за профільним рівнем.

Основні результати другого розділу опубліковано у роботах [18; 190; 206; 207; 208; 209; 210; 211; 212; 213; 214; 215; 216; 218; 219; 221; 223; 342].

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ

3.1 Завдання і зміст експериментальної роботи

З метою перевірки гіпотези дослідження та ефективності розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії було проведено педагогічний експеримент.

За С. У. Гончаренком, педагогічний (психолого-педагогічний) експеримент – це комплексний метод дослідження, який забезпечує науково-об’єктивну і доказову перевірку правильності гіпотези педагогічного дослідження. Сутність педагогічного експерименту полягає у активному втручанні дослідника у психолого-педагогічний процес, виокремленні явища, що вивчається, та цілеспрямованій зміні умов педагогічного впливу на досліджуваних з метою перевірки ефективності тих або інших новацій в галузі навчання і виховання, порівняння значущості різних факторів у структурі педагогічного процесу та вибору оптимального для відповідних ситуацій їх поєднання, виявлення необхідних умов реалізації певних педагогічних завдань [105, с. 253].

М. С. Пак трактує дидактичний експеримент з методики навчання хімії як специфічний вид педагогічного експерименту, головним завданням якого є виявлення ефективності засобів, що застосовуються у процесі навчання хімії (змісту, технологій, методів, прийомів, засобів та умов навчання, факторів, середовищ, методичних рекомендацій, методичної системи тощо) [235, с. 282].

Об’єктом педагогічного експерименту є процес формування дослідницьких компетентностей старшокласників (зокрема, їх хімічних знань, умінь, ціннісних ставлень, способів пізнавальної та комунікаційної діяльності тощо).

Експериментальна перевірка ефективності методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії *передбачала*:

– розробку навчальної програми факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу»;

– добір засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії за факультативним курсом «Основи кількісного хімічного аналізу»;

– формування контрольних та експериментальних груп;

– моніторинг та контроль динаміки формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі експериментального навчання за факультативним курсом «Основи кількісного хімічного аналізу»;

– виявлення рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольних та експериментальних груп на початку та після завершення експериментального навчання за факультативним курсом «Основи кількісного хімічного аналізу»;

– встановлення статистичної значущості змін рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольних та експериментальних груп;

– дослідження розвитку особистості учнів старшої школи та їх взаємодії у колективі у процесі навчально-дослідницької діяльності в умовах системного застосування засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Відповідно до гіпотези, метою експерименту була перевірка ефективності реалізації у навчально-виховному процесі загальноосвітніх навчальних закладів методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, а саме у виявленні достовірності параметрів ефективності педагогічної системи за її кінцевим результатом – підвищенням у старшокласників рівня сформованості дослідницьких компетентностей.

Логіка етапів педагогічного експерименту в цілому відображала послідовність наступних дій:

- підготовка педагогічного дослідження: вибір теми, визначення її актуальності та ступеня вивченості;

- розробка програми дослідження: окреслення об'єкта та предмета дослідження, визначення мети, постановка завдань, розроблення робочої гіпотези, вибір методів дослідження, опрацювання даних, розроблення календарного плану;

- збір емпіричних відомостей, їх кількісне та якісне опрацювання;

- оформлення результатів, висновків і рекомендацій наукового дослідження;

- упровадження результатів дослідження у навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів.

На кожному етапі було використано комплекс методів науково-педагогічного дослідження:

- теоретичний аналіз джерел з проблеми дослідження;

- вивчення та узагальнення досвіду роботи вчителів хімії, аналіз конкретних експериментальних досліджень;

- цілеспрямоване педагогічне спостереження;

- бесіда, анкетування вчителів хімії, викладачів ВНЗ, працівників педагогічних НДІ;

- теоретичний аналіз дидактичних можливостей застосування засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії;

- методи статистичного опрацювання результатів педагогічного експерименту;

- вивчення й аналіз результатів діяльності учнів і вчителів.

Результати теоретичного дослідження надали можливість розробити систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії та модель їх формування засобами ІКТ, виконати розробку

методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

З урахуванням отриманих результатів розроблено програму експериментального дослідження. У процесі розробки програми дослідження були виділені такі кроки її реалізації:

1) підготовчий крок передбачав:

- аналіз сучасних підходів до профільного навчання хімії;
- аналіз державних стандартів середньої освіти, навчальних програм, концепцій профільного навчання;
- визначення бази та завдань дослідно-експериментальної частини дослідження;
- формулювання теми та гіпотези, постановка проблеми, визначення цілей та задач дослідження;

2) констатувальний крок передбачав:

- аналіз базових понять досліджуваної проблеми;
- виявлення та групування дослідницьких компетентностей;
- дослідження особливостей використання засобів ІКТ підтримки навчальних досліджень у профільному навчанні хімії;

3) проектувальний крок передбачав:

- отримання вихідних даних;
- уточнення структури, змісту, критеріїв оцінювання та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії;
- розробку модуля VlabEmbed системи Moodle для підтримки навчальних хімічних досліджень;
- локалізацію українською мовою ВХЛ Virtual Lab;
- відбір навчальних груп для проведення експерименту;
- проведення необхідних діагностичних досліджень;

4) концептуальний крок передбачав розробку моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії

засобами ІКТ;

5) змістово-технологічний крок передбачав розробку компонентів методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії;

6) організаційно-педагогічний крок передбачав застосування в експериментальній групі розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії за факультативним курсом «Основи кількісного хімічного аналізу» (додаток И);

7) когнітивно-операційний крок передбачав упровадження теоретичних і практичних результатів у навчальний процес загальноосвітніх та вищих навчальних закладів України;

8) оцінно-результативний крок передбачав:

- отримання кінцевих даних;
- статистичне опрацювання й аналіз результатів;
- систематизацію й узагальнення результатів дослідження;
- формування прогностичних напрямів розвитку методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

3.2 Основні етапи дослідно-експериментальної роботи

Реалізація програми дослідження проходила у три етапи:

- 1) аналітико-констатувальний (2007-2009 роки);
- 2) проектувально-пошуковий (2010-2013 роки);
- 3) формувально-узагальнювальний (2014-2017 роки).

Завданням першого етапу дослідно-експериментальної роботи було вивчення існуючого стану досліджуваного явища та виділення вихідних положень дослідження. Для реалізації поставленого завдання було виконано аналіз стандартів середньої освіти, навчальних програм, планів, монографій, підручників та навчальних посібників з хімії, теорії та методики навчання хімії,

науково-методичної літератури з проблеми формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії, досвіду реалізації навчальних досліджень з хімії в профільній школі, засобів ІКТ підтримки навчальних досліджень з хімії в профільній школі, досвіду використання ІКТ в реалізації навчальних досліджень з хімії, що надало можливість обґрунтувати актуальність дослідження та сформулювати його гіпотезу. На першому етапі було розпочато роботу із локалізації, перевірки та упровадження програмного забезпечення навчальних досліджень з хімічного аналізу.

Основні результати, отримані на аналітико-констатувальному етапі експериментальної роботи, відображені у публікаціях [219; 297] та доповідались на сесії Наукової ради НАН України з проблеми «Аналітична хімія» (м. Харків, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 14-17 травня 2007 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми екології та екологічної освіти» (м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет, 12-13 грудня 2008 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет Національної металургійної академії України, 17-18 квітня 2008 р.).

Результати аналітико-констатувального етапу педагогічного експерименту виявили наступне:

1. Профільне навчання хімії забезпечує можливості учнів поглиблювати власні теоретичні знання та удосконалювати практичні навички з хімії, здійснювати індивідуальні та групові навчальні дослідження і тому є оптимальною формою навчання для формування та розвитку дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії – системної зорієнтованої властивості особистості учня, що поєднує знання, уміння, навички, досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії та позитивне ціннісне ставлення до неї й виявляється в готовності та здатності здійснювати

навчальні хімічні дослідження з використанням загальнонаукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів.

2. Формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії вимагає застосування різних видів навчально-дослідницької діяльності. Провідними урочними формами організації навчально-дослідницької діяльності у профільному навчанні хімії, застосування яких сприяє формуванню дослідницьких компетентностей учнів на високому рівні, є розв'язання навчально-дослідницьких задач та лабораторні роботи, а провідними позаурочними формами – хімічні практикуми, навчально-дослідницькі проекти, індивідуальні навчально-наукові дослідження, ужитковий та домашній хімічний експеримент, реалізація яких доцільна на шкільних факультативах та у позашкільних наукових гуртках Малої академії наук України.

3. Виходячи із того, що дослідницькі компетентності старшокласників у профільному навчанні хімії виявляються у готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загальнонаукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів, структурно дослідницькі компетентності були розподілені на три групи: загальнонаукові, природничо-наукові та хімічні.

4. Незважаючи на поступове поширення засобів ІКТ підтримки навчальних хімічних досліджень, у процесі профільного навчання хімії в цілому засоби ІКТ використовуються несистемно та методично необґрунтовано.

Виявлені невідповідності між потенціалом комп'ютерно орієнтованого навчання хімії у формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників та нерозробленістю методики використання ІКТ у процесі формування дослідницьких компетентностей в учнів профільних класів зумовили вибір мети дослідження, виділення його об'єкту та предмету і формулювання задач.

Тому основною задачею другого етапу дослідно-експериментальної роботи було визначення структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості

дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, розробка моделі та методики їх формування.

Для кожної дослідницької компетентності було визначено її компоненти та засоби діагностики рівня їх сформованості (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Компоненти дослідницьких компетентностей старшокласників
у профільному навчанні хімії та засоби їх виявлення**

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
ЗДК-01. Здатність формулювати гіпотезу дослідження	1. Уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки	С, П
	2. Уміння виокремлювати різні аспекти проблеми	С, П
	3. Уміння пропонувати різні варіанти розв'язку проблеми	С
	4. Уміння знаходити пояснення задалегідь невідомим фактам	С, П
	5. Грамотне використання лексики з проблеми дослідження	С, П, Т
	6. Уміння чітко висловлювати власну думку	С, П
ЗДК-02. Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	1. Розвинене абстрактне мислення	С, Т
	2. Уміння передбачити результати конкретних дій	С, Т
	3. Уміння застосовувати теоретичні знання у плануванні та здійсненні практичної діяльності	С
	4. Послідовність та упорядкованість у міркуваннях та практичній діяльності	С, П, Т
	5. Творчий підхід до розв'язування проблемних ситуацій	С, Т
ЗДК-03. Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	1. Уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки	С, П
	2. Уміння аргументувати власні погляди, переконання	С, Т
	3. Увага до нюансів, деталей, невідповідностей	С, П
	4. Інтерес, захопленість у вивченні певної науки	С, А
	5. Уміння виокремлювати проблему дослідження	П
ЗДК-04. Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	1. Уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки	С, П
	2. Знання основ етики наукових досліджень	С, А
	3. Уміння розглянути об'єкт дослідження із різних точок зору	С, П
	4. Уміння знаходити соціально значуще застосування для результатів навчально-дослідницької діяльності	С, П, А
	5. Усвідомлення відповідальності за результати дослідження	С
	6. Стійка система поглядів та переконань	А, Т
ЗДК-05. Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	1. Уміння працювати з довідниками, каталогами	С, П
	2. Уміння інтерпретувати дані із таблиць, графіків	П, Т
	3. Уміння перетворювати одиниці виміру	Т
	4. Уміння формулювати пошукові запити у електронних пошукових системах та базах даних	С
	5. Уміння використовувати бібліографічний опис для пошуку джерел	П
	6. Оцінювання значущості відшуканих даних для розв'язання задачі, проблеми	П

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
	7. Розуміння природи величини, дані якої були предметом пошуку	П, Т
ЗДК-06. Здатність до критичного мислення	1. Самостійність у міркуваннях, виведенні суджень, пошуку рішень	С, П
	2. Уміння аналізувати факти і виводити логічно обґрунтовані висновки	С, П, Т
	3. Усвідомлення необхідності перевірки даних, фактів, висновків	С, П
	4. Уміння оцінювати правдоподібність результатів дослідження, фактів, теорій	С, Т
	5. Уміння доводити правильність умовиводу	С
ЗДК-07. Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	1. Уміння ретельно фіксувати результати експерименту, вести лабораторний журнал	П
	2. Уміння структурувати дані у формі таблиць, графіків, діаграм	П
	3. Уміння знаходити закономірності відповідно до отриманих у результаті проведення дослідження даних	П
	4. Уміння знаходити і формулювати закономірності, аналізуючи побудовані на основі результатів дослідження таблиці, графіки, діаграми	П
	5. Уміння використовувати засоби побудови таблиць, графіків, діаграм та опрацювання текстів	П, Т
	6. Уміння використовувати статистичні методи для оцінювання достовірності результатів дослідження	П, Т
ЗДК-08. Здатність формулювати висновки	1. Уміння виокремлювати найбільш суттєві ознаки та закономірності досліджуваних процесів і явищ	С, П
	2. Уміння аналізувати факти і виводити логічно обґрунтовані висновки	С, П, Т
	3. Грамотне використання лексики з проблеми дослідження	С, П, Т
	4. Уміння чітко висловлювати власну думку	С, П
ЗДК-09. Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	1. Уміння добирати аргументи на підтвердження або спростування певної думки	С, П
	2. Коректне ставлення до альтернативних поглядів на результати дослідження	С, А
	3. Уміння створювати і застосовувати схеми, графіки, діаграми для унаочнення результатів дослідження	П
	4. Обґрунтована впевненість у власних здібностях правильно виконати дослідження і сформулювати на основі отриманих результатів висновки	С
	5. Високий рівень володіння усним і письмовим мовленням	С, П
	6. Уміння чітко висловлювати власну думку	С, П
ЗДК-10. Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	1. Уміння доходити консенсусу в процесі дослідження	С
	2. Відповідальність за власну частину роботи та дослідження у цілому	С, П
	3. Уміння використовувати сучасні засоби комунікації	С, А
	4. Об'єктивність у оцінюванні власних і чужих досягнень	С, П

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
	5. Усвідомлення необхідності ретельного дотримання плану дослідження	С
	6. Уміння розподіляти обов'язки у процесі дослідження, контролювати хід та результати роботи, надавати за необхідності допомогу	С
ПДК-01. Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	1. Уміння обирати умови для проведення емпіричного дослідження	С, П, Т
	2. Уміння систематизувати емпіричні результати дослідження	П
	3. Розуміння принципів роботи та вибору умов використання вимірювальних приладів	С, П, Т
	4. Уміння наводити факти для підтвердження або спростування теорії	С, П
	5. Уміння теоретично обґрунтовувати отримані емпіричні дані	П
	6. Уміння перетворювати одиниці виміру	Т
	7. Розуміння загальних принципів інтерпретації показів вимірювальних приладів	С, Т
ПДК-02. Здатність планувати експеримент	1. Уміння обирати оптимальні умови проведення експерименту	С, П
	2. Уміння добирати обладнання для проведення експерименту	С, П, Т
	3. Уміння передбачити результати окремих етапів експерименту	С, Т
	4. Уміння застосовувати теоретичні знання у плануванні та проведенні експерименту	С, П
	5. Уміння прогнозувати вплив певних факторів на перебіг та результати експерименту	Т
	6. Усвідомлення необхідності підпорядковувати передбачувані результати експерименту його меті	С, П
ПДК-03. Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	1. Розуміння змісту та дотримання методичних рекомендацій, інструкцій щодо проведення окремих етапів експерименту	С, Т
	2. Уміння інтерпретувати якісні зміни в ході експерименту	С, П, Т
	3. Розуміння та дотримання інструкцій щодо застосування обладнання і матеріалів	С, Т
	4. Дотримання правил техніки безпеки	С
	5. Уміння інтерпретувати показання вимірювальних приладів	С, П, Т
ПДК-04. Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	1. Уміння створювати оптимальні умови проведення досліду	С
	2. Розуміння необхідності визначення найбільш суттєвих ознак та закономірностей досліджуваних процесів і явищ шляхом проведення досліду	С, Т
	3. Уміння оцінювати значущість даних, отриманих у результаті проведення досліду	П
	4. Уміння дотримуватись умов та рекомендацій щодо проведення досліду	С
	5. Уміння адаптувати умови проведення досліду відповідно до обставин	С, П
ПДК-05. Здатність дотримуватись правил безпеки під час	1. Усвідомлення небезпек при роботі з обладнанням, реактивами тощо	С, Т
	2. Відповідальне ставлення до дотримання порядку і чистоти на робочому місці	С

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
виконання експерименту	3. Уміння передбачити результати конкретних дій	С, Т
	4. Дотримання правил техніки безпеки	С
	5. Знання способів надання першої допомоги в залежності від виду ураження	Т
ПДК-06. Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	1. Уміння обчислювати середнє арифметичне значення результатів експерименту	П, Т
	2. Уміння обчислювати абсолютну похибку результатів експерименту	П, Т
	3. Уміння обчислювати відносну похибку результатів експерименту	П, Т
	4. Уміння використовувати статистичні функції для оцінювання достовірності результатів дослідження	П, Т
	5. Уміння використовувати засоби автоматизації математичного опрацювання результатів експериментального дослідження	П, Т
ПДК-07. Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	1. Знання закону збереження маси речовини та енергії	Т
	2. Розуміння принципів атомно-молекулярного вчення	Т
	3. Уміння знаходити взаємозв'язок між фізичними, хімічними та біологічними явищами	П, Т
	4. Знання основних теорій виникнення та еволюції Всесвіту	Т
	5. Розуміння схем, процесів та рушійних сил кругообігу хімічних елементів у природі	Т
	6. Розуміння принципів встановлення та порушення динамічної рівноваги у природних системах, принципу Ле Шательє-Брауна	Т
	7. Усвідомлення постійного еволюціонування наукового знання	П, Т
	8. Уміння обґрунтовувати властивості різних агрегатних станів з позицій будови речовини	Т
ПДК-08. Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	1. Уміння створювати модель, проводити обчислювальний експеримент та перевіряти модель на адекватність	С, П
	2. Уміння доцільно обирати вид моделі	С, П
	3. Розуміння загальних принципів побудови моделей	Т
	4. Уміння планувати збір, опрацювання та інтерпретацію даних	С
	5. Уміння здійснювати статистичний аналіз даних з метою формулювання висновків про стан досліджуваного об'єкта чи явища	П
	6. Уміння спланувати експеримент для найбільш ефективного вивчення об'єктів живої та неживої природи	С
ПДК-09. Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	1. Уміння здійснювати аналіз методичних рекомендацій та інструкцій щодо проведення експерименту	С, Т
	2. Уміння розрахувати витрати часу і зусиль на виконання окремих етапів експерименту	С, П
	3. Уміння виокремлювати етапи та підетапи експерименту, що можуть бути виконані послідовно або паралельно	С, П
	4. Уміння розподілити роботу з урахуванням особистісних уподобань, схильностей та ресурсів виконавця	С
	5. Уміння координувати спільну роботу в процесі експерименту з метою її оптимізації за часовими або іншими параметрами	С
ХДК-01. Здат-	1. Уміння розпізнавати ознаки хімічних реакцій	Т

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
ніть відрізнити хімічні явища природи від інших	2. Уміння складати й інтерпретувати рівняння хімічних реакцій	Т
	3. Усвідомлювати принципи хімічного перетворення речовин	Т
	4. Знання умов перебігу хімічних реакцій	Т
ХДК-02. Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	1. Розуміння значення елементів маркування хімічного посуду	Т
	2. Розпізнавання та розуміння призначення основних видів хімічного посуду	С, Т
	3. Дотримання правил роботи з хімічним посудом	С
	4. Уміння користуватись мірним посудом	С, Т
	5. Уміння розпізнавати хімічне обладнання за будовою та призначенням	С, Т
	6. Уміння користуватись вимірювальними приладами (терезами, термометром тощо)	С, Т
	7. Дотримання правил використання хімічного обладнання	С
ХДК-03. Здатність пристосувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	1. Уміння класифікувати хімічний посуд за функціональними характеристиками	Т
	2. Уміння визначати можливість застосування хімічного обладнання та посуду у різних ситуаціях	С, П
	3. Уміння користуватись мірним посудом	С, Т
	4. Уміння визначати аналогічні функції у різних видів хімічного посуду та обладнання	С, Т
	5. Уміння добирати хімічний посуд і обладнання відповідно до умов експерименту	С, П, Т
ХДК-04. Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	1. Уміння правильно інтерпретувати технічний опис хімічних приладів	С, Т
	2. Уміння користуватись допоміжним хімічним обладнанням (штативами, корками, скляними трубками тощо)	С
	3. Розуміння мети досліду, для втілення якої складається прилад	С, П
	4. Розуміння функції кожної складової частини приладу	С, П, Т
	5. Наявність конструкторських умінь для складання приладу із заданими функціями	С
	6. Уміння перевіряти працездатність приладу, прогнозувати його ефективність	С
ХДК-05. Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	1. Знання структури полум'я	Т
	2. Уміння використовувати лабораторні нагрівальні прилади (спиртівки, газові пальники, електроплитки тощо)	С
	3. Уміння відрізнити хімічний посуд із термостійкого скла	С
	4. Уміння користуватись фільтрами	С
	5. Уміння користуватись терезами	С
	6. Уміння оцінювати потенційну небезпеку при лабораторних операціях із хімічними речовинами	С, Т
	7. Уміння дотримуватись методичних рекомендацій щодо виконання лабораторних операцій	С
	8. Уміння користуватись мірним посудом	С, Т
ХДК-06. Здатність користува-	1. Уміння створювати та інтерпретувати структурні формули хімічних сполук	П, Т

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
тись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	2. Уміння перетворювати різні види хімічних формул речовини одна в іншу	П, Т
	3. Уміння за міжнародною назвою хімічної сполуки відтворити її хімічну формулу	Т
	4. Уміння дати міжнародну назву хімічній сполуці відповідно до її хімічної формули	Т
	5. Знання символів та сучасних українських назв хімічних елементів	П, Т
	6. Уміння використовувати сучасну українську хімічну номенклатуру для створення усного чи письмового тексту	П, Т
	7. Уміння грамотно використовувати хімічні символи та позначення для запису схем та рівнянь хімічних реакцій	П, Т
	ХДК-07. Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	1. Уміння класифікувати хімічні сполуки відповідно до їх властивостей
2. Уміння класифікувати хімічні реакції		Т
3. Уміння визначати ступені окиснення атомів у речовинах		Т
4. Уміння прогнозувати окисно-відновні властивості речовин		Т
5. Розуміння механізму впливу факторів середовища (температури, тиску, концентрацій реагентів, наявності каталізатору) на перебіг хімічної реакції		П, Т
6. Уміння визначати можливість незворотного перебігу реакцій обміну за схемою реакції		Т
7. Уміння застосовувати аналогію для прогнозування властивостей різних хімічних сполук		С, Т
8. Уміння виводити загальні схеми хімічних реакцій, виходячи із конкретних прикладів, і навпаки		С, П, Т
ХДК-08. Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	1. Уміння описувати будову електронних оболонок атомів	Т
	2. Уміння прогнозувати властивості атомів (у тому числі валентність), виходячи з будови їх електронних оболонок	Т
	3. Уміння порівнювати електронегативність атомів, виходячи з їх положення у періодичній системі хімічних елементів	Т
	4. Знання класифікації та принципів утворення хімічних зв'язків у речовинах	Т
	5. Знання механізмів утворення міжмолекулярних зв'язків	Т
	6. Уміння прогнозувати взаємний вплив атомів у молекулах хімічних сполук	П, Т
ХДК-09. Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	1. Уміння складати та розв'язувати пропорційні залежності між масою, об'ємом та кількістю речовини реагентів і продуктів реакції	Т
	2. Знання основних типів та алгоритмів хімічних розрахунків	С, Т
	3. Уміння переходити від одних способів вираження концентрації розчинів до інших	Т
	4. Уміння визначати кількісний склад сумішей	Т
	5. Уміння використовувати залежність між складом речовини та її хімічною формулою	Т
	6. Уміння складати та перетворювати алгебраїчні вирази для розв'язання конкретних хімічних задач	Т

Шифр і назва компетентності	Компоненти компетентності	Засоби діагностики
ХДК-10. Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	1. Уміння визначати належність речовини до певного класу хімічних сполук за її хімічною формулою	Т
	2. Уміння визначати властивості речовини із взаємного розташування атомів у молекулі	Т
	3. Уміння визначити тип хімічних зв'язків у речовині	Т
	4. Уміння визначити реакційні центри у молекулах сполук	Т
ХДК-11. Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	1. Уміння визначати належність речовини до певного класу хімічних сполук за її властивостями	Т
	2. Розуміння взаємозв'язку між фізичними властивостями речовини та будовою її кристалічної ґратки	Т
	3. Уміння визначити будову і склад речовини, спираючись на аналітичний ефект якісних реакцій	С, Т
ХДК-12. Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	1. Уміння готувати розчини	С, П, Т
	2. Уміння користуватись мірним посудом	С, Т
	3. Уміння аналізувати результати якісних реакцій	С, П, Т
	4. Уміння користуватись вимірювальними приладами (терезами, термометром тощо)	С, Т
	5. Наявність конструкторських умінь для складання приладу із заданими функціями	С
	6. Творчий підхід до розв'язування проблемних ситуацій	С, Т
	7. Уміння передбачити результати конкретних дій	С, Т
	8. Уміння аналізувати та застосовувати генетичні зв'язки між різними класами речовин	Т
	9. Уміння застосовувати знання про властивості окремих хімічних речовин для їх ідентифікації або виділення	С, П, Т

Оцінка сформованості кожної дослідницької компетентності виконувалась за можливістю діагностувати наявність її компонентів: 0 – компонент відсутній або не виявлений, $\frac{1}{2}$ – компонент присутній частково або важко прийняти рішення про його наявність чи відсутність, 1 – компонент наявний. За такого підходу компоненти дослідницьких компетентностей відіграють роль показників їх сформованості.

Оскільки дослідницькі компетентності старшокласників у профільному навчанні хімії є професійно спрямованою властивістю особистості учня, що поєднує в собі знання, уміння, навички, досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії та позитивне ціннісне ставлення до неї і виявляється у готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загальнонаукових, природничо-наукових та спеціальних

хімічних методів, то для оцінювання рівня сформованості таких складних утворень, як дослідницькі компетентності, доцільно було виокремити їх окремі компоненти, наявність або відсутність яких у окремого учня можна зафіксувати різними методами педагогічних досліджень: спостереженням та бесідою (у таблиці 3.1 позначено літерою «С»), анкетуванням («А»), вивченням продуктів діяльності учнів («П»), виконання учнем психологічних тестів, комплектів тестових завдань та письмових контрольних робіт з предмету («Т») тощо.

Наявність деяких компонентів дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії діагностувалась шляхом використання лише одного з перелічених вище методів, діагностування сформованості інших показників – на підставі результатів, отриманих кількома різними методами.

Вибір методу діагностування ґрунтувався на сутності показника сформованості дослідницької компетентності. За результатами проведеної діагностики, вчителем заповнювалась матриця дослідницьких компетентностей для кожного учня.

Оцінка сформованості компетентності $O(\text{ЗДК-ХУ})$ обчислювалась як частка від 0 до 1 у такий спосіб:

$$O(\text{ЗДК-ХУ}) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n v_k.$$

Тут:

Z – група, до якої відноситься компетентність (З, П та Х);

$ХУ$ – номер компетентності в групі;

ЗДК-ХУ – шифр компетентності;

n – кількість компонентів компетентності ЗДК-ХУ ;

k – номер компонента компетентності;

v_k – оцінка наявності k -го компонента компетентності ЗДК-ХУ .

Оцінка сформованості групи дослідницьких компетентностей $O(\text{ЗДК})$ обчислювалась як частка від 0 до 1 у такий спосіб:

$$O(\text{ЗДК}) = \frac{\sum_{XY=01}^N p(\text{ЗДК-XY}) \cdot O(\text{ЗДК-XY})}{\sum_{XY=01}^N p(\text{ЗДК-XY})}.$$

Тут:

N – кількість компетентностей у групі ЗДК;

$p(\text{ЗДК-XY})$ – внесок компетентності ЗДК-XY у сформованість системи компетентностей (згідно табл. 1.4).

Загальна оцінка сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії обчислювалась за 100-бальною шкалою як сума добутків оцінок кожної із груп дослідницьких компетентностей на їх внесок у формування системи:

$$O(\text{СДК}) = p(\text{ЗДК}) \cdot O(\text{ЗДК}) + p(\text{ПДК}) \cdot O(\text{ПДК}) + p(\text{ХДК}) \cdot O(\text{ХДК}).$$

Для переходу від кількісної оцінки сформованості компетентності, групи компетентностей та системи дослідницьких компетентностей у цілому до якісної була застосована порядкова шкала з 4 рівнів: початковий, середній, достатній та високий. У табл. 3.2 подано їх співвідношення.

Таблиця 3.2

Визначення рівня сформованості за оцінкою

Рівень	$O(\text{ЗДК-XY})$	$O(\text{ЗДК})$	$O(\text{СДК})$
початковий	$0,00 \leq O \leq 0,25$	$0,00 \leq O \leq 0,25$	$0 \leq O \leq 25$
середній	$0,25 < O \leq 0,50$	$0,25 < O \leq 0,50$	$25 < O \leq 50$
достатній	$0,50 < O \leq 0,75$	$0,50 < O \leq 0,75$	$50 < O \leq 75$
високий	$0,75 < O \leq 1,00$	$0,75 < O \leq 1,00$	$75 < O \leq 100$

Основні результати, отримані на проектувально-пошуковому етапі експериментальної роботи, відображені у публікаціях [207; 209; 210; 211; 212; 213; 223] та доповідались на: VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інформаційні технології у професійній діяльності» (м. Рівне, Рівненський державний гуманітарний університет, 28 березня 2012 р.), X Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет Національної металургійної академії України, 5-6 квітня 2012 р.), XI Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія та

методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет, 11-12 квітня 2013 р.).

Результати проектувально-пошукового етапу дозволили перейти до третього етапу дослідно-експериментальної роботи, на якому було проведено формувальний етап педагогічного експерименту з упровадження розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Для підтримки експериментального навчання було створено сайт <http://ict-chem.ccjournals.eu>, на якому було розгорнуто систему Moodle та розміщено матеріали комп'ютерно орієнтованого факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» для учнів 10 класів профільних шкіл у складі: програми факультативу, лекційних демонстрацій, віртуальних лабораторних робіт, електронного навчального посібника, засобів діагностики сформованості знань учнів (рис. 3.1). Систему Moodle було обрано у якості одного із поліфункціональних сучасних ІКТ навчання, що надало можливість задовольнити освітні потреби учнів за індивідуальними планами і програмами (зокрема, у сільській місцевості, за відсутності достатньої для формування класу кількості учнів) з використанням комбінованого навчання, що передбачало підготовку учнів до проведення навчального дослідження за матеріалами, розміщеними на сайті, консультуванні учнів учителем засобами Moodle з питань підготовки до проведення дослідження, опрацювання та оформлення його результатів, спільне або самостійне виконання учнями дослідження у хімічній лабораторії школи (або ВНЗ) або ВХЛ у системі Moodle.

Обґрунтована у розділі 2 необхідність підтримки навчально-дослідницької діяльності школярів через використання ВХЛ Virtual Lab спонукала до пошуку можливостей інтеграції цієї ВХЛ із системою Moodle. Інтеграція Virtual Lab із системою Moodle могла бути здійснена на трьох рівнях:

- 1) на рівні фреймової інтеграції ВХЛ із сайту <http://chemcollective.org>;

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, there is a blue navigation bar with a search icon, settings, and a user profile for 'Павло Павлович'. The main content area is titled 'Основи кількісного хімічного аналізу'. Below the title, there are two document icons: 'Новий форум' and 'Глосарій до курсу ОКХА'. A section titled 'Вступ до кількісного хімічного аналізу' contains three document icons with links: 'Значення кількісного хімічного аналізу для науки і суспільства', 'Короткий нарис з історії кількісного хімічного аналізу', and 'Для допитливих'. A sidebar on the right lists course components: 'Учасники', 'Відзнаки', 'Компетентності', 'Журнал оцінок', and a folder 'Загальне' containing 'Вступ до кількісного хімічного аналізу', 'Обчислення у кількісному хімічному аналізі', 'Гравіметричний (ваговий) метод аналізу', and 'Теоретичні основи титриметричного'. Another sidebar on the right contains a search widget, a news widget titled 'ОСТАННІ НОВИНИ', and a calendar widget titled 'НЕЗАБАРОМ'.

Рис. 3.1. Матеріали факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» для учнів 10 класів профільних шкіл у системі Moodle

2) убудовуванням компонентів Java-аплету Virtual Lab у сторінки навчального курсу, розміщеного у Moodle, спеціальним кодом, що задавав параметри аплету та шлях до файлу лабораторної роботи;

3) шляхом розробки розширення Moodle для роботи з Virtual Lab користувачів, що не мають навичок Web-програмування.

Інтеграцію Virtual Lab із системою Moodle на третьому рівні було здійснено шляхом створення фільтру VlabEmbed (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 70438 від 14.02.2017), який надає можливість убудовувати завдання ВХЛ Virtual Lab у сторінки курсів Moodle за допомогою аплету vlab.jar (для коректної роботи аплету необхідно встановити плагін Java). Virtual Lab вимагає декілька файлів даних для роботи, переважно з розширенням .xml. Один з цих файлів містить посилання на всі інші файли і розглядається як основний файл роботи. Сутність роботи фільтру VlabEmbed полягає в заміні посилання на відповідний основний xml-файл на виклик аплету, який запускає ВХЛ. Для цього посилання на основний xml-файл ВХЛ

або будь-який інший текст з гіперпосиланням на даний файл повинно бути вставленим в блок тегів [vlab] ... [/vlab].

Розроблений фільтр має класичну структуру: `version.php` – визначає мінімальну необхідну версію Moodle; `filtersettings.php` – визначає доступні налаштування (ширину, висоту та локалізацію аплету); `filter.php` – визначає клас-нащадок `moodle_text_filter` з основним методом `filter` та допоміжною функцією зворотного виклику. Додатково у каталозі `lang` визначено ряд мовних пакетів.

Із метою реалізації принципів гнучкості та індивідуалізації профільного навчання, організації самостійної підготовки учнів до проведення лабораторних робіт, моделювання перебігу як окремих процесів, так і лабораторних робіт з хімії у цілому, додатково ВХЛ Virtual Lab було локалізовано українською (режим доступу: <https://goo.gl/eC9fu9>). ВХЛ Virtual Lab доступна у режимах он-лайн та оф-лайн (<https://goo.gl/hdgHcJ>) і містить понад 40 віртуальних лабораторних робіт, що стосуються різних розділів хімії. Локалізація українською поширювалась як на інтерфейс ВХЛ, так й на інструкції щодо виконання лабораторних робіт у ній (рис. 3.2).

Ураховуючи недостатню для проведення паралельного експерименту кількість учнів у класах хімічного профілю м. Кривого Рогу та Дніпропетровської області, формувальний етап педагогічного експерименту був проведений як послідовний експеримент (табл. 3.3).

Загальна кількість учнів контрольних груп (КГ) – 123, експериментальних (ЕГ) – 121.

Навчання факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» учнів контрольної групи відбувалось із застосуванням традиційних засобів навчання хімії, а застосування засобів ІКТ навчання хімії носило спорадичний характер. Натомість навчання факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» учнів експериментальної групи відбувалось із систематичним і методично обґрунтованим використанням засобів ІКТ навчання хімії та підтримки самостійної навчально-дослідницької діяльності.

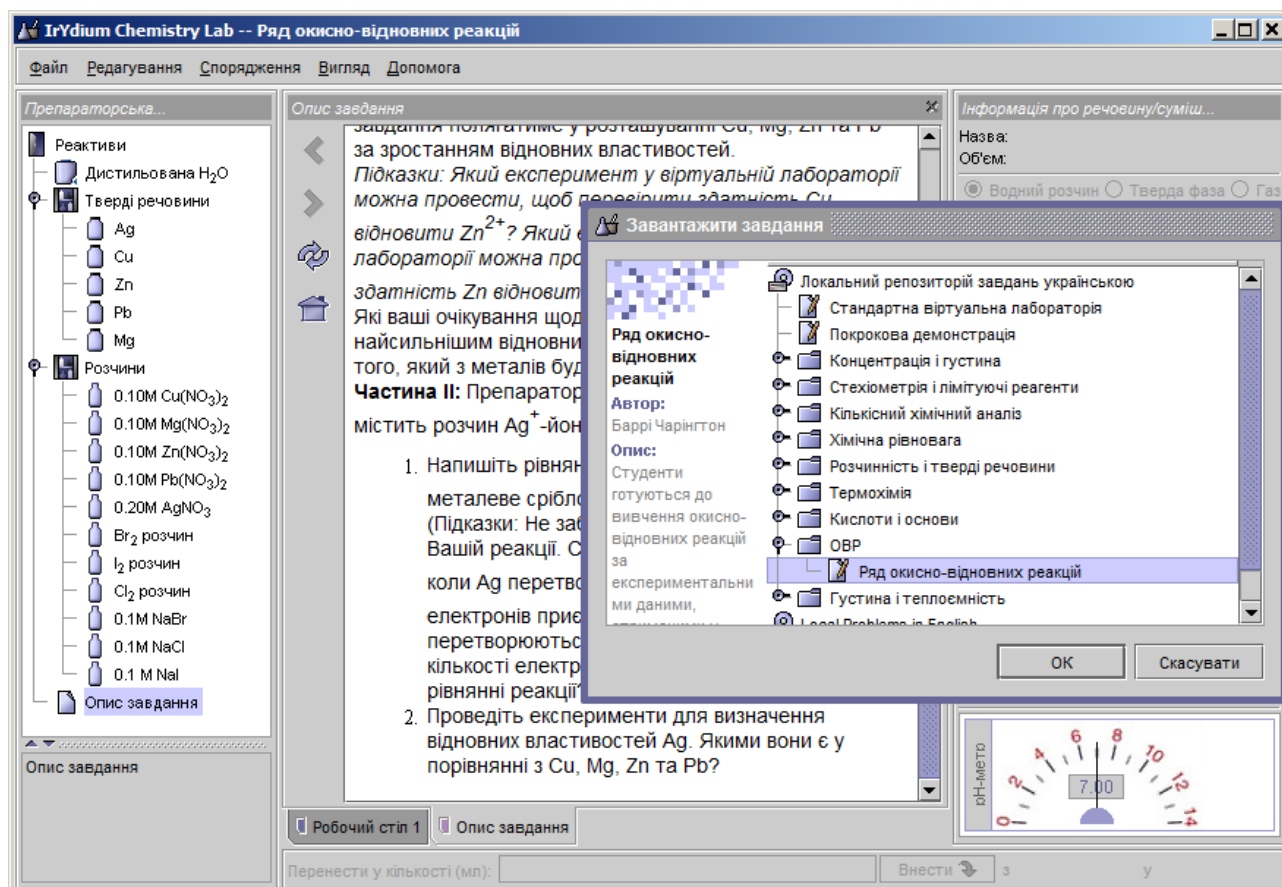


Рис. 3.2. Вікно програми Virtual Lab з інструкціями до виконання роботи

Таблиця 3.3

Розподіл учнів по групах на формувальному етапі педагогічного експерименту

ЗНЗ	Кількість учнів	Навчальний рік	Група
Веселівська загальноосвітня середня школа Криворізької районної ради	17	2012-2013	КГ
Широківська середня загальноосвітня школа I-III ступенів	15	2012-2013	КГ
Широківська середня загальноосвітня школа I-III ступенів	19	2014-2015	ЕГ
Широківська середня загальноосвітня школа I-III ступенів	18	2015-2016	ЕГ
Комунальний заклад освіти «Тернівський ліцей»	23	2012-2013	КГ
Комунальний заклад освіти «Тернівський ліцей»	25	2014-2015	ЕГ
Комунальний заклад освіти «Тернівський ліцей»	24	2015-2016	ЕГ
Криворізький природничо-науковий ліцей Криворізької міської ради Дніпропетровської області	24	2012-2013	КГ
Красінська середня загальноосвітня школа	18	2012-2013	КГ
Красінська середня загальноосвітня школа	17	2014-2015	ЕГ
Красінська середня загальноосвітня школа	18	2015-2016	ЕГ
Комунальний заклад освіти «Середня загальноосвітня школа № 135» Дніпропетровської міської ради	26	2012-2013	КГ

Вхідне оцінювання рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей у цілому та окремих груп дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у контрольній (КГ) та експериментальній (ЕГ) групах проводилось протягом навчання учнів у 9 класі та на початку вивчення факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у 10 класі. Суттєвих відмінностей у рівні сформованості дослідницьких компетентностей між учнями контрольної та експериментальної груп не спостерігалось (рис. 3.3).

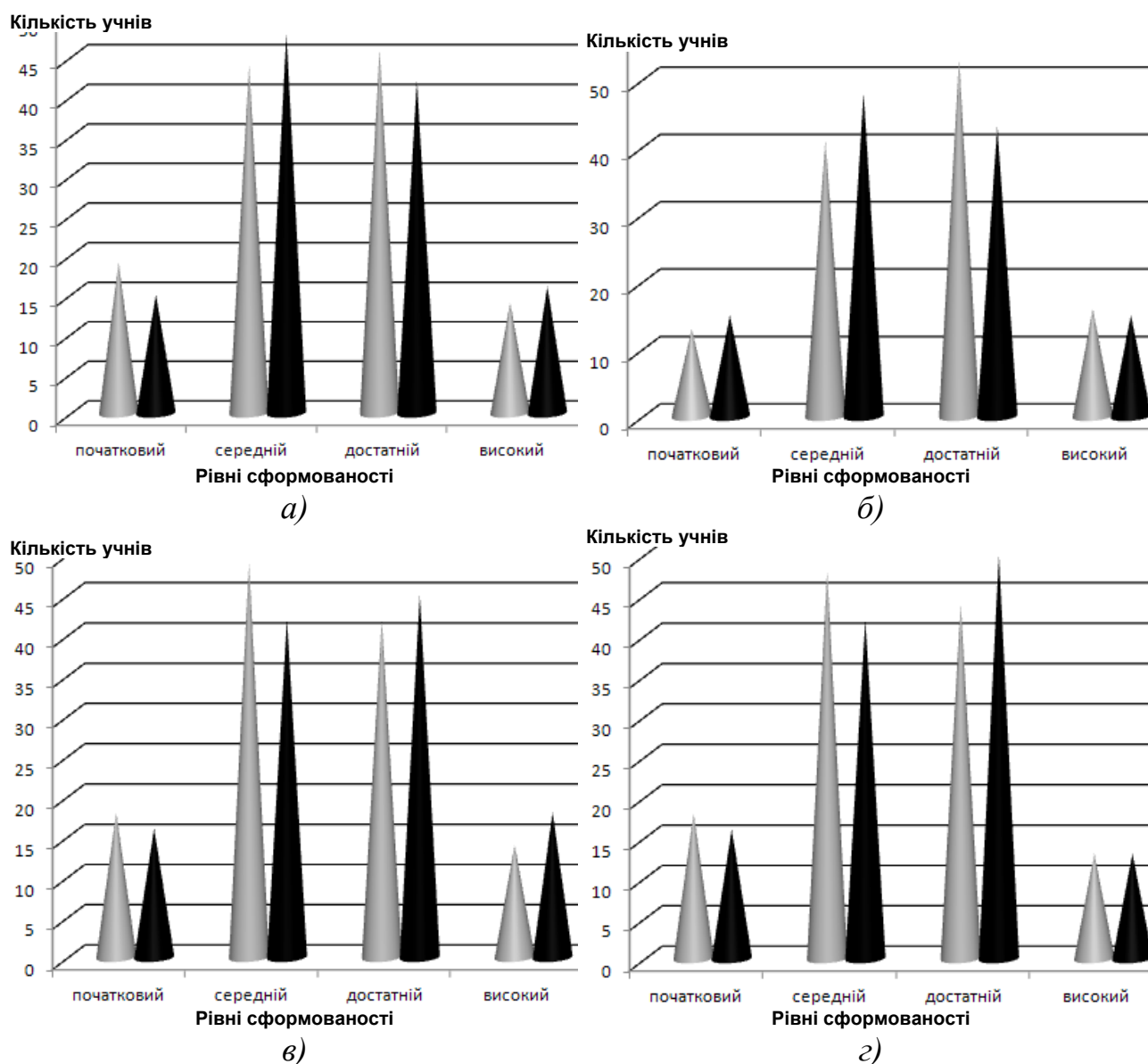


Рис. 3.3. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників контрольної (■ КГ-до) та експериментальної (■ ЕГ-до) груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту: а – загальнонаукових, б – природничо-наукових, в – хімічних дослідницьких компетентностей, г – системи дослідницьких компетентностей у цілому

Проведене наприкінці вивчення факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» підсумкове оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з хімії, надало можливість стверджувати про появу відмінностей щодо розподілу учнів за рівнями сформованості дослідницьких компетентностей між контрольною та експериментальною групами (рис. 3.4).

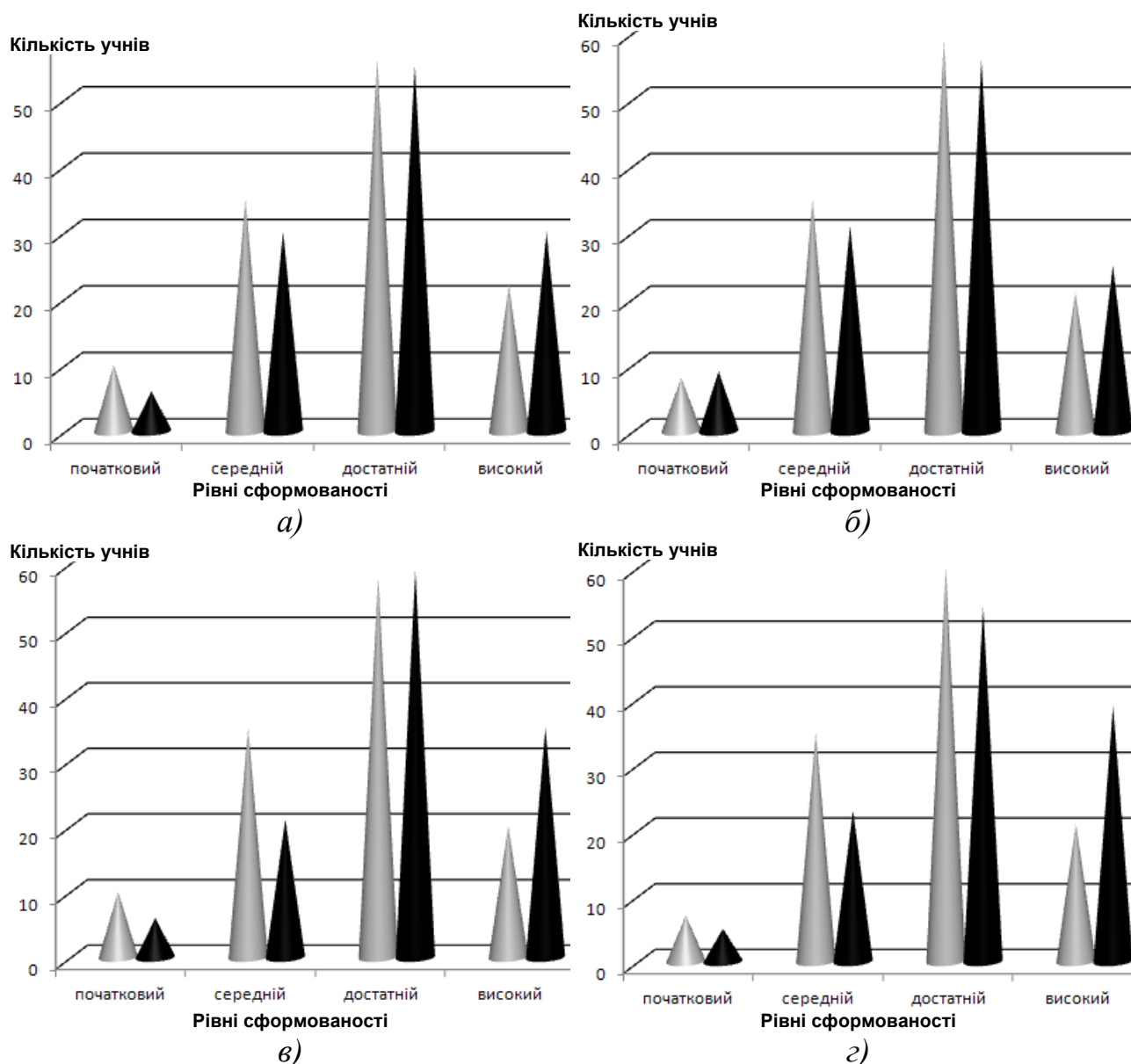


Рис. 3.4. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників контрольної (■ КГ-після) та експериментальної (■ ЕГ-після) груп за результатами формувального етапу педагогічного експерименту: а – загальнонаукових, б – природничо-наукових, в – хімічних дослідницьких компетентностей; г – системи дослідницьких компетентностей у цілому

Результати формувального етапу педагогічного експерименту подано у табл. 3.4 та візуалізовано у додатку К.

Таблиця 3.4

Розподіл учнів за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей на формувальному етапі педагогічного експерименту

Шифр компетентності	Кількість учнів з відповідним рівнем на початку формувального етапу педагогічного експерименту								Кількість учнів з відповідним рівнем наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту							
	початковий		середній		достатній		високий		початковий		середній		достатній		високий	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
ЗДК-01	26	26	38	35	48	47	11	13	16	11	32	30	55	54	20	26
ЗДК-02	28	22	43	47	39	38	13	14	13	11	48	34	43	51	19	25
ЗДК-03	24	25	41	42	39	31	19	23	14	4	35	35	50	43	24	39
ЗДК-04	30	24	39	36	46	52	8	9	29	11	23	23	54	60	17	27
ЗДК-05	24	18	46	49	38	37	15	17	14	4	46	28	42	56	21	33
ЗДК-06	32	29	44	47	36	34	11	11	16	5	45	32	45	49	17	35
ЗДК-07	30	23	44	48	39	40	10	10	15	7	40	26	52	55	16	33
ЗДК-08	29	38	43	31	41	43	10	9	14	9	39	32	52	58	18	22
ЗДК-09	36	32	38	41	36	35	13	13	20	9	35	25	52	59	16	28
ЗДК-10	31	26	38	37	41	45	13	13	14	5	48	37	43	56	18	23
ЗДК	19	15	44	48	46	42	14	16	10	6	35	30	56	55	22	30
ПДК-01	16	12	50	64	43	39	14	6	9	5	36	42	53	52	25	22
ПДК-02	24	27	50	43	41	47	8	4	10	10	39	38	55	57	19	16
ПДК-03	14	12	47	47	42	45	20	17	8	6	31	32	61	54	23	29
ПДК-04	15	18	48	50	40	39	20	14	8	9	34	37	49	45	32	30
ПДК-05	12	14	45	52	47	36	19	19	9	4	32	38	47	48	35	31
ПДК-06	14	16	45	48	44	42	20	15	9	5	31	35	59	38	24	43
ПДК-07	12	15	43	45	49	44	19	17	9	8	37	32	50	53	27	28
ПДК-08	29	28	27	39	43	41	24	13	12	4	36	47	50	38	25	32
ПДК-09	18	21	42	46	28	34	35	20	10	12	35	48	45	34	33	27
ПДК	13	15	41	48	53	43	16	15	8	9	35	31	59	56	21	25
ХДК-01	18	19	50	34	40	47	15	21	9	5	38	31	51	58	25	27
ХДК-02	15	13	50	44	33	48	25	16	6	6	41	30	50	54	26	31
ХДК-03	18	18	58	47	36	41	11	15	8	4	34	27	58	59	23	31
ХДК-04	25	21	52	40	34	43	12	17	11	4	37	30	54	58	21	30
ХДК-05	18	18	47	42	44	50	14	11	11	6	32	32	56	61	24	22
ХДК-06	21	15	46	46	38	47	18	13	9	4	33	33	60	47	21	37
ХДК-07	18	14	48	34	44	51	13	22	9	2	36	27	57	59	21	33
ХДК-08	20	22	45	34	46	53	12	12	10	3	36	22	57	69	20	27
ХДК-09	18	18	56	44	36	44	13	15	12	3	36	27	58	60	17	21
ХДК-10	21	16	51	49	43	45	8	11	10	4	41	32	57	60	15	25
ХДК-11	20	19	51	46	37	39	15	17	10	4	38	37	49	49	26	31
ХДК-12	19	15	49	45	40	45	15	16	11	3	36	29	51	55	25	34
ХДК	18	16	49	42	42	45	14	18	10	6	35	21	58	59	20	35
СДК	18	16	48	42	44	50	13	13	8	5	38	23	58	54	19	39

Зміну рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у контрольній та експериментальній групах на початку («КГ-до», «ЕГ-до») та наприкінці («КГ-після», «ЕГ-після») формувального етапу педагогічного експерименту показано на рис. 3.5.

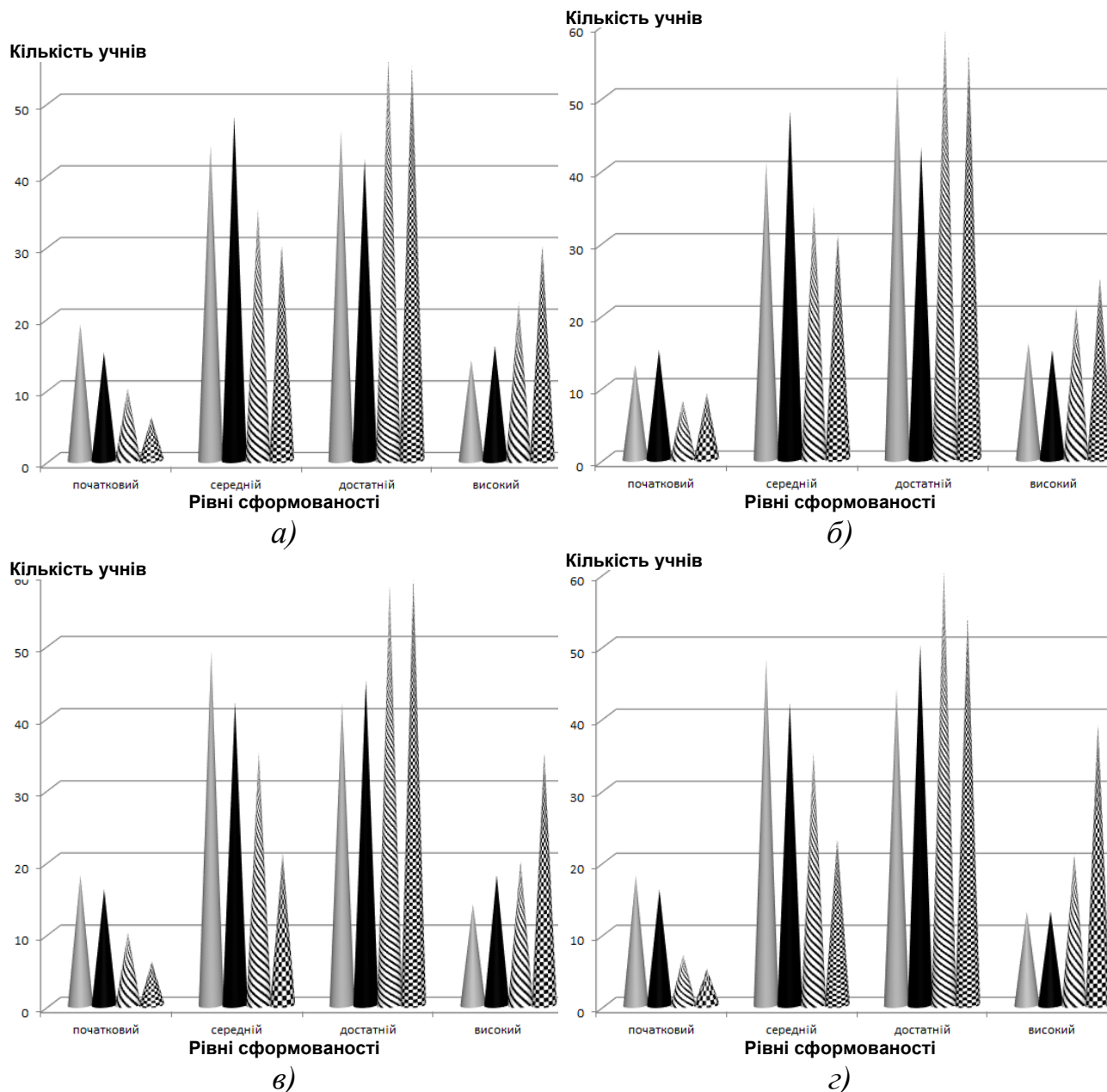


Рис. 3.5. Рівні сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у контрольній (■ КГ-до, ▨ КГ-після) та експериментальній (■ ЕГ-до, ▩ ЕГ-після) групах на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту: а – загальнонаукових, б – природничо-наукових, в – хімічних дослідницьких компетентностей; г – системи дослідницьких компетентностей у цілому

Основні результати, отримані на формуально-узагальнювальному етапі дослідно-експериментальної роботи, відображені у публікаціях [18; 206; 209; 214; 215; 216; 217; 218; 220; 221; 222] та доповідались на третій міжнародній науково-практичній конференції «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури, 21-22 травня 2015 р.), науково-практичному семінарі «Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки Ph. D. в ЄС» (м. Київ, Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, 25 січня 2016 р.), VII Всеукраїнській науково-методичній конференції «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)» (м. Кривий Ріг, Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет», 19-20 травня 2016 р.), 13th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2017) (м. Київ, Інститут післядипломної освіти Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 15-18 травня 2017 р.).

3.3 Статистичне опрацювання та аналіз результатів формуального етапу педагогічного експерименту

Опрацювання результатів педагогічного експерименту та оцінка ефективності розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії 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 [285, с. 71, 156] доцільно скористатись χ^2 -критерієм Пірсона.

Для перевірки гіпотези дослідження за результатами оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей на початку і наприкінці формуального етапу педагогічного експерименту було проведено статистичне

опрацювання даних і перевірка гіпотези про значущість відмінностей у групах за рівнем сформованості системи дослідницьких компетентностей та кожної групи дослідницьких компетентностей окремо. Результати педагогічного експерименту були статистично опрацьовані за χ^2 -критерієм Пірсона. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеженням, що накладаються даним критерієм (обсяг вибірки більше 30, а на кожному рівні спостерігалось не менше 5 учнів). Сформулюємо статистичні гіпотези:

$H_0^{(1)}$ – розподіли за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту не відрізняються;

$H_1^{(1)}$ – розподіли за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту відрізняються б за одним із рівнів;

$H_0^{(2)}$ – розподіл за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на початку формувального етапу педагогічного експерименту не відрізняється від розподілу учнів контрольної групи після його завершення;

$H_1^{(2)}$ – розподіл за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на початку формувального етапу педагогічного експерименту відрізняється від розподілу учнів контрольної групи після його завершення хоча б за одним із рівнів;

$H_0^{(3)}$ – розподіл за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи на початку формувального етапу педагогічного експерименту не відрізняється від розподілу учнів експериментальної групи після його завершення;

$H_1^{(3)}$ – розподіл за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи на початку формувального етапу педагогічного експерименту відрізняється від розподілу учнів експериментальної групи після його завершення хоча б за одним із рівнів;

$H_0^{(4)}$ – розподіли за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту не відрізняються;

$H_1^{(4)}$ – розподіли за рівнем сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту відрізняються хоча б за одним із рівнів.

Критичні значення $\chi^2_{\text{крит}}$, які відповідають прийнятим у психолого-педагогічних дослідженнях рівням статистичної значущості [285, с. 328], для кількості ступенів свободи $\nu = 3$ (на один менше за кількість рівнів) дорівнюють $\chi^2_{\text{крит}(0,01)} = 11,345$ (для $p \leq 0,01$) та $\chi^2_{\text{крит}(0,05)} = 7,815$ (для $p \leq 0,05$). Ці значення $\chi^2_{\text{крит}}$ стали точками розмежування для областей значущості та незначущості на відповідних осях значущості.

Кожна із статистичних гіпотез для верифікації потребує попарного порівняння різних груп або групи на початку та наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту. Результати цього порівняння подано у вигляді відповідних таблиць (табл. 3.5-3.8) та осей значущості (рис. 3.6-3.9).

Таблиця 3.5

Статистична перевірка розбіжностей у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у експериментальній та контрольній групах на початку формувального етапу педагогічного експерименту

	ЗДК				ПДК				ХДК				СДК			
	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий
КГ-до	19	44	46	14	13	41	53	16	18	49	42	14	18	48	44	13
ЕГ-до	15	48	42	16	15	48	43	15	16	42	45	18	16	42	50	13
Значення χ^2	0,943				1,751				1,243				0,884			

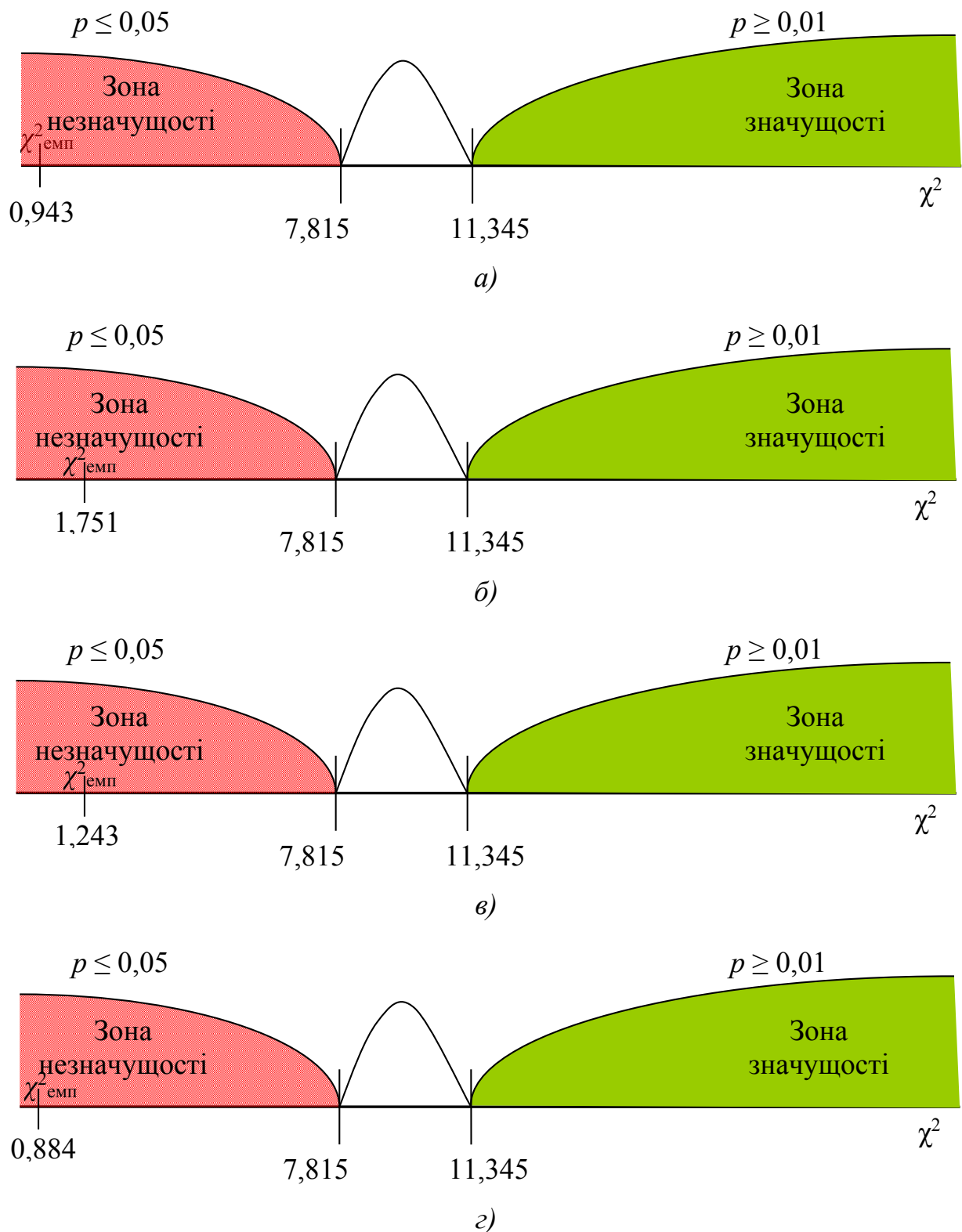


Рис. 3.6. Осі значущості для статистичної перевірки розбіжностей у рівнях сформованості загальнонаукових (а), природничо-наукових (б), хімічних (в) та системи (г) дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту

Таким чином, приймається статистична гіпотеза $H_0^{(1)}$, що надає можливість вважати розбіжності між рівнями сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії (у тому числі й по кожній окремій групі цих компетентностей) у контрольній та експериментальній групах на початку проведення формувального етапу педагогічного експерименту статистично незначущими (табл. 3.5).

За результатами формувального етапу педагогічного експерименту в контрольній групі на рівні значущості 0,01 гіпотеза $H_1^{(2)}$ відхиляється (табл. 3.6), проте статистично значущим на рівні 0,05 є зростання рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у контрольній групі після завершення формувального етапу педагогічного експерименту (КГ-після) у порівнянні із контрольною групою на його початку (КГ-до), що відповідає області невизначеності на осі значущості (рис. 3.7г).

Таблиця 3.6

Статистична перевірка розбіжностей у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи до та після формувального етапу педагогічного експерименту

	ЗДК				ПДК				ХДК				СДК			
	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий
КГ-до	19	44	46	14	13	41	53	16	18	49	42	14	18	48	44	13
КГ-після	10	35	56	22	8	35	59	21	10	35	58	20	8	38	58	19
Значення χ^2	6,577				2,661				8,238				8,056			

Статистично невизначеним (значущим на рівні 0,05 та незначущим на рівні 0,01) є зростання рівня сформованості хімічних дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи на формувальному етапі педагогічного експерименту, що надає змогу обґрунтовано припустити, що розвиток хімічних дослідницьких компетентностей переважав розвиток

дослідницьких компетентностей інших груп і став вирішальним у збільшенні рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у цілому.

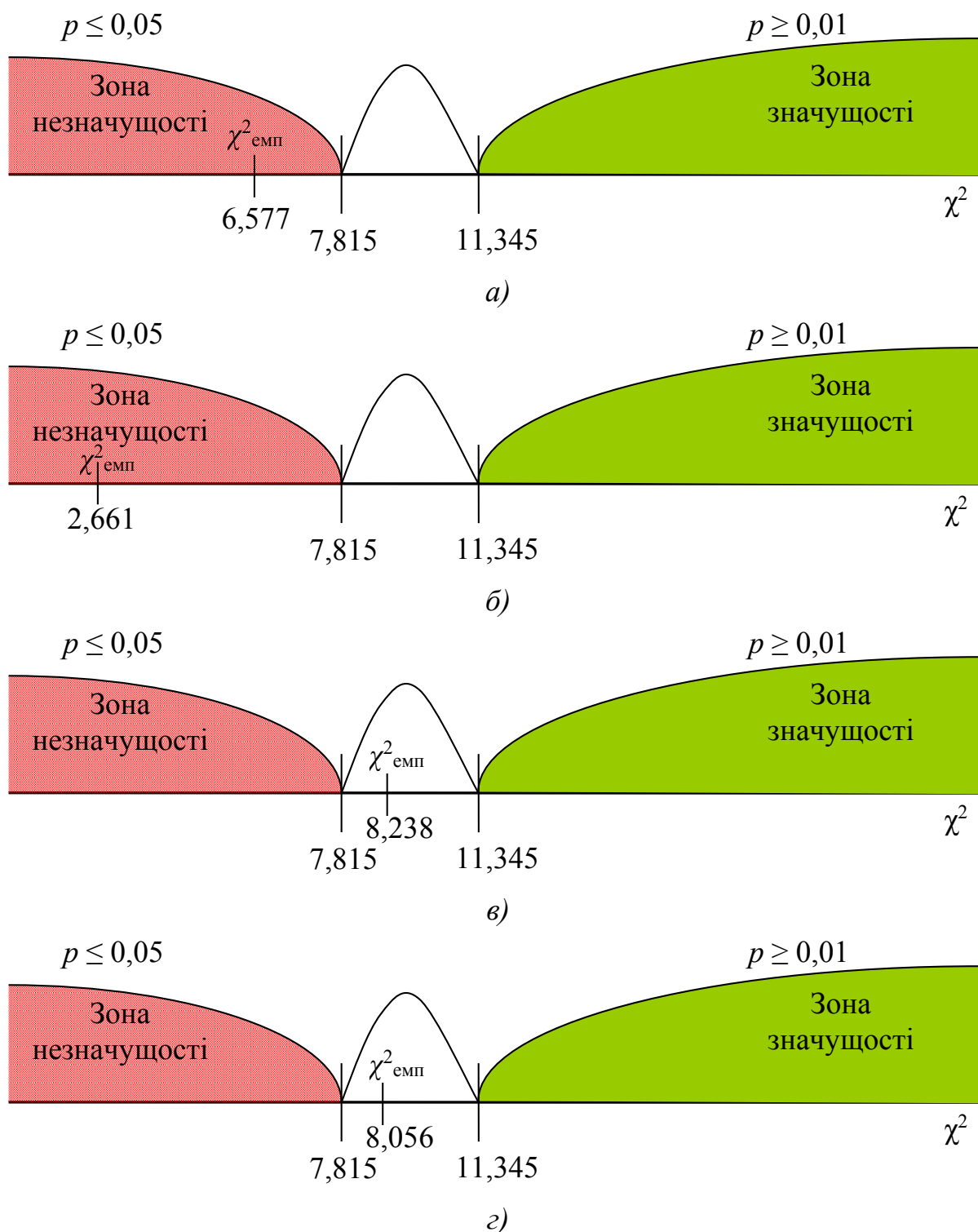


Рис. 3.7. Осі значущості для статистичної перевірки розбіжностей у рівнях сформованості загальнонаукових (а), природничо-наукових (б), хімічних (в) та системи (г) дослідницьких компетентностей учнів контрольної групи до та після формувального етапу педагогічного експерименту

Після завершення в експериментальній групі формувального етапу педагогічного експерименту статистично значущими на рівні 0,01 є зміни рівня сформованості загальнонаукових та хімічних дослідницьких компетентностей, а також системи дослідницьких компетентностей у цілому (табл. 3.7, рис. 3.8), у зв'язку з чим було відхилено нульову гіпотезу $H_0^{(3)}$ і прийнято альтернативну гіпотезу $H_1^{(3)}$. Крім того, в експериментальній групі наприкінці формувального етапу педагогічного експерименту було відмічено зростання рівня сформованості природничо-наукових дослідницьких компетентностей, статистично значуще на рівні 0,05.

Таблиця 3.7

Статистична перевірка розбіжностей у рівнях сформованості дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи до та після формувального етапу педагогічного експерименту

	ЗДК				ПДК				ХДК				СДК			
	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий
ЕГ-до	15	48	42	16	15	48	43	15	16	42	45	18	16	42	50	13
ЕГ-після	6	30	55	30	9	31	56	25	6	21	59	35	5	23	54	39
Значення χ^2	14,014				9,365				18,883				24,470			

Статистичний аналіз розбіжностей у рівнях сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у контрольній та експериментальній групах після завершення формувального етапу педагогічного експерименту (табл. 3.8, рис. 3.9) надає можливість підтвердити достовірність гіпотези $H_1^{(4)}$: статистично значущим є зростання рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників експериментальної групи у порівнянні із контрольною. Найбільший внесок у дану розбіжність рівнів сформованості дослідницьких компетентностей внесли хімічні дослідницькі компетентності, рівень сформованості яких для учнів контрольної та експериментальної груп після завершення формувального етапу

педагогічного експерименту мав статистичну відмінність на рівні 0,05, у той час як рівні сформованості загальнонаукових та природничо-наукових дослідницьких компетентностей статистично не відрізняються.

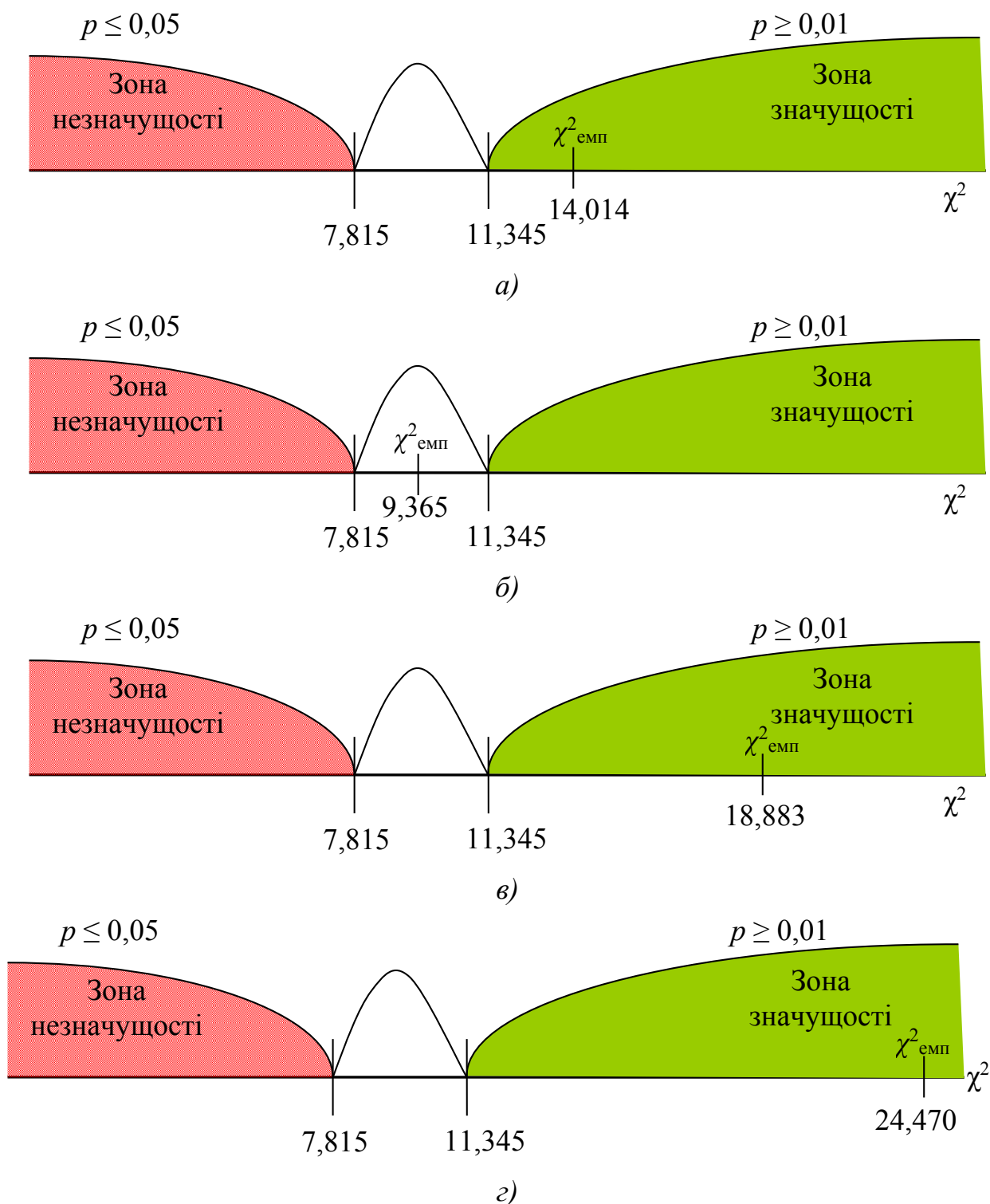


Рис. 3.8. Осі значущості для статистичної перевірки розбіжностей у рівнях сформованості загальнонаукових (а), природничо-наукових (б), хімічних (в) та системи (г) дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи до та після формувального етапу педагогічного експерименту

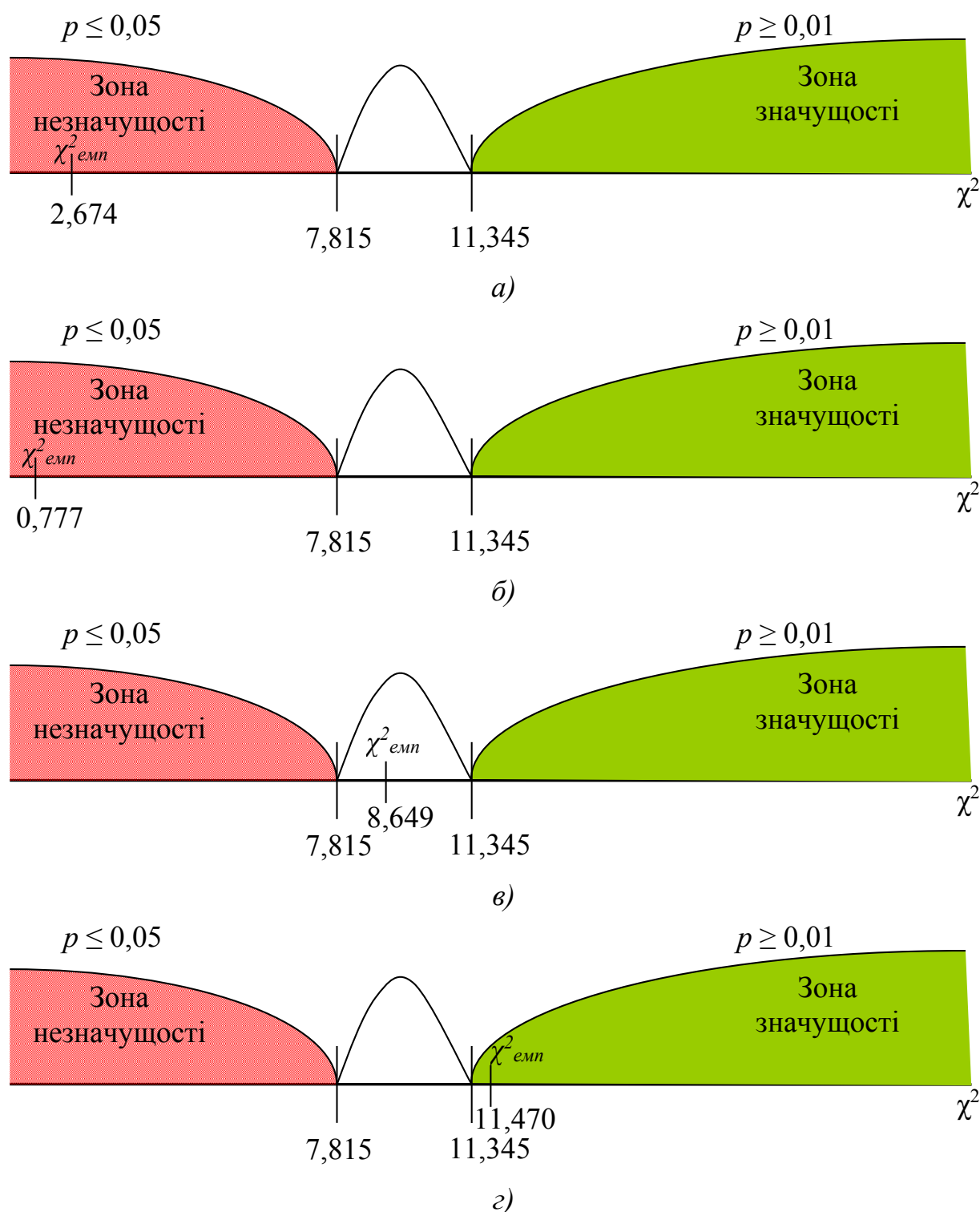


Рис. 3.9. Осі значущості для статистичної перевірки розбіжностей у рівнях сформованості загальнонаукових (а), природничо-наукових (б), хімічних (в) та системи (г) дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної груп після формувального етапу педагогічного експерименту

Таблиця 3.8

**Статистична перевірка розбіжностей у рівнях сформованості
дослідницьких компетентностей учнів контрольної та експериментальної
групи після формувального етапу педагогічного експерименту**

	ЗДК				ПДК				ХДК				СДК			
	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий	початковий	середній	достатній	високий
КГ-після	10	35	56	22	8	35	59	21	10	35	58	20	8	38	58	19
ЕГ-після	6	30	55	30	9	31	56	25	6	21	59	35	5	23	54	39
Значення χ^2	2,674				0,777				8,649				11,470			

Таким чином, використання методів математичної статистики дозволяє стверджувати, що запропонована методика використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії є ефективною, а, отже, мета дослідження досягнута.

У результаті теоретичного і експериментального дослідження була підтверджена правомірність гіпотези про те, що методично обґрунтоване використання ІКТ у профільному навчанні хімії сприяє підвищенню рівня сформованості дослідницьких компетентностей учнів старшої школи.

Висновки до розділу 3

1. Метою експериментальної роботи була перевірка ефективності розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії. Для досягнення мети було розроблено навчальну програму факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» та здійснено добір засобів ІКТ, що сприяли формуванню дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі їх навчання за цим факультативним курсом; сформовано контрольну та експериментальну групи, у яких здійснювались моніторинг процесу формування дослідницьких компетентностей, у тому числі розвитку особистості старшокласників та їх взаємодії у колективі у процесі навчально-дослідницької діяльності, та контроль (вхідний, поточний і заключний) з метою виявлення рівнів сформованості дослідницьких компетентностей учнів на початку, у процесі та після завершення експериментального навчання.

Навчання за програмою факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у експериментальній групі відрізнялось від контрольної доборою засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії та їх систематичним застосуванням на усіх етапах навчально-виховного процесу. Таким чином, було створено умови для визначення впливу систематичного та методично обґрунтованого використання засобів ІКТ на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

2. Дослідно-експериментальна робота складалась з трьох етапів: аналітико-констатувального, проектувально-пошукового та формувально-узагальнювального.

За результатами аналітико-констатувального етапу було зроблено припущення про існування невідповідності між потенціалом комп'ютерно орієнтованого навчання хімії у формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників та нерозробленістю методики використання ІКТ у процесі

формування дослідницьких компетентностей учнів профільних класів, що виявляється у несистемному та методично необґрунтованому використанні засобів ІКТ у профільному навчанні хімії.

Результатами проектувально-пошукового етапу дослідно-експериментальної роботи стали визначення структури, змісту, критеріїв та рівнів сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, розробка моделі та методики їх формування, добір засобів діагностики сформованості компонентів дослідницьких компетентностей.

На формувально-узагальнювальному етапі було здійснено упровадження розробленої методики використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії у різні роки у класах хімічного профілю м. Кривого Рогу та Дніпропетровської області у формі послідовного педагогічного експерименту, зібрано й опрацьовано дані щодо зміни рівня сформованості дослідницьких компетентностей у контрольній та експериментальній групах учнів і здійснено статистичне опрацювання отриманих даних з метою формулювання обґрунтованих висновків щодо ефективності розробленої методики.

3. Для кожної дослідницької компетентності було визначено її компоненти, діагностування рівня сформованості яких можна здійснити шляхом проведення спостереження, бесіди, анкетування, вивчення продуктів діяльності учнів, виконання учнем психологічних тестів, комплектів тестових завдань та письмових контрольних робіт з предмету. Застосування одного або кількох згаданих вище засобів педагогічного дослідження надало змогу оцінити рівень сформованості компонентів дослідницьких компетентностей, заповнити відповідні матриці компетентностей для кожного учня і здійснити оцінку рівня сформованості кожної дослідницької компетентності, групи дослідницьких компетентностей та системи дослідницьких компетентностей у цілому.

Загальна оцінка сформованості системи дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії обчислювалась виходячи із

рівня сформованості кожної окремої дослідницької компетентності та її внеску у формування системи дослідницьких компетентностей, визначеного шляхом експертного оцінювання.

Для подальшого опрацювання результатів педагогічного експерименту було здійснено перехід від кількісних оцінок сформованості компетентності, групи компетентностей та системи дослідницьких компетентностей у цілому до якісних, у основу яких була покладена чотирирівнева порядкова шкала, що включає початковий, середній, достатній та високий рівні.

4. Результати формувального етапу педагогічного експерименту засвідчили відсутність суттєвої різниці у розподілі учнів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості дослідницьких компетентностей на початку експерименту та наявність такої різниці після його завершення на фоні загального збільшення кількості учнів з достатнім та високим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей у обох групах.

З метою перевірки статистичної значущості помічених відмінностей у рівні сформованості системи дослідницьких компетентностей та кожної групи дослідницьких компетентностей окремо в учнів контрольної та експериментальної груп було проведено статистичне опрацювання даних формувального етапу педагогічного експерименту за χ^2 -критерієм Пірсона.

Результати статистичного опрацювання даних формувального етапу педагогічного експерименту:

– підтвердили припущення щодо відсутності суттєвих розбіжностей між розподілом учнів контрольної та експериментальної груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту за рівнями сформованості груп дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 0,943$; 1,751 та 1,243 для ЗДК, ПДК та ХДК відповідно) та системи дослідницьких компетентностей у цілому ($\chi^2_{\text{емп}} = 0,884$), оскільки емпіричні значення χ^2 -критерію Пірсона були значно меншими за його критичне значення $\chi^2_{\text{крит}} = 7,815$ для статистичної значущості на рівні 0,05;

– засвідчили наявність значущих на рівні 0,05 розбіжностей у розподілі

учнів контрольної групи за рівнями сформованості хімічних дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 8,238$) та системи дослідницьких компетентностей у цілому ($\chi^2_{\text{емп}} = 8,056$) до та після завершення формувального етапу педагогічного експерименту, у той час як збільшення кількості учнів з достатнім та високим рівнями сформованості загальнонаукових та природничо-наукових дослідницьких компетентностей (та зменшення кількості учнів з початковим та середнім рівнями) після завершення формувального етапу педагогічного експерименту виявились статистично незначущими ($\chi^2_{\text{емп}} = 6,577$ та $2,661$ відповідно);

– підтвердили наявність значущих на рівні $0,01$ ($\chi^2_{\text{крит}} = 11,345$) розбіжностей у розподілі учнів експериментальної групи за рівнями сформованості загальнонаукових ($\chi^2_{\text{емп}} = 14,014$) і хімічних дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 18,883$) та системи дослідницьких компетентностей у цілому ($\chi^2_{\text{емп}} = 24,470$) до та після завершення формувального етапу педагогічного експерименту, а також присутність значущих на рівні $0,05$ розбіжностей у розподілі учнів експериментальної групи за рівнями сформованості природничо-наукових дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 9,365$), що надало можливість зробити висновок про першочерговий вплив засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії саме на загальнонаукові та хімічні дослідницькі компетентності;

– засвідчили наявність значущих на рівні $0,01$ розбіжностей у розподілі учнів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості системи дослідницьких компетентностей у цілому ($\chi^2_{\text{емп}} = 11,470$) та значущих на рівні $0,05$ відмінностей у розподілі учнів контрольної та експериментальної груп за рівнями сформованості хімічних дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 8,649$) після завершення формувального етапу педагогічного експерименту, що вказує на суттєвий позитивний вплив дібраних засобів ІКТ на формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, особливо значущий для хімічних дослідницьких

компетентностей.

Результати статистичного опрацювання результатів формувального етапу педагогічного експерименту надають можливість обґрунтовано стверджувати про статистичну значущість підвищення рівня сформованості системи дослідницьких компетентностей учнів експериментальної групи у порівнянні з контрольною після завершення формувального етапу педагогічного експерименту і, відповідно, про ефективність запропонованої методики використання засобів ІКТ у формуванні дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії.

Основні результати третього розділу опубліковано у роботах [18; 206; 213; 214; 215; 221].

ВИСНОВКИ

Отримані результати дослідження дають підстави зробити такі **висновки**:

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та розв'язання наукової проблеми використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії.

1. За результатами аналізу наукової літератури, нормативно-законодавчих документів з'ясовано, що в загальній середній освіті пріоритетним завданням є оновлення змісту, форм і методів організації навчально-виховного процесу; створення умов для посилення професійної орієнтації учнівської молоді шляхом забезпечення профільного навчання та індивідуальної освітньої траєкторії розвитку учнів відповідно до їхніх особистісних потреб, інтересів і здібностей; підвищення якості освітнього процесу на основі впровадження ІКТ як ефективного засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників.

Розкрито теоретико-методичні засади процесу формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії, що містять дефініційний аналіз ключових понять дисертації, теоретичне обґрунтування моделі формування дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії, спроектовану систему дослідницьких компетентностей старшокласників згідно із завданнями профільного навчання хімії, характеристику ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей учнів профільних класів з хімії.

2. Ґрунтуючись на фундаментальних ідеях компетентнісного, особистісно-діяльнісного підходів, наукових засадах профільного навчання та враховуючи особливості його реалізації в процесі навчання хімії, визначено ключове поняття дослідження – дослідницькі компетентності старшокласників у профільному навчанні хімії – як системну професійно зорієнтовану властивість особистості учня, що поєднує в собі знання, уміння, навички, досвід навчально-дослідницької діяльності з хімії та позитивне ціннісне

ставлення до неї й виявляється в готовності та здатності здійснювати навчальні хімічні дослідження з використанням загальнонаукових, природничо-наукових та спеціальних хімічних методів.

Доведено, що головною рушійною силою формування та розвитку дослідницьких компетентностей учнів з хімії є навчально-дослідницька діяльність, яку розглядають як діяльність, спрямовану на оволодіння суб'єктивно новим знанням і провідними науковими методами його одержання, що здійснюється згідно з методологією наукового дослідження в обраній галузі, а етапи її організації відповідають етапам організації науково-дослідницької діяльності. На основі методично обґрунтованого поєднання традиційних та інноваційних технологій встановлено, що пріоритетними урочними формами її організації є розв'язання навчально-дослідницьких задач та проведення лабораторних робіт, а провідними позаурочними формами – хімічні практикуми, навчально-дослідницькі проекти, індивідуальні навчально-наукові дослідження, ужитковий та домашній хімічний експеримент, реалізація яких доцільна під час проведення факультативних занять та в позашкільних наукових гуртках.

З урахуванням теоретичних положень щодо структуризації компетентностей, зв'язку загальнопредметних та предметних компетентностей, шляхів формування природничо-наукових компетентностей школярів, сутності та особливостей розвитку хімічних компетентностей старшокласників спроектовано систему дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, що складається з трьох груп: загальнонаукових дослідницьких компетентностей, пов'язаних з опануванням універсальних методів дослідження; природничо-наукових, що забезпечують дослідження реальних природних об'єктів та взаємозв'язків між ними; хімічних, які спрямовані на оволодіння спеціальними хімічними методами дослідження.

Досліджено зв'язки між різними групами системи дослідницьких компетентностей і встановлено, що формування одних дослідницьких компетентностей опосередковано зумовлює розвиток інших, що потребує

добору засобів формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні з урахуванням взаємопов'язаного розвитку всіх трьох груп компетентностей з акцентом на ті з них, які мають найбільше зв'язків з іншими компетентностями та можуть уважатись ключовими дослідницькими компетентностями.

3. У дисертаційній роботі виокремлено 17 засобів ІКТ, використання яких сприяє формуванню дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, з яких сім засобів загального (електронні таблиці; засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень; засоби створення мультимедійних презентацій; пошукові системи загального призначення; системи підтримки навчання; текстові редактори; хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності) та десять – спеціального призначення (адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії; віртуальні хімічні лабораторії; електронні періодичні системи; засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів; навчальні ігри з хімії; науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет; програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії; тренажери та електронні практикуми; хімічні пошукові системи; хімічні редактори).

Доведено, що найбільш значущим засобом ІКТ формування дослідницьких компетентностей є віртуальні хімічні лабораторії, які є доцільними для формування найбільшої кількості дослідницьких компетентностей старшокласників у процесі профільного навчання хімії.

4. Розроблена модель формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії засобами ІКТ складається з таких взаємопов'язаних блоків: цільового, компоненти якого визначають мету формування дослідницьких компетентностей старшокласників засобами ІКТ; концептуального, що відображає сучасні підходи до впровадження компетентнісного підходу в профільне навчання хімії; технологічного, який містить комплекс засобів ІКТ формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії, взаємопов'язану з методами

профільного навчання хімії та формами організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії; діагностично-результатний, що репрезентує прогнозований результат застосування моделі.

Компонентами моделі, що забезпечують взаємозв'язок усіх блоків, є інформаційно-комунікаційні технології, методологічні підходи (системний, особистісно-діяльнісний, компетентнісний, когнітивний) та принципи (загальнодидактичні та конкретнодидактичні – профільного навчання та навчання хімії).

5. Методика використання ІКТ як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії складається з цільового блоку (формування дослідницьких компетентностей учнів), змістового (навчання основ кількісного хімічного аналізу як універсального для різних хімічних профілів курсу) і технологічного (засоби ІКТ, методи та форми їх використання в профільному навчанні хімії).

Експериментальна перевірка розробленої методики у формі послідовного педагогічного експерименту та результати статистичного опрацювання отриманих даних підтвердили припущення щодо відсутності в розподілі учнів контрольних та експериментальних груп суттєвих розбіжностей на початку експерименту за рівнями сформованості груп дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 0,943$; 1,751 та 1,243 для загальнонаукових, природничо-наукових і хімічних дослідницьких компетентностей відповідно) і системи дослідницьких компетентностей загалом ($\chi^2_{\text{емп}} = 0,884$) та засвідчили наявність значущих на рівні 0,01 розбіжностей за рівнями сформованості системи дослідницьких компетентностей загалом ($\chi^2_{\text{емп}} = 11,470$) та значущих на рівні 0,05 відмінностей за рівнями сформованості хімічних дослідницьких компетентностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 8,649$) після завершення педагогічного експерименту, що підтвердило гіпотезу дослідження.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів аналізованої проблеми. Подальші наукові пошуки її розв'язання доцільні за такими напрямками: розробка методики використання експертних систем як засобу узагальнення та

систематизації в навчанні хімії; розробка адаптивних систем навчання хімії; проектування системи хмаро зорієнтованих віртуальних хімічних лабораторій і розробка методики їх використання; теоретико-методичні засади проектування комп'ютерно зорієнтованого середовища професійної підготовки майбутніх учителів хімії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aksela M. Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach : academic dissertation / Maija Aksela ; Chemistry Education Center, Department of Chemistry, University of Helsinki, Finland. – Helsinki, 2005. – [13], 204 p.
2. Blanchard E. G. Learning with Games / Emmanuel G. Blanchard, Claude Frasson, Susanne P. Lajoie // Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 2019-2024.
3. Bond T. G. Piaget's Learning Theory / Trevor G. Bond // Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 2634-2636.
4. Crocodile Chemistry [Electronic resource] / Crocodile Clips Ltd. – Access mode : http://www.crocodile-clips.com/en/Crocodile_Chemistry/.
5. Frank A. The application of expert systems in the general chemistry laboratory / Frank A., Settle Jr. // Journal of Chemical Education. – 1987. – № 4. – P. 340-345.
6. Gokhale A. A. Collaborative Learning and Critical Thinking / Anu A. Gokhale // Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 634-636.
7. Gros N. Analytical Chemistry for Schools [Electronic resource] / Nataša Gros ; Univerza v Ljubljani, Faculty of Chemistry and Chemical Technology. – May, 2009. – Access mode : <http://www.fkkt.uni-lj.si/attachments/4554/kizo206en.pdf>
8. Hands-On Approach to Analytical Chemistry for Vocational Schools II : Lifelong learning programme [Electronic resource]. – Ljubljana : FKKT. – [2008]. – Access mode : <http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/analchemvoc2/>.

9. Hands-On Approach to Analytical Chemistry for Vocational Schools : Community Vocational Training Action Programme [Electronic resource]. – Ljubljana : FKKT. – [2003]. – Access mode : <http://www.kii.ntf.uni-lj.si/analchemvoc/default.htm>.
10. Henderson D. E. A Chemical Instrumentation Game for Teaching Critical Thinking and Information Literacy in Instrumental Analysis Courses / David E. Henderson // *Journal of Chemical Education*. – 2010. – Vol. 87. – No. 4, April. – P. 412-415.
11. James W. Talks to teachers on psychology: and to students on some of life's ideals / William James. – New York : Henry Holt and Company, 1916. – XII, 300 p.
12. Karvalics L. Information Society – what is it exactly? (The meaning, history and conceptual framework of an expression) / Laszlo Z. Karvalics // *Coursebook of Project NETIS – Leonardo da Vinci*. European Commission. – Budapest, March-May 2007. – 26 p.
13. Lancashire R. J. Project Wonderland at the Chemistry Department, UWI-Mona [Electronic resource] / Robert John Lancashire. – 16th April 2010. – Access mode : <http://wwwchem.uwimona.edu.jm/WL/>.
14. Lewis S. Using ICT to enhance teaching and learning in chemistry / Steve Lewis. – London : Royal Society of Chemistry, 2004. – XII, 100 p.
15. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States / Fritz Machlup. – Princeton : Princeton University Press, 1962. – XX, 416 p.
16. Masuda Y. The information society as post-industrial society / Yoneji Masuda. – Washington : World Future Society, 1981. – 171 p.
17. Model ChemLab [Electronic resource] / Model Science Software. – Access mode : <http://modelscience.com/products.html>.
18. Nechypurenko P. VlabEmbed – the New Plugin Moodle for the Chemistry Education [Electronic source] / Pavlo P. Nechypurenko, Serhiy O. Semerikov // *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer 2017 : Proceedings of the 13th*

- International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017). Kyiv, Ukraine, May 15-18, 2017 / Edited by : Vadim Ermolayev, Nick Bassiliades, Hans-Georg Fill, Vitaliy Yakovyna, Heinrich C. Mayr, Vyacheslav Kharchenko, Vladimir Peschanenko, Mariya Shyshkina, Mykola Nikitchenko, Aleksander Spivakovsky. – P. 319-326. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 1844). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000319.pdf>.
19. Phillips D. C. Behaviorism and Behaviorist Learning Theories / Denis C. Phillips // *Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables* / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 438-442.
 20. Podolskiy A. Activity Theories of Learning / Andrey Podolskiy // *Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables* / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 83-85.
 21. Podolskiy A. Internalization / Andrey Podolskiy // *Encyclopedia of the Sciences of Learning : With 312 Figures and 68 Tables* / Editor Norbert M. Seel. – New York ; Dordrecht ; Heidelberg ; London : Springer, 2012. – P. 1628-1631.
 22. Porat M. U. The Information Economy: Development and Measurement / Dr. Marc Uri Porat. – Washington : U.S. Government Printing Office, 1977. – 319 p.
 23. Robinson J. Virtual Laboratories as a teaching environment: A tangible solution or a passing novelty? [Electronic resource] / Robinson, Jamie // 3rd Annual CM316 Conference on Multimedia Systems, based at Southampton University. – 2003. – Access mode : <http://mms.ecs.soton.ac.uk/mms2003/papers/5.pdf>.
 24. Simpson P. Basic Concepts in Organic Chemistry : A programmed learning approach / Peter Simpson. – London : Chapman & Hall, 1994. – VIII, 124 p.
 25. Skinner B. F. Teaching Machines / B. F. Skinner // *Science*. – 1958. – Vol. 128. – P. 969-977.

26. The Fourth Revolution: Instructional Technology in Higher Education : A Report and Recommendations / Carnegie Commission On Higher Education. – Hightstown : McGraw-Hill Book Company, 1972. – X, 111 p.
27. The Theory and Practice of Online Learning / Edited by Terry Anderson. – Second Edition. – Athabasca : AV Press, 2011. – 472 p.
28. Virtual Lab [Electronic resource] / ChemCollective. – Access mode : <http://chemcollective.org/vlabs>
29. Wiki [Electronic resource] // English Oxford Living Dictionaries. – [Oxford] : Oxford University Press, 2016. – Access mode : <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/wiki>.
30. Yushau B. The role of technology in fostering creativity in the teaching and learning of mathematics [Electronic resource] / Balarabe Yushau, Andile Mji and Dirk C. J. Wessels // Pythagoras : Journal of the Association for Mathematics Education of South Africa. – 2005. – Issue 62. – P. 12-22. – Access mode : <http://www.pythagoras.org.za/index.php/pythagoras/article/download/110/113>.
31. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий : кн. для преподавателей вузов, техникумов и училищ, учителей шк., гимназий и лицеев, для студентов и аспирантов пед. вузов / В. С. Аванесов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Адепт, 1998. – 217 с.
32. Аверьянов А. Н. Системное познание мира: Методологические проблемы / А. Н. Аверьянов. – М. : Политиздат, 1985. – 263 с.
33. Айсмонтас Б. Б. Педагогическая психология [Электронный ресурс] / [Айсмонтас Бронюс Броневич]. – [2006]. – Режим доступа : http://ido.rudn.ru/psychology/pedagogical_psychology/.
34. Александрова Н. А. Развитие исследовательских компетенций учащихся средствами историко-родословного краеведения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (социальная работа) / Александрова Наталья Анатольевна ; Учреждение Российской академии образования «Институт социальной педагогики». – М., 2011. – 211 с.

35. Алибекиан М. Педагогические условия развития исследовательской компетентности учащихся в системе начального профессионального образования : на материалах Исламской Республики Иран : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Моджтаба Алибекиан ; Таджикский государственный педагогический университет им. Садриддина Айни. – Душанбе, 2013. – 22 с.
36. Альникова Т. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся на элективных курсах по физике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)/ Альникова Татьяна Владимировна ; Томский государственный педагогический университет. – Томск, 2007. – 174 с.
37. Амірханов В. М. Хімія: завдання і тести / В. М. Амірханов, О. І. Біполід, М. М. Верховод ; за ред. М. Ю. Корнілова. – К. : Школяр, 2000. – 512 с.
38. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности (в обучении естественным предметам) : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.01 – теория и история педагогики / Андреев Валентин Иванович ; Министерство просвещения РСФСР, Казанский ордена Трудового Красного знамени государственный педагогический институт. – Казань, 1983. – 453 с.
39. Андреева М. П. Конструирование и методика использования модулей регионального содержания по химии в условиях профилизации обучения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Андреева Марина Петровна ; Якутский государственный университет им. М. К. Аммосова. – Якутск, 2003. – 169 с.
40. Артемьева Е. С. Методика использования интерактивных обучающих заданий при изучении химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Артемьева Екатерина Сергеевна ; Московский педагогический государственный университет. – Москва, 2009. – 19 с.

41. Аршанский Е. Я. Непрерывная химико-методическая подготовка обучающихся в системе «профильный класс – педвуз – профильный класс» : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Аршанский Евгений Яковлевич ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2005. – 482 с.
42. Астафуров В. И. Основы химического анализа : учебное пособие по факультативному курсу для учащихся 9-10 кл. / В. И. Астафуров. – 2-е изд., испр. – М. : Просвещение, 1982. – 159 с.
43. Афанасьев В. Г. Общество: системность, познание и управление / В. Г. Афанасьев. – М. : Политиздат, 1981. – 431, [1] с.
44. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса: методические основы : методический материал / Ю. К. Бабанский. – М. : Просвещение, 1982. – 192 с.
45. Байзулаева О. Л. Развитие учебно-исследовательской деятельности учащихся профильных классов лицея на основе интегративно-личностного подхода : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Байзулаева Ольга Леонидовна ; Магнитогорский государственный университет. – Магнитогорск, 2010. – 23 с.
46. Балл Г. А. Программированное обучение / Г. А. Балл // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 420-423.
47. Барановська О. В. Форми навчання в профільній школі / Олена Барановська // Біологія і хімія в школі. – 2007. – № 4. – С. 38-41.
48. Белов П. С. Формирование химических компетенций обучаемых на практических занятиях по химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Белов Павел Семенович ; Московский педагогический государственный

- университет. – Москва, 2013. – 20 с.
49. Беляев М. И. Технология создания электронных средств обучения [Электронный ресурс] / Беляев М. И., Гриншкун В. В., Краснова Г. А. – 2006. – 130 с. – Режим доступа : http://uu.vlsu.ru/files/Tekhnologija_sozdanija_ENSO.pdf
 50. Беляева Ж. В. Обучение учащихся основной школы естественнонаучным методам познания на основе межпредметных связей биологии, химии и физики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (естествознание) / Беляева Жанна Владимировна ; ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет». – Москва, 2015. – 27 с.
 51. Березан О. В. Система розрахункових задач і вправ з хімії як засіб розвитку інтелектуальних умінь школярів у класах хіміко-біологічного профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання хімії / Березан Ольга Веніамінівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2006. – 20 с.
 52. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров: педагогика третьего тысячелетия : учеб.-метод. пособие / В. П. Беспалько. – М. : Моск. психол.-социал. ин-т ; Воронеж : МОДЭК, 2002. – 349 с.
 53. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1989. – 190, [1] с.
 54. Беспалько В. П. Теория учебника: Дидактический аспект / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1988. – 160 с. – (ОПН. Образование. Пед. науки. Дидактика).
 55. Бех І. Д. Принципи навчання / І. Д. Бех // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 713-714.
 56. Биков В. Ю. Дистанційна освіта: актуальність, особливості і принципи побудови, шляхи розвитку та сфера застосування / Биков В. Ю.//

- Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби і технології : колективна монографія. – К. : Атіка, 2005. – С. 77-92.
57. Биков В. Ю. ІКТ-аутсорсінг і нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ [Електронний ресурс] / Биков Валерій Юхимович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – № 4 (30). – 29 с. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/717/529>.
58. Биков В. Ю. Інформатизація освіти / В. Ю. Биков // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 360-362.
59. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / В. Ю. Биков. – К. : Атіка, 2009. – 684 с.
60. Биков В. Ю. Проблеми та перспективи інформатизації системи освіти в Україні / В. Ю. Биков // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – Випуск 13 (20) : збірник наукових праць / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова ; [редкол. В. П. Андрущенко [та ін.]]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – С. 3-18.
61. Бібік Н. М. Проблема профільного навчання в педагогічній теорії і практиці / Н. Бібік // Директор школи, ліцею, гімназії : науково-практичний журнал для керівників закладів освіти. – 2005. – № 5/6. – С. 20-26.
62. Блауберг И. В. Проблема целостности и системный подход / И. В. Блауберг. – М. : Эдиториал УРСС, 1997. – 448 с.
63. Бобровская Л. Н. Учебная компьютерная презентация в обучении информатики как средство реализации методической системы учителя : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика) / Бобровская Людмила Николаевна ;

- Государственное образовательное учреждение профессионального образования «Волгоградский государственный педагогический университет». – Волгоград, 2008. – 26 с.
64. Болтянский В. Г. Беседы о математике / В. Г. Болтянский, А. П. Савин. – М. : ФИМА : МЦНМО, 2002. – Кн. 1 : Дискретные объекты. – 2002. – 367, [1] с.
65. Бондар В. І. Процес навчання / В. І. Бондар // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 745.
66. Бондар С. П. Технологія навчання / С. П. Бондар // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 906-907.
67. Бондарчук Е. И. Основы психологии и педагогики : курс лекций / Е. И. Бондарчук, Л. И. Бондарчук. – 3-е изд., стереотип. – К. : МАУП, 2002. – 168 с.
68. Брунер Дж. Культура образования = The Culture of Education / Брунер Джером ; [пер. Л. В. Трубицыной, А. В. Соловьева]. – М. : Просвещение, 2006. – 213 с. – (Образование: мировой бестселлер).
69. Брушлинский А. В. Психология мышления и проблемное обучение / А. В. Брушлинский. – М. : Знание, 1983. – 96 с.
70. Брыкова О. В. Рекомендации по оформлению и представлению презентации / Брыкова О. В., Смирнова З. Ю., Ээльмаа Ю. В. ; Государственное образовательное учреждение дополнительного образовательного учреждения центр повышения квалификации специалистов Санкт-Петербурга «Региональный центр оценки качества и информационных технологий». – СПб., 2008. – 36 с.
71. Бугайов О. І. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі. Проект / І. О. Бугайов // Фізика та астрономія в школі. – 2001. –

- № 6. – С. 6-13.
72. Булимова И. Н. Гуманистический подход к формированию исследовательской компетентности учащихся общеобразовательной школы / И. Н. Булимова // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2012. – № 22 (257), Ч. VII. – С. 5-11.
73. Буринська Н. М. Методика викладання хімії (Теоретичні основи) : навчальний посібник / Н. М. Буринська. – К. : Вища школа, 1987. – 255 с.
74. Буринська Н. М. Учителеві – про профільне навчання у старшій школі / Ніна Буринська // Біологія і хімія в школі. – 2010. – № 4. – С. 10-11.
75. Буринська Н. М. Хімія як навчальний предмет / Н. М. Буринська // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 977.
76. Бурчак Л. В. Формування дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії в системі вищої освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти / Бурчак Ліана Володимирівна ; Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка. – Полтава, 2011. – 20 с.
77. Васильева И. В. Проектная и исследовательская деятельность учащихся как средство реализации компетентностного подхода при обучении физике в основной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания / Васильева Ирина Васильевна ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2008. – 24 с.
78. Величко Л. [П]. Інструктивно-методичні рекомендації щодо вивчення хімії у 2010/2011 навчальному році / Людмила Величко, Світлана Фіцайло // Біологія і хімія в школі. – 2010. – № 5. – С. 7-10.
79. Величко Л. П. Про доопрацювання державного освітнього стандарту з хімії / Людмила Величко // Біологія і хімія в школі. – 2010. – № 6. – С. 39-41.

80. Вербицький В. В. Дослідницька компетентність старшокласників як засіб формування особистості / В. В. Вербицький // Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал : матеріали звіт. наук.-практ. конф. Ін-ту проблем виховання НАПН України за 2011 рік / [За ред. О. В. Сухомлинської, І. Д. Бега, Г. П. Пустовіта, О. В. Мельника ; літ. ред. І. П. Білоцерківець]. – Івано-Франківськ : Типовіт, 2012. – Вип. 2. – С. 43-47.
81. Верховский В. Н. Методика преподавания химии в средней школе : пособие к стабільному учебнику (для препод.) : утв. Наркомпросом РСФСР / Проф. В. Н. Верховский, Я. Л. Гольдфарб, Л. М. Сморгонский. – 2-е изд., перераб. – Москва ; Ленинград : Учпедгиз, 1936. – 372 с.
82. Верховский В. Н. Техника химического эксперимента : пособие для учителя : в 2 томах / В. Н. Верховский, А. Д. Смирнов. – 7-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1973. – Т. I. – 368 с. – (Метод. б-ка школы).
83. Верховский В. Н. Химический анализ : учебник для 10 класса средн. школы : утв. Наркомпросом РСФСР / Проф. В. Н. Верховский, Л. М. Сморгонский, В. В. Терновский. – Москва ; Ленинград : Гос. учеб.-пед. изд-во ; Печатный двор, 1935. – 86, [2] с.
84. Використання вікі технологій в освіті [Електронний ресурс] / [Наталія Плавко, Женя Біловол] // ВікіОсвіта. – [17 березня 2014]. – Режим доступу : <http://goo.gl/7JFbJJ>.
85. Власенко К. В. Теоретичні й методичні аспекти навчання вищої математики з використанням інформаційних технологій в інженерній машинобудівній школі : монографія / К. Власенко ; науковий редактор д. пед. н., проф. О. І. Скафа. – Донецьк : Ноулідж, 2011. – 410 с.
86. Внеклассная работа по химии : [сб. ст. / сост. М. Г. Гольдфельд]. – М. : Просвещение, 1976. – 191 с.
87. Воронкін О. С. Основи використання інформаційно-комп'ютерних технологій в сучасній вищій школі : навч. посіб. з дисципліни «Комп'ютерні технології в науці й освіті» / Олексій Сергійович Воронкін ;

- Луган. держ. ін-т культури і мистецтв. – Луганськ : Вид-во ЛДІКМ, 2011. – 156 с.
88. Воскресенский П. И. Основы химического анализа : учеб. пособие по факультативному курсу для учащихся IX-X кл. / П. И. Воскресенский, Алекс. М. Неймарк. – 2-е изд., испр. – М. : Просвещение, 1972. – 192 с.
 89. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Лев Выготский ; под ред. В. В. Давыдова. – М. : АСТ : Астрель : Хранитель, 2008. – 671, [1] с.
 90. Гальперин П. Я. Введение в психологию : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по гуманитар. специальностям / П. Я. Гальперин. – М. : Университет ; Ростов-на-Дону : Феникс, 1999. – 332 с.
 91. Гальперин П. Я. Лекции по психологии : учебное пособие для студентов вузов / П. Я. Гальперин ; [научная редакция и вступление проф. А. И. Подольский]. – М. : Университет ; Высшая школа, 2002. – 400 с.
 92. Гальперин П. Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка / П. Я. Гальперин. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 45 с.
 93. Гармашов М. Ю. Формирование исследовательской компетентности учащихся средней школы при обучении физике на основе видеокомпьютерного эксперимента : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания / Гармашов Михаил Юрьевич ; Волгоградский государственный социально-педагогический университет. – Волгоград, 2013. – 24 с.
 94. Генкал С. Е. Формування предметної компетентності в учнів профільних класів на уроках біології / С. Е. Генкал // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – [Суми], 2013. – № 4 (30). – С. 127-135.
 95. Гиря О. О. Актуальні проблеми профільної хімічної освіти / О. О. Гиря // Педагогічні науки. Профільна освіта : збірник наукових праць. – Ч. 1. – Суми : Видавництво СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2009. – С. 23-31.
 96. Гиря О. О. Методика вивчення хімічних елементів та їх сполук у класах хіміко-біологічного профілю загальноосвітніх шкіл : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання хімії / Гиря Олексій

- Олексійович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2006. – 20 с.
97. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики / В. М. Глушков. – 2-е изд., испр. – М. : Наука, 1987. – 552 с.
98. Голёнова И. А. Возможности использования СДО «Moodle» в учебном процессе [Электронный ресурс] / Голёнова И. А., Жукова С. Ю. // Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 21-22 травня 2015 р.) : матеріали конференції / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2015.– Режим доступа : <http://2015.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=77>.
99. Головань М. С. Модель формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців у процесі професійної підготовки / М. С. Головань // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2012. – № 5 (23). – С. 196-205.
100. Головнер В. Н. Химический эксперимент прикладного характера как метод достижения полноты знаний по органической химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Головнер Владимир Нодарович ; Государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования города Москвы «Московский институт открытого образования». – Москва, 2015. – 29 с.
101. Голомб О. М. Хімічна освіта: особливості викладання в умовах профілізації школи [Електронний ресурс] / Голомб О. М. // Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти. – [2010]. – Режим доступа : <http://www.zakinppo.org.ua/2010-06-02-07-15-08/2010-06-02-11-21-31/127-2010-03-17-12-33-45>.
102. Голуб А. М. Загальна та неорганічна хімія : [учбовий посібник для

- студентів хімічних факультетів університетів] / А. М. Голуб. – К. : Видавництво Київського університету, 1968. – Ч. 1 – 440, [2] с.
103. Гончаренко С. У. Дослідження наукове / С. У. Гончаренко // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 234-236.
104. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / Семен Гончаренко ; [ред. С. Головка ; Міжнар. Фонд «Відродження»]. – К. : Либідь, 1997. – 374 с.
105. Гончаренко С. У. Експеримент психолого-педагогічний / С. У. Гончаренко // Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2004. – С. 253-255.
106. Горбунова О. Е. Реализация дидактического принципа доступности в процессе обучения химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Горбунова Ольга Евгеньевна ; Московский государственный областной университет. – Москва, 2012. – 26 с.
107. Грабовий А. К. Навчальний хімічний експеримент у класах профільного навчання / А. К. Грабовий // Педагогічні науки. Профільна освіта : збірник наукових праць. – Ч. 1. – Суми: Видавництво СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2009. – С. 31-39.
108. Грамбовська Л. В. Особистісно орієнтоване навчання геометрії в основній школі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Грамбовська Лариса Володимирівна ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2008. – 20 с.
109. Грушевицкая Т. Г. Концепции современного естествознания : [учеб. пособие для студентов вузов обучающихся по гуманитар. специальностям] / Т. Г. Грушевицкая, А. П. Садохин. – М. : ЮНИТИ-Дана, 2003. – 669, [1] с.
110. Грушко И. М. Основы научных исследований : [учебное пособие для

- студентов технических вузов] / И. М. Грушко, В. М. Сиденко. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – Харьков : Выща школа : Издательство при Харьковском государственном университете, 1983. – 223, [1] с.
111. Гудилина С. И. Наглядность в медиаобразовательных технологиях : Интернет-семинар [Электронный ресурс] / Ведущая : Светлана Ивановна Гудилина // Проект «ВИРТУАЛЬНАЯ МУЗА» / Автор идеи и руководитель проекта С. И. Гудилина. – 2006. – Режим доступа : <http://www.art.ioso.ru/vmuza/naglyadnost/naglyadnost.htm>
112. Гуревич Р. С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в освіті (ІТКТ) / Р. С. Гуревич // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 364-365.
113. Гусарук Н. І. Інформаційні технології в навчанні хімії / Надія Гусарук // Біологія і хімія в школі. – 2010. – №5. – С. 13-15.
114. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального психологического исследования : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / В. В. Давыдов. – М. : Академия, 2004. – 282, [1] с.
115. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов ; Рос. акад. образования, Психол. ин-т, Междунар. ассоц. «Развивающее обучение». – М. : ИНТОР, 1996. – 541, [1] с.
116. Дашевский В. Г. Конформационный анализ органических молекул / В. Г. Дашевский. – М. : Химия, 1982. – 272 с.
117. Дементьева И. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся старших классов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Дементьева Инга Валерьевна ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск, 2013. – 27 с.
118. Деркач Т. М. Інформаційні технології у викладанні хімічних дисциплін : [навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних

- закладів] / Т. М. Деркач ; М-во освіти і науки України, Дніпропетр. нац. ун-т ім. О. Гончара. – Дніпропетровськ : Видавництво ДНУ, 2008. – 335, [1] с.
119. Деркач Т. М. Програмне забезпечення для проведення «віртуальних» лабораторних робіт з хімії / Т. М. Деркач, О. К. Рожко // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі : збірник наукових праць. – Випуск V. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – С. 319-324.
120. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики : [учеб. пособие по спецкурсу для пед. ин-тов / В. В. Краевский, И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин и др.] ; под ред. М. Н. Скаткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1982. – 319 с.
121. Дистанційне навчання: психологічні засади : монографія / [М. Л. Смульсон, Ю. І. Машбиць, М. І. Жалдак та ін.] ; за ред. М. Л. Смульсон. – Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2012. – 240 с.
122. Довгялло А. М. Адаптації задача / А. М. Довгялло // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 68-69.
123. Докучаєва В. В. Проектування інноваційних педагогічних систем у сучасному освітньому просторі : монографія / Вікторія Вікторівна Докучаєва. – Луганськ : Альма-матер, 2005. – 303 с.
124. Дорофеев М. В. Информатизация школьного курса химии / М. Дорофеев // Первое сентября. Химия. – 2002. – № 37. – С. 2-3.
125. Драган О. А. Розвиток дослідницької компетентності старшокласників в умовах академічного ботанічного саду / О. А. Драган // Наука, Молодь, Екологія–2012 (Актуальні проблеми екологічної освіти та виховання: теорія, практика, перспективи) : збірник матеріалів науково-практичної конференції. – Житомир : Поліграфія 3×15, 2012. – С. 119-125.

126. Дризовская Т. М. Опыт постановки факультативного курса химического анализа в школе : [монография] / Т. М. Дризовская ; Акад. пед. наук РСФСР, Ин-т методов обучения. – М. : Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960. – 256 с. – (Политехническое обучение в школе).
127. Дуванова Т. В. Основы химических методов исследования вещества : Программа факультативного курса по химии [Электронный ресурс] / Т. В. Дуванова. – [2013]. – Режим доступа: http://nsportal.ru/sites/default/files/2013/2/fakultativnyy_kurs_duvanovoy_t.v.dos.
128. Дударева В. И. Учебно-исследовательская работа студента : учебное пособие / В. И. Дударева, Т. А. Панюкова. – Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2004. – 76 с
129. Дьякович С. В. Методика факультативных занятий по химии : пособие для учителя / С. В. Дьякович. – М. : Просвещение, 1985. – 175 с.
130. Ерошкина И. В. Структура исследовательской деятельности учащихся основной школы в современном развивающем образовании / Ерошкина Ирина Владиславна // Педагогическое образование в России : научное издание. – 2012. – № 3. – С. 128-133.
131. Євтеєв В. М. Нотатки про комп'ютерне тестування / В. М. Євтеєв // Теорія та методика електронного навчання : збірник наукових праць. – Випуск III. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. – С. 88-96.
132. Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в середніх і вищих навчальних закладах / М. І. Жалдак // Комп'ютер в школі та сім'ї. – 2013. – № 3. – С. 8-15.
133. Жук Ю. О. Дослідницька компетентність у межах комп'ютерно орієнтованої діяльності старшокласника / Жук Ю. О. // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2012 рік : наукове видання / Інститут педагогіки. – К., 2013. – С. 89-90.
134. Жук Ю. О. Засоби навчання / Ю. О. Жук // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН

- України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 313-314.
135. Занков Л. В. Дидактика и жизнь / Л. В. Занков. – М. : Просвещение, 1968. – 175 с. – (Акад. пед. наук. СССР. Ин-т теории и истории педагогики).
136. Зашивалова Е. Ю. Методика компьютерного обучения химии в основной школе : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения химии / Зашивалова Елена Юрьевна ; Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2000. – 167 с.
137. Зимина А. И. Методика эффективного использования цифровых лабораторий на уроках химии в общеобразовательной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Зимина Алла Ивановна ; Московский институт открытого образования. – Москва, 2012. – 21 с.
138. Золотов Ю. Я. История и методология аналитической химии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. А. Золотов, В. И. Вершинин. – М. : Академия, 2007. – 464 с.
139. Ивахненко Э. Л. Учебная игра / Э. Л. Ивахненко, Е. Д. Маргулис, А. Е. Стрижак // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 548-553.
140. Ильина Т. А. Научно-технический прогресс и актуальные проблемы педагогики : (материалы лекций, прочит. в Политехн. музее на фак. программир. обучения) / Т. А. Ильина, д-р пед. наук ; Всесоюз. о-во «Знание». Политехн. музей и Межвед. науч. совет по проблеме «Программир. обучение». – М. : Знание, 1972. – 67 с.
141. Ишкова А. Э. Формирование адаптационных качеств выпускников профессионального лица : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Ишкова Алла

- Эдуардовна ; ГОУ ВПО «Кузбасская государственная педагогическая академия». – Новокузнецк, 2011. – 23 с.
142. Ільченко В. Р. Компетентнісна модель освітньої галузі як необхідна умова ефективної освіти / Ільченко Віра Романівна // Український педагогічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 163-170.
143. Кадемія М. Ю. Організація навчального процесу у віртуальному університеті / М. Ю. Кадемія // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2016. – Вип. 46. – С. 191-197.
144. Карбованець О. І. Компетентність як пріоритетний напрямок розвитку особистості в системі сучасної освіти / О. Карбованець, Н. Куруц, Н. Голуб, А. Майорош // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – Серія Педагогіка. Соціальна робота. – 2008. – № 15. – С. 76-79.
145. Каяліна С. В. Розвиток пізнавальної самостійності учнів засобами комп'ютерної техніки на уроках хімії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання хімії / Каяліна Світлана В'ячеславівна ; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2004. – 21 с.
146. Киматов Р. С. Химический язык как предмет и средство формирования научного мировоззрения учащихся в обучении химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Киматов Рустам Сафарович ; Таджикский государственный педагогический университет имени Садриддина Айни. – Душанбе, 2011. – 26 с.
147. Кирюшкин Д. М. Методика обучения химии : [учеб. пособие для пед. институтов] / Д. М. Кирюшкин, В. С. Полосин. – Москва : Просвещение, 1970. – 495 с.
148. Кіяновська Н. М. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні вищої математики

- студентів інженерних спеціальностей у Сполучених Штатах Америки: монографія / Н. М. Кіяновська, Н. В. Рашевська, С. О. Семеріков // Теорія та методика електронного навчання. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том V. – Випуск 1 (5) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 316 с.
149. Кларин М. В. Педагогическая технология в учебном процессе : (Анализ зарубеж. опыта) / М. В. Кларин. – М. : Знание, 1989. – 75, [2] с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Педагогика и психология» ; №6).
150. Князян М. О. Навчально-дослідницька діяльність студентів як засіб актуалізації професійно значущих знань (на базі вивчення іноземних мов) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – теорія та історія педагогіки / Князян Маріанна Олексіївна ; Південноукраїнський державний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського. – Одеса, 1998. – 18 с.
151. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения : сборник научных трудов. Т. 2 / Я. А. Коменский ; ответ. ред. А. И. Пискунов ; ред. И. Кирашек [и др.] ; Акад. пед. наук СССР. – М. : Педагогика, 1982. – 576 с.
152. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения. Т. 1: Великая дидактика / Ян Амос Коменский ; под ред., с биогр. очерком [«Жизнь и пед. сочинения Яна Амоса Коменского», с. 7-52] и прим. А. А. Красновского; пер. с латин. проф. Д. Н. Королькова. – Москва : Учпедгиз, 1939. – 320 с.– (Педагогическая библиотека).
153. Комиссарова Е. Ю. Индивидуализация обучения / Е. Ю. Комиссарова, Е. Д. Маргулис, Л. Е. Михеева, В. Н. Сороко // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 214-217.
154. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : колективна монографія / Бібік Н. М., Ващенко Л. С.,

- Локшина О. І., Овчарук О. В., Паращенко Л. І., Пометун О. І., Савченко О. Я., Трубачева С. Е. ; під заг. ред. О. В. Овчарук ; Міністерство освіти і науки України. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с. – (Бібліотека з освітньої політики).
155. Концепція учебного предмета «Химия» : приказ Министерства образования Республики Беларусь № 675 [Електронний ресурс] / [Міністерство освіти і науки України]. – 29.05.2009. – Режим доступу : http://adu.by/wp-content/uploads/2014/umodos/kup/Koncept_himia.doc.
156. Концепція профільного навчання : проект [Електронний ресурс] / [Міністерство освіти і науки України]. – [К]. – [10.06.2014 р.]. – 8 с. – – Режим доступу : <http://old.mon.gov.ua/img/zstored/files/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%86%20%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87.doc>.
157. Концепція профільного навчання в старшій школі : рішення колегії Міносвіти і науки України 25.09.2003 № 10/12-2 [Електронний ресурс] / Колегія Міністерства освіти і науки України ; [Березовська Л. Д., Бібик Н. М., Бурда М. І., Денисенко Л. І. та ін.]. – [К.], 2003. – Режим доступу : <http://www.uazakon.com/document/fpart86/idx86618.htm>.
158. Корепанова Е. М. Изучение вопросов аналитической химии в рамках дополнительного химического образования / Е. М. Корепанова, В. П. Перевощикова, Л. В. Коробейникова // Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия. – 2011. – Вып. 2. – С. 97-101.
159. Король О. М. Спеціалізація тестового контролю за критерієм значущості навчального матеріалу / О. М. Король, О. М. Алексєєв // Теорія та методика електронного навчання : збірник наукових праць. – Випуск III. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. – С. 124-131.
160. Корольський В. В. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / В. В. Корольський,

- Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк ; науковий редактор академік АПН України, д. пед. н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 316 с.
161. Коростіль Л. А. Хімічний експеримент як засіб формування вмій до самоосвіти учнів / Коростіль Л. А., Чайченко Н. Н. // Теоретичні питання культури, освіти та виховання : зб. наук. праць / за заг. редакцією проф. Матвієнко О. В., укладач – доц. Кудіна В. В. – Випуск 43. – К. : Вид. центр КНЛУ, 2011. – С. 163-167.
162. Крива М. В. Формування творчої особистості учня в процесі дослідницької діяльності / Крива М. В. // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія. – 2013. – Вип. 39 (3). – С. 188-194.
163. Кривенко Я. В. Формирование исследовательской компетентности старшеклассников в условиях профильной школы : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Кривенко Яна Васильевна ; Государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов «Тюменский областной государственный институт развития регионального образования». – Тюмень, 2006. – 190 с.
164. Кудинова Н. Ф. Формирование интереса учащихся к химии на основе реализации в преподавании принципа связи обучения с жизнью : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Кудинова Надежда Федоровна ; Московский государственный областной университет. – Москва, 2009. – 21 с.
165. Кузьмина Н. В. Акмеологическая теория повышения качества подготовки специалистов образования : монография / Н. В. Кузьмина (Головко-Гаршина). – М. : Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 2001. – 144 с. – (Труды Исследовательского центра / М-во образования Рос. Федерации. Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов).
166. Кунат Э. Н. Адаптивная обучающая программа / Э. Н. Кунат, Е. М. Сеница // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник

- / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 70.
167. Лапчик М. П. Методика обучения информатике : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование» / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под редакцией профессора М. П. Лапчика. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. – 389 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
168. Лёвкин А. Н. Технология проектирования и применения компьютерных обучающих программ по химии для средней школы на основе имитационного моделирования : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Лёвкин Антон Николаевич ; Министерство образования Российской Федерации, Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2002. – 225 с.
169. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность : учеб. пособие для студентов вузов по направлению и спец. «Психология», «Клин. психология» / А. Н. Леонтьев. – М. : Смысл, 2004. – 345, [1] с. – (Классическая учебная книга).
170. Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения : в 2 т. / А. Н. Леонтьев ; Акад. педагогических наук СССР. – М. : Педагогика, 1983. – Т. 1. – 392 с.
171. Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения : в 2 т. / А. Н. Леонтьев ; Акад. педагогических наук СССР. – М. : Педагогика, 1983. – Т. 2. – 320 с.
172. Лернер И. Я. Задачи и содержание общего и политехнического образования / И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин // Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики : [учеб. пособие по спецкурсу для пед. ин-тов / В. В. Краевский, И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин и др.] ; под ред. М. Н. Скаткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. :

- Просвещение, 1982. – С. 90-128.
173. Липова Л. А. Особливості навчальної діяльності в профільних класах / Л. А. Липова, Л. В. Морозова, І. О. Філоненко // Шлях освіти. – 2006. – № 1. – С. 35-41.
174. Липова Л. А. Спецкурс як компонент профільного навчання хімії / Людмила Липова, Світлана Лисиціна, Віктор Малишев // Біологія і хімія в школі. – 2008. – № 4. – С. 44-46.
175. Лихачев В. Н. Компьютерные модели в школьном курсе химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Лихачев Владимир Николаевич ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2003. – 15 с.
176. Лікарчук А. М. Основні аспекти сучасних педагогічних технологій / Алла Лікарчук // Біологія і хімія в школі. – 2008. – № 2. – С. 26-28.
177. Ліцман Ю. В. Узагальнення і систематизація знань з хімії учнями профільних класів під час практичних робіт / Ю. В. Ліцман // Педагогічні науки : зб. наук. пр. / Сум. держ. пед. ун-т ім. А.С. Макаренка. – Суми, 2001. – С. 363-368.
178. Лобанов Ю. И. Адаптивность системы обучения / Ю. И. Лобанов // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 71.
179. Лозова В. І. Самостійна робота / В. І. Лозова // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 803-804.
180. Лозовецька В. Т. Модель / В. Т. Лозовецька // Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 516.

181. Любчак Н. М. Теоретичні аспекти визначення сутності дослідницької компетентності майбутнього вчителя / Любчак Н. М. // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія. – 2013. – Вип. 39 (4). – С. 33-40.
182. Максименко С. Д. Психологічний супровід профільного навчання: теоретичні основи / С. Максименко // Директор школи, ліцею, гімназії : науково-практичний журнал для керівників закладів освіти. – 2005. – № 5/6. – С. 27-33.
183. Маркова О. М. Хмарні технології навчання: витоки [Електронний ресурс] / Маркова Оксана Миколаївна, Семеріков Сергій Олексійович, Стрюк Андрій Миколайович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 46, № 2. – С. 29-44. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1234/916>.
184. Махмутов М. И. Проблемное обучение : основные вопросы теории / М. И. Махмутов. – М. : Педагогика, 1975. – 364, [3] с.
185. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Е. И. Машбиц. – М. : Педагогика, 1988. – 191, [1] с.
186. Мельниченко В. М. Дистанційне навчання / Володимир Мельниченко // Директор школи, ліцею, гімназії. – 2010. – № 5. – С. 49-52.
187. Менчинская Н. А. Проблемы учения и умственного развития школьника : избр. психол. тр. / Н. А. Менчинская ; [ред.-сост. и авт. вступ. ст., с. 7-30, И. С. Якиманская] ; АПН СССР. – М. : Педагогика, 1989. – 218, [1] с.
188. Меняйленко О. С. Теоретико-методологічні основи синтезу індивідуалізованих стратегій управління дидактичним процесом в автоматизованих навчальних системах : дис... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Меняйленко Олександр Сергійович ; Луганський національний педагогічний ун-т ім. Тараса Шевченка. – Луганськ, 2007. – 404 с.
189. Мерзликін О. В. Формування дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики засобами хмарних технологій : методичний посібник / О. В. Мерзликін // Теорія та методика навчання математики,

- фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавн. відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том XII. – Випуск 3 (34) : спецвипуск «Методичний посібник у журналі». – 93 с.
190. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з якісного аналізу для студентів спеціальності «Хімія з основами інформатики» / Укладачі Нечипуренко П. П., Шенаєва Т. О. – Кривий Ріг, 2007. – 32 с.
191. Мещерякова Л. М. Использование метода теоретического моделирования для повышения осознанности знаний по химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Мещерякова Людмила Михайловна ; Московский институт открытого образования. – Москва, 2008. – 19 с.
192. Миндеева Е. О. Организация учебно-исследовательской деятельности по географии учащихся профильной школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (география, уровень общего образования) / Миндеева Екатерина Олеговна; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2010. – 18 с.
193. Мізюк В. А. Комп'ютерна система тестування для підсумкового контролю знань студентів / В. А. Мізюк, О. В. Коваленко // Теорія та методика електронного навчання: збірник наукових праць. – Випуск III. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. – С. 190-195.
194. Модельний закон про інформатизацію, інформацію та захист інформації : Модель, Міжнародний документ, Закон, Постанова № 26-7 [Електронний ресурс] / Міжпарламентська Асамблея держав-учасниць СНД. – 18.11.2005. – Режим доступу : http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/997_d09.
195. Модло Є. О. Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ / Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало, С. О. Семеріков, В. В. Ткачук // Наукові записки. – Випуск 11. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. – Кропивницький : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. – С. 93-100.

196. Монахов В. М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса / В. М. Монахов; Волгогр. гос. пед. ун-т. – Волгоград : Перемена, 1995. – 152 с.
197. Морзе Н. В. Розвиток інтелектуальної активності учнів на основі задачного підходу під час навчання інформатики / Н. В. Морзе, В. П. Вембер, О. Г. Кузьмінська // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2008. – № 4. – С. 10-14.
198. Мороз О. Я. Модель / О. Мороз // Філософський енциклопедичний словник / Національна академія наук України, Інститут філософії ім. Г. С. Сковороди ; [Редакційна колегія: В. І. Шинкарук (голова редколегії) та ін.]. – К. : Абрис, 2002. – С. 391.
199. Москаленко О. С. Основи хімічного аналізу : посібник для факультативних занять у IX і X кл. / О. С. Москаленко. – К. : Рад. школа, 1970. – 271 с.
200. Мухаметов Г. В. Microsoft Office учителю химии / Г. В. Мухаметов // Химия в школе. – 2003. – № 4. – С. 32-41.
201. Навчальні програми курсів за вибором та факультативів з хімії: варіативна складова Типових навчальних планів. 8-11 класи / Упор.: Г. Дубковецька, Ю. Каліночкіна. – Тернопіль : Мандрівець, 2010. – 100 с.
202. Навчальні програми курсів за вибором та факультативів з хімії: варіативна складова Типових навчальних планів. 5-12 класи / Упор. : О. А. Дубовик, С. С. Фіцайло. – Тернопіль : Мандрівець, 2010. – 272 с.
203. Нентвиг Й. Химический тренажер : программированное пособие для средней школы : в 2-х частях / Й. Нентвиг, М. Кройдер, К. Моргенштерн ; ред. В. М. Потапов ; пер. Е. Л. Розенберг. – М. : Мир, 1986. – Ч. 1. – 471 с. ; – Ч. 2. – 536 с.
204. Нестерова Е. А. Методика формирования исследовательской компетентности учащихся 8 класса средствами школьного геоэкологического краеведения : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (география, уровень общего образования) / Нестерова Елена Анатольевна ; ФГБОУ ВПО

- «Нижегородский государственный педагогический университет». – Нижний Новгород, 2011. – 160 с.
205. Нефедова Т. В. Развитие исследовательских умений учащихся с задержкой психического развития на уроках химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Нефедова Татьяна Владимировна ; ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет». – Москва, 2012. – 23 с.
206. Нечипуренко П. П. MarvinJS як засіб підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії / Нечипуренко П. П. // Четверта міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2016. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 19-20 травня 2016 р.) : тези доповідей / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2016. – С. 28.
207. Нечипуренко П. П. Вивчення кислотно-основних індикаторів з використанням комп'ютера / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в школі. – 2011. – № 6. – С. 21-24.
208. Нечипуренко П. П. Вивчення основ хімічного аналізу засобами комп'ютерних технологій та його місце в екологічній освіті школярів / Нечипуренко П. П. // Проблеми екології та екологічної освіти : матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2008. – С. 270-275.
209. Нечипуренко П. П. Визначення сполук Феруму в ході учнівського ужиткового експерименту / П. П. Нечипуренко, Н. П. Чміль // Вісник Міжнародного дослідного центру: «Людина: мова, культура, пізнання» / Київський національний університет культури і мистецтв, Інститут журналістики і міжнародних відносин, Міжнародний дослідний центр «Людина: мова, культура, пізнання». – Кривий Ріг, 2014. – Том 37 (3). – С. 74-81.

210. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії: сучасний стан та перспективи / П. П. Нечипуренко // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 33 : збірник наукових праць / за ред. проф. В. П. Покася, В. С. Толмачової. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – С. 95-102.
211. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії / П. Нечипуренко // Інформаційні технології в професійній діяльності : матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Рівне : РВВ РДГУ, 2012. – С. 44-46.
212. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти дослідження складу води з відстійника шахтних вод у балці Свістунова при вивченні курсу аналітичної хімії / Нечипуренко П. П., Шугайло Г. В., Степанова Л. О., Дрозд Є. В., Трохимчук А. М. // Вісник міжнародного дослідного центру «Людина: мова, культура, пізнання» : щокварт. наук. журнал : [гол. ред. О. М. Холод]. – 2011. – Том 28 (1).– С. 113-119.
213. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти імітації реальних хімічних процесів та систем у віртуальних хімічних лабораторіях / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : збірник наукових праць. – Випуск III. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. – С. 238-245.
214. Нечипуренко П. П. Засоби Moodle для підтримки навчально-дослідницької діяльності у профільному навчанні фізики та хімії / Нечипуренко П. П., Мерзликін О. В. // Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 21-22 травня 2015 р.) : тези доповідей / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2015. – С. 56.
215. Нечипуренко П. П. Інтеграція віртуальної хімічної лабораторії Virtual Lab

- із системою Moodle / Нечипуренко П. П., Семеріков С. О. // Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 21-22 травня 2015 р.) : тези доповідей / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2015. – С. 43.
216. Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні засоби формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії [Електронний ресурс] / Нечипуренко Павло Павлович, Семеріков Сергій Олексійович, Селіванова Тетяна Валеріївна, Шенаєва Тетяна Олексіївна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – № 6 (56). – С. 10-29. – Режим доступу :
<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1522/1117>
217. Нечипуренко П. П. Навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії у профільній школі як засіб формування дослідницьких компетентностей / П. П. Нечипуренко // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – С. 135-136.
218. Нечипуренко П. П. Об'ємний метод хімічного аналізу : методичний посібник / П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том IX. – Випуск 1 (9) : спецвипуск «Методичний посібник у журналі». – 87 с.
219. Нечипуренко П. П. Про використання комп'ютерної програми Chemlab / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в школі. – 2007. – № 2. – С. 44-47.
220. Нечипуренко П. П. Розвиток дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / Нечипуренко П. П. // Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем

- підготовки Ph. D. в ЄС : матеріали II Всеукраїнського науково-практичного семінару, Київ, 30 січня 2016 р. / за заг. ред. В. О. Радкевич, Л. М. Петренко ; Національна академія педагогічних наук України, Інститут професійно-технічної освіти. – К., 2016. – С. 63-66.
221. Нечипуренко П. П. Система Moodle як засіб формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / Нечипуренко П. П. // Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (Київ, КНУБА, 21-22 травня 2015 р.) : тези доповідей / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, Національна академія педагогічних наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – К., 2015. – С. 23.
222. Нечипуренко П. П. Система дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у профільному навчанні хімії / Нечипуренко П. П. // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. – 2016. – № 7. – С. 83-90.
223. Нечипуренко П. П. Створення тесту для оцінювання рівня підготовки студентів з кількісного хімічного аналізу засобами системи програм MyTest / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : збірник наукових праць. Випуск IV. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 206-215.
224. Нечитайлова Е. В. Модель хімічного образования в профильной школе / Е. В. Нечитайлова // Химия в школе. – 2009. – № 5. – С. 30-33.
225. Новиков А. М. Методология научного исследования : учебно-методическое пособие / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – Москва : URSS : Либроком, 2010. – 281 с.
226. Новикова А. В. Методика внеурочной работы по химии в лицеях медицинского профиля : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Новикова Анастасия

- Владимировна ; ГОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена». – Санкт-Петербург, 2007. – 177 с.
227. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : Приказ от 17 декабря 2010 г. № 1897 [Электронный ресурс] / Министерство образования и науки Российской Федерации. – М., 2010. – Режим доступа : <http://goo.gl/dWJNDK>.
228. Общая методика обучения химии: Содержание и методы обучения химии : пособие для учителей / [Цветков Л. А., Иванова Р. Г., Полосин В. С. и др.]; под ред. чл.-кор. АПН СССР Л. А. Цветкова. – М. : Просвещение, 1981. – 224 с.
229. Огородников И. Т. Педагогика : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / И. Т. Огородников. – М. : Просвещение, 1968. – 374 с.
230. Окольников Ф. Б. Интеграция экспериментальных химических умений учащихся (на примере химии и биологии) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Окольников Фёдор Борисович ; Московский педагогический государственный университет. – Москва, 2008. – 18 с.
231. Оконь В. Введение в общую дидактику / В. Оконь ; [предисл. Т. А. Хмель]. – М. : Высш. шк., 1990. – 381, [1] с.
232. Орлова И. С. Лаборант химического анализа : Элективный курс по химии [Электронный ресурс] / Орлова Ирина Степановна. – [2010]. – Режим доступа : <http://festival.1september.ru/articles/565028/>.
233. Островерхова Н. М. Аналіз уроку: концепції, методики, технології : [моногр.] / Н. М. Островерхова. – К. : ІНКОС, 2003. – 352 с.
234. Пак М. С. Дидактика химии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. С. Пак. – М. : Владос, 2004. – 315 с.
235. Пак М. С. Теория и методика обучения химии : учебник для вузов / Мария С. Пак ; Российский гос. педагогический ун-т А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. – 305 с.

236. Пак М. С. Тестирование в управлении качеством химического образования : [монография] / М. С. Пак, М. К. Толетова. – СПб. : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2002. – 113 с.
237. Панченко Л. Ф. Віртуальні лабораторії для майбутніх хіміків / Л. Ф. Панченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2008 : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Т. 17. Педагогика, психология и социология. – Одесса : Черноморье, 2008. – С. 17-18.
238. Парменов К. Я. Химический эксперимент в средней школе / К. Я. Парменов. – М. : Издательство Академии педагогических наук РСФСР, 1959. – 260 с.
239. Патаракин Е. Д. Социальные сервисы Веб 2.0 в помощь учителю / Е. Д. Патаракин. – 2-е изд., испр. – М. : Интуит.ру, 2007. – 64 с. – (Учебно-методическое пособие).
240. Педагогика : учеб. пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей / В. И. Журавлев и др. ; под ред. засл. деят. науки РФ, д-ра пед. наук, проф. П. И. Пидкасистого. – 3. изд., доп. и перераб. – М. : Пед. общество России, 1998. – 638, [2] с.
241. Педагогика : учебное пособие для студ. пед. ин-тов / ред. Ю. К. Бабанский. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.
242. Петрушин В. А. Экспертная обучающая система / В. А. Петрушин // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под редакцией чл.-кор. АТН Гриценко В. И., д-ра техн. наук проф. Довгялло А. М., д-ра техн. наук проф. Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 602-605.
243. Пиаже Ж. Эволюция интеллекта в подростковом и юношеском возрасте / Пиаже Ж. // Психологическая наука и образование. – 1997. – № 4. – С. 56-64.
244. Пильникова Н. Н. Разработка и методика реализации системы элективных курсов по химии в средней школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук :

- 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия, уровень общего образования) / Пильникова Наталья Николаевна ; ФГБОУ ВПО «Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена». – Санкт-Петербург, 2015. – 22 с.
245. Підгорна Т. В. Інформаційно-комунікаційні технології в хімічних дослідженнях : посібник для вчителів / Підгорна Т. В. – Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. – 233 с.
246. Підгорна Т. В. Формування практичних умінь учнів щодо пошуку хімічних відомостей у мережі Інтернет / Т. В. Підгорна / Комп'ютер в школі та сім'ї. – 2016. – № 7 (135). – С. 25-27.
247. Подласый И. П. Педагогика: Новый курс : учеб. для студ. пед. вузов : в 2 кн. / И. П. Подласый. – М. : ВЛАДОС, 1999. – Кн. 1 : Общие основы. Процесс обучения. – 576 с.
248. Полат Е. С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 050706 (031000) – Педагогика и психология ; 050701 (033400) – Педагогика / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 364, [1] с. – (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности).
249. Половинкина Т. В. Основы химических методов исследования вещества : Программа факультативного курса по химии [Электронный ресурс] / Половинкина Татьяна Викторовна. – [2012]. – Режим доступа : <http://pedsovet.su/load/169-1-0-25404>.
250. Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии / В. С. Полосин. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 1970. – 336 с.
251. Пометун О. І. Практика реалізації компетентнісного підходу в суспільствознавчих дисциплінах / О. І. Пометун, Г. О. Фрейман // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : колективна монографія / Бібік Н. М., Ващенко Л. С., Локшина О. І., Овчарук О. В., Паращенко Л. І., Пометун О. І.,

- Савченко О. Я., Трубачева С. Е. ; під заг. ред. О. В. Овчарук ; Міністерство освіти і науки України. – К. : К.І.С., 2004. – (Бібліотека з освітньої політики). – С. 104-108.
252. Пометун О. І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентісного підходу в досвіді зарубіжних країн / Пометун О. І. // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : колективна монографія / Бібік Н. М., Ващенко Л. С., Локшина О. І., Овчарук О. В., Паращенко Л. І., Пометун О. І., Савченко О. Я., Трубачева С. Е. ; під заг. ред. О. В. Овчарук ; Міністерство освіти і науки України. – К. : К.І.С., 2004. – (Бібліотека з освітньої політики). – С. 15-24.
253. Похлебаев С. М. Методологические и содержательные основы преимущества физики, химии, биологии при формировании фундаментальных естественно-научных понятий : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Похлебаев Сергей Михайлович ; ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет». – Челябинск, 2007. – 49 с.
254. Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів : Постанова, Перелік № 533 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Київ. – 08.07.2015. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/533-2015-%D0%BF>.
255. Про загальну середню освіту : Закон України № 651-XIV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – 13.05.1999 р. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/651-14/page>.
256. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова № 1392 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – 23 листопада 2011 р. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#n9>.
257. Про затвердження Державного стандарту початкової загальної освіти : Постанова № 462, Стандарт, План [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – 20.04.2011. – Режим доступу :

- <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/462-2011-p>.
258. Про затвердження Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року : Постанова № 561, Програма, Паспорт [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – 13 квітня 2011 р. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/561-2011-p>.
259. Про затвердження Змін до Положення про дистанційне навчання : Наказ № 761 [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – К. – 14 липня 2015 р. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0923-15>.
260. Про затвердження Концепції профільного навчання у старшій школі : Наказ № 1456 [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – К. – 21 жовтня 2013 р. – 14 с. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/files/normative/2013-11-08/1681/1456.doc>.
261. Про затвердження нової редакції Концепції профільного навчання у старшій школі : Наказ від 11.09.2009 р. № 854 / Міністерство освіти і науки України // Методичні діалоги. – 2009. – № 10. – С. 2-6.
262. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : Наказ № 466, Положення [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – К. – 25.04.2013. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
263. Про Національну доктрину розвитку освіти : Указ № 347/2002, Доктрина [Електронний ресурс] / Президент України. – 17.04.2002. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002>.
264. Про Національну програму інформатизації : Закон України № 74/98-ВР [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – 04.02.1998. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/98-%D0%B2%D1%80>.
265. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : Указ № 344/2013, Стратегія [Електронний ресурс] / Президент України. – 25.06.2013. – Режим доступу :

- <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>.
266. Про освіту : Закон України № 1060-ХІІ [Електронний ресурс] / Верховна Рада УРСР. – К., 23.05.1991. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1060-12>.
267. Проект положення про електронні освітні ресурси [Електронний ресурс] / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України ; Биков В. Ю., Шишкіна М. П., Лаврентьєва Г. П., Дем'яненко В. М., Лапінський В. В., Запорожченко Ю. Г., Пірко М. В. – 2013. – Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/1041/1/Polozennja-ITZN.pdf>.
268. Пустовит С. О. Методика формування експериментальних умінь школярів по хімії на основі проблемного навчання : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання і виховання (хімія) / Пустовит Светлана Олеговна ; ГОУ ВПО «Калужський державний університет ім. К. Е. Циолковського». – Москва, 2011. – 23 с.
269. Пустовіт Г. П. Дослідницька діяльність дітей та учнівської молоді / Г. П. Пустовіт // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 236-237.
270. Разработка виртуальной химической лаборатории для школьного образования [Электронный ресурс] / М. Н. Морозов, А. И. Танаков, А. В. Герасимов и др. // Образовательные технологии и общество (Educational technology & Society). – Казань : Издательство Казанского государственного технологического университета, 2004. – № 7(3). – Режим доступа : http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i3/html/2.html.
271. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання інформатики / Раков Сергій Анатолійович ; Харківський національний педагогічний університет імені

- Г. С. Сковороди. – Харків, 2005. – 526 с.
272. Рассказова Ж. В. Формирование исследовательской компетентности обучающихся 8-9 классов в условиях общеобразовательной организации : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Рассказова Жанна Владимировна ; Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова. – Владикавказ, 2014. – 22 с.
273. Раткевич Е. Ю. Повышение эффективности формирования химических знаний школьников при использовании информационной технологии обучения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения химии / Раткевич Елена Юрьевна ; Московский педагогический университет. – М., 1998. – 158 с.
274. Репета Л. М. Формирование информационно-исследовательской компетенции учащихся общеобразовательных учреждений : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Репета Лариса Михайловна ; Челябинский государственный педагогический университет. – Челябинск, 2013. – 25 с.
275. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования: психолого-педагогический и технологический аспекты / И. В. Роберт. – М. : Бином. Лаб. знаний, 2014. – 398 с. – (Информатизация образования).
276. Роман С. В. Дослідницька діяльність в арсеналі технологій формування еколого-гуманістичних цінностей школярів у процесі хімічної освіти / Роман С. В. // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2015. – III(24), Issue: 48. – С. 62-65.
277. Романова Н. В. Основы химического анализа. 10-11 классы : навч. посібник / Н. В. Романова. – 2. вид., перероб. та доп. – К. : Перун ; Ірпінь : [б.в.], 1998. – 240 с.
278. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – М. [и др.] : Питер, 2012. – 705, [7] с. – (Мастера психологии).
279. Руденко В. Д. Інформаційне суспільство / В. Д. Руденко // Енциклопедія

- освіти / Академія педагогічних наук України ; головний редактор академік НАН і АПН України, Президент АПН України В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 363-364.
280. Сагакянц А. Б. Особенности организации исследовательской деятельности школьника в области естественных наук [Электронный ресурс] / Александр Борисович Сагакянц. – Режим доступа : http://nauka.sfedu.ru/danui/files/Article_Sagacianc-1.doc.
281. Садовский В. Н. Основания общей теории систем: Логико-методологический анализ / В. Н. Садовский. – М. : Наука, 1974. – 276 с.
282. Сахно Т. В. Internet – джерело хімічної інформації / Тамара Сахно, Григорій Джурка, Сергій Пустовіт // Біологія і хімія в школі. – 2002. – № 3. – С. 19.
283. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие [для пед. вузов и ин-тов повышения квалификации] / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с. – (Профессиональная педагогическая библиотека).
284. Селевко Г. К. Технологии развивающего образования / Г. К. Селевко. – М. : НИИ школьных технологий, 2005. – 185 с.
285. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – Санкт-Петербург : Речь, 2003. – 350 с.
286. Ситаров В. А. Дидактика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 031000 – Педагогика и психология / В. А. Ситаров ; под ред. В. А. Сластенина. – 2-е изд., стер. – М. : Academia, 2004 (ГУП Саратов. полигр. комб.). – 364, [1] с. – (Высшее профессиональное образование).
287. Скарбич С. Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач в условиях личностно-ориентированного подхода : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень общего образования) / Скарбич Снежана Николаевна ; Омский государственный

- педагогический университет. – Омск, 2006. – 251 с.
288. Скаткин М. Н. Принципы обучения / М. Н. Скаткин // Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики : [учеб. пособие по спецкурсу для пед. ин-тов / В. В. Краевский, И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин и др.] ; под ред. М. Н. Скаткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1982. – С. 48-89.
289. Скаткин М. Н. Проблемы современной дидактики / М. Н. Скаткин. – 2-е изд. – М. : Педагогика, 1984. – 95 с. – (Воспитание и обучение. Б-ка учителя).
290. Сластенин В. А. Педагогика : Учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов ; под ред. В. А. Сластенина. – М. : Academia, 2002. – 566, [1] с. – (Высшее образование / Междунар. акад. наук пед. образования).
291. Слейбо У. Общая химия / У. Слейбо, Т. Персонс ; пер. с англ. Е. Л. Розенберга. – Москва : Мир, 1979. – 550 с.
292. Соловйов Ю. І. Профільне навчання: стан і перспективи [Електронний ресурс] / Ю. Соловйов, О. Чернишов // Освітній портал Освіта.ua. – 2008. – Режим доступу : http://osvita.ua/school/school_today/302/.
293. Солодка Т. В. Комп'ютерне тестування як метод контролю за результатами навчальної діяльності студентів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки / Солодка Тетяна Вячеславівна ; Харківський педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди. – Харків, 1995. – 22 с.
294. Спирін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою : [монографія] / О. М. Спирін; за наук. ред. акад. М. І. Жалдака. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2007. – 300 с.
295. Старостенко Ю. В. Хімічна підготовка учнів за допомогою мультимедіа / Ю. В. Старостенко // Хімічна освіта в контексті Болонського процесу: стан і перспективи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції,

- 18-19 травня 2006 р. / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова ; ред. В. П. Покась. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 157-158.
296. Стеців Г. А. Орієнтовне календарно-тематичне планування уроків хімії. 7-11 класи / Галина Стеців, Наталія Тарас, Лідія Мартинюк. – Тернопіль : Мандрівець, 2010. – 68 с.
297. Столяренко В. Г. Гармонізація знань і якостей особистості в професійній підготовці вчителів хімії / В. Г. Столяренко, П. П. Нечипуренко // Педагогіка вищої та середньої школи : збірник наукових праць / Гол. ред. проф. Буряк В. К. – Кривий Ріг : КДПУ, 2009. – Вип. 25. – С. 461-466.
298. Сыромятников А. А. Методика компьютерной поддержки начального этапа обучения химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Сыромятников Алексей Александрович. – М., 2003. – 22 с.
299. Талызина Н. Ф. Методика составления обучающих программ : учеб. пособие / Н. Ф. Талызина. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – 46 с.
300. Талызина Н. Ф. Пути и возможности автоматизации учебного процесса / Н. Ф. Талызина, Т. В. Габай. – М. : Знание, 1977. – 64 с. – (Педагогика и психология. Новое в жизни, науке, технике ; №11).
301. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний : (психологические основы) / Н. Ф. Талызина. – 2-е изд., доп. и испр. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.
302. Танасієнко О. В. Використання технічних засобів навчання у навчальному процесі [Електронний ресурс] / Танасієнко Олександр Васильович // Освітній портал Освіта.ua. – 2012. – Режим доступу : http://osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/28365/.
303. Тарасенкова Н. А. Методичні компетентності у системі фахової підготовки майбутнього вчителя математики / Н. Тарасенкова, І. Акуленко // Вища освіта України. – 2011. – № 3. – С. 53-66.
304. Теоретические основы процесса обучения в советской школе /

- [В. В. Краевский, И. Я. Лернер, И. К. Журавлев и др.] ; под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера ; АПН СССР, НИИ общ. педагогики. – М. : Педагогика, 1989. – 316, [2] с.
305. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / І. О. Теплицький. – Кривий Ріг : КДПУ, 2010. – 264 с., іл.
306. Теплицький І. О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Теплицький Ілля Олександрович ; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2001. – 234 с.
307. Терно С. О. Теорія розвитку критичного мислення (на прикладі навчання історії) : [посібник для вчителя] / Сергій Терно ; Державний вищий навчальний заклад “Запорізький національний університет” Міністерства освіти і науки України. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2011. – 105 с.
308. Тимиргалиева Т. К. Методика информационно-деятельностного обучения химии на старшей ступени общеобразовательной школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Тимиргалиева Татьяна Константиновна ; ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева». – Москва, 2013. – 23 с.
309. Титаренко Н. В. Використання комп'ютерних навчальних програм з хімії / Наталя Титаренко // Біологія і хімія в школі. – 2004. – № 1. – С. 9-11.
310. Топчій Н. М. Інформаційно-програмне забезпечення підтримки шкільного курсу хімії / Н. М. Топчій, Л. В. Вишневська, С. М. Іваніщук // Хімічна освіта в контексті Болонського процесу: стан і перспективи : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18-19 травня 2006 р. / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова ; ред. В. П. Покась. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 195-199.
311. Торндайк Э. Процесс учения у человека / Эдвард Торндайк. – М. :

- Учпедгиз, 1935. – 160 с.
312. Тукало М. Д. Використання можливостей POWERPOINT у впровадженні методу проектів у навчальний процес під час вивчення хімії в профільній школі [Електронний ресурс] / Тукало Марія Дмитрівна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – № 5(19). – 13 с. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/361/318>.
313. Тушакова З. Р. Развитие умственных умений учащихся при обучении химии с использованием креативных карт : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Тушакова Зиля Рифатовна ; Филиал ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный университет» в г. Тобольске. – Тобольск, 2015. – 23 с.
314. Ушаков А. А. Развитие исследовательской компетентности учащихся общеобразовательной школы в условиях профильного обучения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Алексей Антонинович Ушаков ; Адыгейский государственный университет. – Майкоп, 2008. – 190 с.
315. Ушаков А. А. Развитие исследовательской компетентности учащихся профильной школы как личностно-осмысленного опыта осуществления учебно-исследовательской деятельности / А. А. Ушаков // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2008. – Вып. 5. – С. 123-126.
316. Ушакова О. В. Формирование исследовательской компетенции обучающихся средствами современных педагогических технологий в рамках учебной дисциплины Химия / Тамбовский областной институт повышения квалификации работников образования ; О. В. Ушакова. – Тамбов, 2010. – 43 с.
317. Федотова Н. А. Развитие исследовательской компетентности старшеклассников в условиях профильного обучения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Федотова Наталья Александровна ; Бурятский государственный

- университет. – Улан-Удэ, 2010. – 181 с.
318. Феськова Е. В. Становление исследовательской компетентности учащихся в дополнительном образовании и профильном обучении : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Феськова Елена Васильевна ; Государственное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет цветных металлов и золота». – Красноярск, 2005. – 210 с.
319. Фомін О. М. Наукові засади формування дослідницької компетентності обдарованих учнів в рамках діяльності Малої академії наук / Олексій Михайлович Фомін // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2013. – № 2(9)/02. – С. 49-52.
320. Форкунова Л. В. Методика формирования исследовательской компетентности школьников в области приложений математики при взаимодействии школы и вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Форкунова Лариса Валентиновна ; Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск, 2010. – 204 с.
321. Фридман Л. М. Наглядность и моделирование в обучении / Л. М. Фридман. – М. : Знание, 1984. – 80 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Педагогика и психология»; № 6).
322. Харламов И. Ф. Педагогика : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по педагогическим специальностям / И. Ф. Харламов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Гардарики, 2007. – 516, [1] с.
323. Химия / С. Г. Кара-Мурза, Т. А. Айзатулин // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. Н. С. Зефирова. – М. : Большая российская энциклопедия. – Т. 5 : Три-Ятр. – 1998. – С. 257-261.
324. Химия в школе : сборник нормативных документов / Сост. В. И. Сушко ; под ред. М. А. Прокофьева, И. Н. Черткова. – М. : Просвещение, 1987. – 191, [1] с.

325. Хімія. 10-11 класи: програми для профільного навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів: рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень та поглиблене навчання. – Тернопіль : Мандрівець, 2011. – 240 с.
326. Хімія. 7-9 класи : програма для загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс] / [Міністерство освіти і науки України]. – [2015]. – Режим доступу :
<http://www.mon.gov.ua/content/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0/ximiya-08-06-2015.pdf>.
327. Хуртенко Л. О. Використання комп'ютерних технологій та методу проєктів у процесі викладання хімії / Л. О. Хуртенко // Хімія. – 2005. – № 3. – С. 6-9.
328. Хуторской А. В. Компетентность как дидактическое понятие: содержание, структура и модели конструирования / Хуторской А. В., Хуторская Л. Н. // Проектирование и организация самостоятельной работы студентов в контексте компетентностного подхода : межвузовский сборник научных трудов / Под ред. А. А. Орлова. – М : Директ-Медиа, 2014. – Вып. 1. – С. 168-196.
329. Хуторской А. В. Практикум по дидактике и современным методам обучения / А. В. Хуторской. – СПб. : Питер, 2004. – 541 с.
330. Хьелл Л. Теории личности: основные положения, исследования и применение : [монография] / Л. Хьелл, Д. Зиглер. – 3-е международное изд. – СПб. : Питер, 2006. – 607 с. – (Мастера психологии).
331. Цветков Л. А. Эксперимент по органической химии в средней школе : Методика и техника : пособие для учителей / Л. А. Цветков ; под общ. ред. Е. И. Оржековской. – 5. изд., перераб. и доп. – М. : Шк. пресса, 2000. – 189, [1] с.
332. Чайков С. Г. Методика обучения учащихся решению химических задач с использованием информационных технологий : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (химия) / Чайков

- Сергей Геннадьевич ; Московский педагогический государственный университет. – М., 2004. – 197 с.
333. Чайченко Н. Н. Особливості викладання хімії в профільних класах / Чайченко Н. Н. // Педагогічні науки. Стан та перспективи шкільної хімічної освіти : збірник наукових праць. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2005. – С. 128-133.
334. Чернобельская Г. М. Методика обучения химии в средней школе : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Чернобельская. – М. : Владос, 2000. – 335, [1] с.
335. Чертков И. Н. Химический эксперимент с малым количеством реактивов : книга для учителя / И. Н. Чертков, П. Н. Жуков. – М. : Просвещение, 1989. – 190 с.
336. Шабанова Ж. В. Становление исследовательской компетентности старшеклассников в процессе информатизации образования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования / Шабанова Жанна Викторовна ; Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева. – Саранск, 2009. – 18 с.
337. Шаповаленко С. Г. Методика обучения химии [в восьмилетней и средней школе : (общие вопросы)] : пособие для учителей / С. Г. Шаповаленко. – М. : Учпедгиз, 1963. – 668 с.
338. Шашенкова Е. А. Исследовательская деятельность : словарь / Автор-составитель Е. А. Шашенкова. – М. : Перспектива, 2010. – 88 с.
339. Шашкина М. Б. Формирование исследовательской компетентности у будущих учителей математики в процессе учебно-познавательной деятельности в педагогическом вузе / Шашкина Мария Борисовна, Багачук Анна Владимировна // Сибирский педагогический журнал. – 2011. – № 7. – С. 47-55.
340. Шевченко І. А. Використання мультимедійних презентацій як сучасного засобу навчання в системі післядипломної освіти / Шевченко І. А. //

- Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2012. – № 1. – С. 23-26.
341. Шенаєва Т. О. Кредитно-модульна система навчання аналітичної хімії та її особливості / Т. О. Шенаєва, П. П. Нечипуренко // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі : збірник наукових праць. Випуск V. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – С. 350-352.
342. Шенаєва Т. О. Особливості викладання предмету «Інструментальні методи аналізу» згідно умов Болонського процесу / Шенаєва Т. О., Нечипуренко П. П. // Сесія наукової ради з проблеми «Аналітична хімія» НАН України, Харків, 14-17 травня 2007 : програма та тези доповідей. – Харків, 2007. – С. 41.
343. Шмиголь І. В. Формування загальнопредметних компетентностей у процесі викладання біохімії : (методичні рекомендації) / Шмиголь І. В. ; Міністерство освіти і науки України, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. – Черкаси, 2013. – 40 с.
344. Щербакова Е. С. Основы химического анализа : Элективный курс для 10-го класса [Электронный ресурс] / Щербакова Екатерина Семёновна. – [2010]. – Режим доступа : <http://festival.1september.ru/articles/570030/>.
345. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе : учеб. пособие для студ. пед. ин-тов / Г. И. Щукина. – М. : Просвещение, 1979. – 160 с.
346. Эльконин Д. Б. Психическое развитие в детских возрастах : избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин ; под ред. Д. И. Фельдштейна ; вступительная статья Д. И. Фельдштейна. – 3-е издание. – М. : Институт практической психологии ; Воронеж : НПО МОДЭК, 2001. – 416 с. – (Психологи Отечества).
347. Ягенська Г. В. Формування дослідницьких умінь учнів у процесі вивчення біології в основній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання (біологія) / Ягенська Галина Василівна ; Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка. –

Тернопіль, 2011. – 285 с.

348. Ярошенко О. Г. Навчально-методичний комплект з хімії як засіб мотивування вибору хімічного профілю навчання випускниками основної школи / О. Г. Ярошенко // Теоретичні питання культури, освіти та виховання. – 2011. – № 43. – С. 181-184.
349. Ясвин В. А. Экспертно-проектное управление развитием школы / В. А. Ясвин ; отв. ред. М. А. Ушакова. – М. : Сентябрь, 2011. – 175 с. – (Библиотека журнала "Директор школы". Управление; Вып. № 4, 2011 год).

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкета «Система дослідницьких компетентностей учнів з хімії»

Вельмишановний колего!

Задля обґрунтування компонентів системи дослідницьких компетентностей учнів (зокрема тих, що формуються у профільному навчанні хімії) просимо дати відповіді на питання анкети.

1. Повідомте, будь ласка, відомості про себе:

1.1. У якій установі Ви працюєте та в якому підрозділі?

1.2. Ваша посада (оберіть один із варіантів):

- а) керівний працівник;
- б) професор;
- в) доцент;
- г) старший викладач;
- д) асистент;
- е) науковий співробітник;
- ж) учитель;
- к) інша _____

1.3. Вкажіть навчальні дисципліни, які Ви викладаєте:

- а) хімія;
- б) біологія;
- в) фізика;
- г) географія;

д) інші природничі дисципліни;

е) інше _____

1.4. Який стаж Вашої педагогічної (наукової, науково-педагогічної) роботи? (оберіть один із варіантів)

а) до 5 років;

б) 5-10 років;

в) 11-20 років;

г) 21-30 років;

д) 31-40 років;

е) 40-50 років;

ж) більше 50 років.

2. Оцініть значущість для майбутнього хіміка кожної із загальнонаукових дослідницьких компетентностей:

(у межах шкали: від 1 – «незначуща» до 5 – «надзвичайно вагома»)

Здатність формулювати гіпотезу дослідження

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність конкретизувати проблеми, які потребують розв'язання у процесі дослідження

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність складати характеристику об'єкта або явища відповідно до плану

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність здійснювати класифікацію об'єктів і явищ за певною ознакою
 (ознаками)

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні
 для проведення дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність оперувати науковими термінами, опанувати (специфічну)
 наукову термінологію

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність до критичного мислення

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність дотримуватись інструкцій при проведенні дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність формулювати висновки

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту
 власної думки, уміння вести дискусію

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність прогнозувати і оцінювати практичну значущість результатів
 дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність висловлювати судження про роль теорії в системі наукових
 знань

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність до спільної роботи у процесі дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

3. Яких загальнонаукових дослідницьких компетентностей майбутнього хіміка, на Вашу думку, не вистачає?

4. Оцініть значущість для майбутнього хіміка кожної із природничо-наукових дослідницьких компетентностей:

(у межах шкали: від 1 – «незначуща» до 5 – «надзвичайно вагома»)

Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Сформованість уявлень про історичний характер становлення знань з природничих дисциплін

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між природними явищами та закономірностями, що є предметом вивчення природничих наук

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність вести спостереження за предметами і явищами неживої природи та їх змінами, за організмами, їх поведінкою; виділяти їх найбільш суттєві риси, робити з цього висновки

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність планувати експеримент

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність аналізувати результати експерименту, оформлювати їх у вигляді таблиць і графіків

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання у побуті

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність застосовувати знання для охорони природи

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність виявляти біотичні та абіотичні зв'язки в природі, застосовувати знання про екосистеми у господарській діяльності та охороні природи

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**
 Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

5. Яких природничо-наукових дослідницьких компетентностей майбутнього хіміка, на Вашу думку, не вистачає?

6. Оцініть значущість для майбутнього хіміка кожної із хімічних дослідницьких компетентностей:

(у межах шкали: від 1 – «незначуща» до 5 – «надзвичайно вагома»)

Здатність відрізняти хімічні явища природи від інших

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність класифікувати хімічні реакції за різними ознаками і розрізняти їх

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність розрізняти представників основних класів хімічних сполук за хімічними формулами та властивостями

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність характеризувати значення хімії в житті суспільства, збереженні довкілля, здоров'я людей

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність оцінювати значення хімічних знань як складової загальної культури людини

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність обґрунтовувати роль хімії у дослідженні будови речовин та механізмів перебігу хімічних процесів

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність складати та інтерпретувати електронні та графічно-електронні формули атомів елементів

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність обґрунтовувати застосування речовин їхніми властивостями

1 2 3 4 5 **Важко відповісти**

Здатність обґрунтовувати закономірності змін основних характеристик атомів у періодичній системі та їх вплив на властивості хімічних елементів

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність висловлювати судження про діалектичну роль хімії (її користь і шкоду) в житті суспільства

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність оцінювати значення хімії у розв'язанні глобальних проблем людства; у розумінні природничо-наукової картини світу

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність обґрунтувати місце хімії поміж наук про природу

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії

1 2 3 4 5 Важко відповісти

Здатність усвідомлювати значення експерименту і теорії у вивченні речовин

1 2 3 4 5 Важко відповісти

7. Яких хімічних дослідницьких компетентностей майбутнього хіміка, на Вашу думку, не вистачає?

Щиро дякуємо за Ваш внесок у розвиток освіти! Ваша думка важлива для нас.

Додаток Б

Анкета «Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії»

1. Повідомте, будь ласка, відомості про себе:

1.1. У якій установі Ви працюєте та в якому підрозділі?

1.2. Ваша посада (оберіть один із варіантів):

- а) професор;
- б) доцент;
- в) старший викладач;
- г) асистент, викладач;
- д) науковий співробітник;
- е) учитель профтехучилища, коледжу, технікуму;
- ж) учитель школи, ліцею, гімназії.
- з) інша _____

1.3. Вкажіть навчальні дисципліни, які Ви викладаєте:

- а) хімія;
- б) біологія;
- в) фізика;
- г) географія;
- д) інші природничі дисципліни;
- е) інше _____

1.4. Який стаж Вашої педагогічної (наукової, науково-педагогічної) роботи? (оберіть один із варіантів)

- а) до 5 років;
- б) 5-10 років;
- в) 11-20 років;
- г) 21-30 років;
- д) 31-40 років;
- е) 40-50 років;
- ж) більше 50 років.

2. Оцініть доцільність використання засобів ІКТ загального призначення у процесі формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії:

2.1. Віртуальні навчальні середовища (OpenWonderland та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.2. Графічні редактори (Paint, Paint.NET, GIMP, 3ds MAX, Blender, Adobe Photoshop, Corel Draw тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.3. Експертні системи (JESS, CLIPS, eXpertise2Go та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.4. Електронні

лабораторні

журнали

(<http://www.dotmatics.com/products/studies-notebook/> тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.5. Електронні таблиці (Excel, Calc, Gnumeric тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.6. Засоби для опрацювання та відтворення аудіо та відео (VirtualDub, iMovie, Blender, Audacity, Windows Movie Maker, Light Alloy та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.7. Засоби для перегляду електронних книжок (CoolReader, DjvuViewer, FBReader, Calibre тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.8. Засоби для побудови діаграм зв'язків (Coggle, Xmind, Freemind тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.9. Засоби для розробки навчальних матеріалів (Adobe Captivate, Lectora Inspire, Articulate Storyline, Litmos Author, Cognitive Tutor Authoring Tools тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.10. Засоби забезпечення навчальної комунікації в асинхронному та синхронному режимах (електронна пошта, форуми, голосова пошта, SMS тощо; текстові, аудіо-, відеочати та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.11. Засоби здійснення профорієнтаційної діагностики («Профорієнтатор-UA», «Моя кар'єра», «Профорієнтатор» та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.12. Засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень (MyTest, MultiTester, UniTest System, RichTest, Hot Potatoes та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.13. Засоби планування навчальної діяльності: електронні календарі, органайзери, планувальники (Google Calendar, Yandex.Calendar, LeaderTask, WinOrganizer тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.14. Засоби проведення навчальних веб-конференцій: вебінарів, віртуальних класів тощо (WizIQ, BigBlueButton, Skype for Business та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.15. Засоби створення мультимедійних презентацій (Impress, PowerPoint, Prezi, ProShow Producer тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.16. Пошукові системи загального призначення (Google, Bing, Yandex, Yahoo!, META, Nigma.ru, i.ua тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.17. Системи підтримки навчання (Moodle, Dokeos та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.18. Системи управління базами даних (MySQL, Access тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.19. Текстові редактори (Word, Writer, LyX тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.20. Хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності (Google Drive, Yandex.Disk, OneDrive та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

2.21. Які ще засоби ІКТ загального призначення, на Вашу думку, доцільно використовувати у профільному навчанні хімії?

3. Оцініть доцільність використання засобів ІКТ спеціального призначення у процесі формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії:

3.1. Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії («Хімічний тренажер», «Basic Concepts in Organic Chemistry: A programmed learning approach» тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.2. Віртуальні хімічні лабораторії (Model Science ChemLab, Crocodile Chemistry, Virtual Lab, LiveChem, «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория», хімічні розділи PhET Interactive Simulations, VirtuLab та Wolfram Demonstrations Project, Chemist тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.3. Електронні періодичні системи (PL Table, Ptable, The Periodic Table by WebElements, Periodic Table (<http://www.rsc.org/periodic-table>) тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.4. Засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів (HyperChem, MORAS та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.5. Навчальні ігри з хімії (хімічні розділи PhET Interactive Simulations, Chem-Balance, «Химические элементы – Тест», Chembridge, Chemroul тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.6. Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси Інтернет (онлайн-версії хімічних журналів, «Chemistry and Chemists», спеціалізовані канали YouTube, сайти наукових та освітніх установ, хімічні сайти (ximuk.ru, chemport.ru та ін.) тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.7. Програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії («Хімія, 8-9 клас», «Хімія, 9 клас», «Органічна хімія, 10-11 клас», «Таблиця Менделєєва» тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.8. Тренажери та електронні практикуми («Віртуальна хімічна лабораторія 8-11 класи», «Віртуальна хімічна лабораторія. 11 клас», «Хімія. 8-11 клас. Віртуальна лабораторія», «Хімія. Тренажери. Віртуальна лабораторія», «Интерактивные творческие задания. Химия. 8-9 класс», IR Tutor та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.9. Хімічні калькулятори (Chemix School, ChemMaths, Chemical Engineering AppSuite HD тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.10. Хімічні пошукові системи (ChemSpider, PubChem, Chemical Structure Lookup Service та ін.)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.11. Хімічні редактори (CS Chem3D, CS ChemDraw, ChemSite, RasMol, ISIS DRAW, Symyx Draw, ChemPen, ACD ChemSketch, Marvin Beans, ChemPaster, MolPrime+ тощо)

важко визначитись із відповіддю <input type="checkbox"/>	засіб використовувати недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати скоріше доцільно, ніж недоцільно <input type="checkbox"/>	засіб використовувати доцільно <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

3.12. Які ще засоби ІКТ спеціального призначення, на Вашу думку, доцільно використовувати у профільному навчанні хімії?

Щиро дякуємо за Ваш внесок у розвиток освіти! Ваша думка важлива для нас.

Додаток В

Анкета «Засоби ІКТ для формування дослідницьких компетентностей учнів з хімії»

Вельмишановний колего!

Задля визначення ролі засобів ІКТ у формуванні компонентів системи дослідницьких компетентностей учнів (зокрема тих, що формуються у профільному навчанні хімії) просимо дати відповіді на питання анкети.

1. Повідомте, будь ласка, відомості про себе:

1.1. У якій установі Ви працюєте та в якому підрозділі?

1.2. Ваша посада (оберіть один із варіантів):

- а) професор;
- б) доцент;
- в) старший викладач;
- г) асистент, викладач;
- д) науковий співробітник;
- е) учитель профтехучилища, коледжу, технікуму;
- ж) учитель школи, ліцею, гімназії;
- к) інша _____

1.3. Вкажіть навчальні дисципліни, які Ви викладаєте:

- а) хімія;
- б) біологія;
- в) фізика;
- г) географія;
- д) інші природничі дисципліни;
- е) інше _____

1.4. Який стаж Вашої педагогічної (наукової, науково-педагогічної) роботи? (оберіть один із варіантів)

- а) до 5 років;
- б) 5-10 років;
- в) 11-20 років;
- г) 21-30 років;
- д) 31-40 років;
- е) 40-50 років;
- ж) більше 50 років.

2. Позначте у останньому стовпці ті дослідницькі компетентності з переліку, для формування яких, на Вашу думку, необхідний даний засіб ІКТ:

Електронні таблиці (Excel, Calc, Gnumeric тощо) – засіб для організації, збереження та опрацювання даних у табличній формі.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Засоби контролю та самоконтролю навчальних досягнень (MyTest, MultiTester, RichTest, Hot Potatoes та ін.), що містять систему завдань та автоматизують процедури контролю, опрацювання та аналізу його результатів.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізняти хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Засоби створення мультимедійних презентацій (Impress, PowerPoint, Prezi, ProShow Producer тощо) у вигляді послідовності слайдів.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Пошукові системи загального призначення (Google, Bing, Yandex, Yahoo!, META, Nigma.ru, i.ua тощо) – засоби для пошуку відомостей у World Wide Web.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Системи підтримки навчання (Moodle, Dokeos та ін.) – ПЗ для розробки та поширення через мережу Інтернет структурованих навчальних матеріалів (курсів) з можливістю, зокрема, підтримки дистанційного навчання.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Текстові редактори (Word, Writer, LyX тощо) – засоби для створення, редагування, форматування та друку текстів.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Хмаро зорієнтовані засоби підтримки спільної навчально-дослідницької діяльності (Google Drive, Yandex.Disk, OneDrive та ін.) – Інтернет-сховища документів та Web-засоби їх колективного перегляду і редагування.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізняти хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Адаптивні автоматизовані навчальні системи з хімії – засоби програмованого навчання хімії, що автоматично налаштовуються на індивідуальні особливості того, хто навчається.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізняти хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Віртуальні хімічні лабораторії (Model Science ChemLab, Crocodile Chemistry, Virtual Lab, LiveChem тощо) – засоби для візуального моделювання перебігу хімічного експерименту, що надають можливість користувачу маніпулювати віртуальним хімічним обладнанням.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Електронні періодичні системи (PL Table, Ptable тощо) – електронні версії періодичної системи елементів Менделєєва з мультимедійним поданням відомостей у різних режимах.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів (HyperChem, MORAS та ін.) – програмні засоби для квантово-хімічного моделювання, молекулярної механіки та динаміки, обчислення структури, спектрів тощо.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Навчальні ігри з хімії – комп'ютерні ігри, у яких знання з хімії використовуються у якості сюжетної основи.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Науково-популярні та профорієнтаційні хімічні інформаційні ресурси
Интернет – онлайн-версії хімічних журналів, спеціалізовані канали YouTube, сайти наукових та освітніх установ, хімічні сайти тощо, що популяризують хімію та професії, пов'язані з нею.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Програмно-методичні комплекси навчального призначення з хімії – комплекс педагогічних програмних засобів, спрямованих на підтримку навчання хімії.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Тренажери та електронні практикуми («Віртуальна хімічна лабораторія 8-11 класи», «Химия. 8-11 класс. Виртуальная лаборатория», IR Tutor та ін.) – програмні засоби, призначені для відпрацювання умінь та навичок, застосування теоретичних знань, здійснення самопідготовки.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Хімічні пошукові системи (ChemSpider, PubChem, Chemical Structure Lookup Service та ін.) – бази даних, що містять відомості про властивості речовин та інструменти для оптимізації пошуку цих відомостей.

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Хімічні редактори (ChemDraw, RasMol, ChemPen, ChemSketch, Marvin Beans тощо) – програмні засоби для створення, редагування та опрацювання графічних об'єктів з хімічним змістом (формул, структур, приладів тощо).

Здатність формулювати гіпотезу дослідження	
Здатність планувати шляхи перевірки гіпотези	
Здатність усвідомлювати та обґрунтовувати актуальність дослідження	
Здатність до оцінювання моральних і соціальних аспектів наукових досліджень	
Здатність знаходити і використовувати довідникові матеріали, необхідні для проведення дослідження	
Здатність до критичного мислення	
Здатність аналізувати та оформлювати результати дослідження	
Здатність формулювати висновки	
Здатність до обґрунтованого подання результатів дослідження, захисту власної думки, уміння вести дискусію	
Здатність до спільної роботи у процесі дослідження	
Сформованість уявлень про етапи пізнавальної діяльності в природничо-наукових дослідженнях, елементи метрології	
Здатність планувати експеримент	
Здатність грамотно здійснювати окремі операції у ході експерименту	
Здатність проводити досліди з метою пізнання властивостей тіл і речовин, виявлення особливостей росту, розвитку і поведінки організмів	
Здатність дотримуватись правил безпеки під час виконання експерименту	
Здатність виконувати математичне опрацювання результатів експериментального дослідження	
Сформованість уявлень про загальні закономірності природи та природничо-наукову картину світу, загальну будову Всесвіту, цілісність природи	
Здатність використовувати експериментальний і статистичний методи та моделювання у вивченні об'єктів живої та неживої природи	
Здатність розподіляти роботу у процесі експерименту з метою його оптимізації	
Здатність відрізнити хімічні явища природи від інших	
Здатність правильно використовувати хімічне обладнання і посуд	
Здатність пристосовувати наявний хімічний посуд і обладнання для потреб експерименту	
Здатність складати і використовувати прилади для виконання дослідів	
Здатність правильно виконувати лабораторні операції: нагрівання, охолодження, фільтрування, змішування, зважування тощо	
Здатність користуватись хімічною символікою, формулами, сучасною українською хімічною номенклатурою	
Здатність прогнозувати перебіг хімічних реакцій, виходячи із властивостей речовин, що беруть у них участь, та умов перебігу реакції	
Здатність обґрунтовувати взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями	
Здатність виконувати різні типи хімічних розрахунків	
Здатність робити висновки про властивості речовини, виходячи з будови молекул речовин	
Здатність робити висновки про будову речовин, виходячи з їх властивостей	
Здатність розв'язувати експериментальні задачі з хімії	

Щиро дякуємо за Ваш внесок у розвиток освіти! Ваша думка важлива для нас.

Додаток Г

Порівняння програм зі спецкурсу «Основи хімічного аналізу»

Таблиця Г.1

Порівняння програм зі спецкурсу «Основи хімічного аналізу»

Програма курсу «Основи хімічного аналізу»	Клас/кількість годин	Кількість годин, відведених на вивчення окремих тем якісного хімічного аналізу				Кількість годин, відведених на вивчення окремих тем кількісного хімічного аналізу					
		Вступ	Теоретичні основи аналітичної хімії	Аналіз катіонів	Аналіз аніонів	Гравіметричний аналіз	Титриметричний аналіз	Колориметричний аналіз	Хроматографічний аналіз	Потенціометричний аналіз	Технічний аналіз
Спецкурс, 1987 рік	9/68 10/68	2	18	40		52					16
Спецкурс для хіміко- біологічного профілю, 1993	9/34 10/34	3	11	18	7	5	16	3	2	–	–
Спецпрактикум для хіміко-технологічного профілю, 1997	9/34 10/34	3	11	18	7	5	16	3	2	–	–
Практикум для класів з поглибленим вивченням хімії, 2011	10/70	3	11	18	8	5	16	4	2	–	–

Додаток Д

Зв'язок змісту навчання основ кількісного хімічного аналізу зі змістом навчання хімії на різних рівнях профільного навчання

Таблиця Д.1

Зв'язок змісту навчання основ кількісного хімічного аналізу зі змістом навчання хімії на різних рівнях профільного навчання

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
Вступ	Завдання аналітичної хімії, її значення у розвитку різних галузей суспільного господарства. Методи аналітичної хімії. Макро-, напівмікро- та мікроаналіз. Зв'язок якісного та кількісного аналізів.			
	Вимоги до реактивів у аналітичній хімії. Позначення на етикетках для хімічних реактивів. Посуд. Нагрівні прилади. Терези і зважування. Техніка досліджень: виконання операцій якісного напівмікроаналізу, крапельних, мікрористалоскопічних реакцій.			
	Загальні правила роботи, безпеки.	Правила безпеки при роботі з хімічними реактивами		
Теоретичні основи	Поняття про розчин. Процес			Розчини. Процес розчинення

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
аналітичної хімії	розчинення. Способи вираження складу розчинів: масова частка, молярна концентрація еквівалентів розчиненої речовини.			речовини. (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи) Характеристика кількісного складу розчинів: масова частка та молярна концентрація розчиненої речовини (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи)
	Електролітична дисоціація речовин у розчинах. Реакції йонного обміну.			
	Закон діючих мас, як теоретична основа аналітичної хімії. Ступінь і константа електролітичної дисоціації.			
	Амфотерність та її значення в аналітичній хімії.	Амфотерні властивості алюміній оксиду і алюміній гідроксиду (Тема 2. Металічні елементи та їх сполуки)		Оксид і гідроксид Алюмінію, їхні амфотерні властивості (Тема 7. Металічні елементи I-A – III-A груп)
	Окисно-відновні реакції.			Окисно-відновні реакції (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи)
	Дисоціація води. Йонний добуток води. Поняття про водневий показник. Визначення рН розчинів			

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
	за допомогою рН-метра та індикаторів. Буферні розчини, їх застосування в хімічному аналізі. Гідроліз солей.			Гідроліз водних розчинів солей (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи) Хімічні властивості солей амонію (Тема 4. Елементи V-A групи) Гідроліз солей Феруму(II) і Феруму(III) (Тема 8. Ферум. Залізо)
	Комплексоутворення у водних розчинах. Загальні уявлення про комплексні сполуки. Гомогенні і гетерогенні системи. Закон діючих мас і гетерогенні системи. Реакції осадження. Вплив однойменних йонів на розчинність осадів. Добуток розчинності. Екстракція. Утворення і властивості колоїдних розчинів.			Хімічна рівновага. Умови зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє (Розділ IV. Промислове виробництво найважливіших неорганічних речовин)
Аналіз катіонів	Характеристика аналітичних реакцій, вимоги до них, умови і способи проведення. Реакції забарвлення полум'я. Маскування йонів в розчинах.			Сполуки Натрію і Калію (оксиди, гідроксиди, солі). Сполуки Кальцію і Магнію (оксиди, гідроксиди, солі) (Тема

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи				
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень		
	<p>Кислотно-лужний спосіб класифікації катіонів. Аналітичні реакції катіонів: першої аналітичної групи – K^+, Na^+, NH_4^+ другої – Ag^+, Pb^{2+} третьої – Ca^{2+}, Ba^{2+} четвертої – Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+} п'ятої – Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, шостої – Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}.</p> <p>Характеристика кожної групи, характерні реакції катіонів певної групи, виявлення відповідних катіонів.</p> <p>Аналіз суміші катіонів у розчині. Систематичний хід аналізу суміші катіонів.</p>	Якісна реакція на катіон амонію NH_4^+	Якісна реакція на катіон амонію NH_4^+	7. Металічні елементи I-A – III-A груп)		
		Амфотерні властивості алюміній оксиду і алюміній гідроксиду (Тема 2. Металічні елементи та їх сполуки)		Якісна реакція на катіон амонію NH_4^+	Якісна реакція на катіон амонію NH_4^+	Якісна реакція на катіон амонію NH_4^+ (Тема 4. Елементи V-A групи) Сполуки Натрію і Калію (оксиди, гідроксиди, солі). Сполуки Кальцію і Магнію (оксиди, гідроксиди, солі) (Тема 7. Металічні елементи I-A – III-A груп) Оксид і гідроксид Алюмінію, їхні амфотерні властивості (Тема 7. Металічні елементи I-A – III-A груп) Якісні реакції на катіони Fe^{2+} , Fe^{3+} (Тема 8. Ферум. Залізо)
Аналіз аніонів	Класифікація аніонів за розчинністю солей Аргентуму і Барію та за окисно-відновними властивостями. Аналітичні реакції аніонів. Виявлення аніонів другої і третьої аналітичних груп.	Якісна реакція на хлорид-йони Якісна реакція на сульфат-йони Якісна реакція на карбонат-йони	Якісна реакція на хлорид-йони Якісна реакція на сульфат-йони Якісна реакція на карбонат-йони	<i>Окисно-відновні реакції</i> (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи) Якісна реакція на хлорид-йони (Тема 2. Елементи VII-A групи		

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
	Систематичний хід аналізу суміші аніонів першої – третьої аналітичних груп.			(галогени) Якісна реакція на бромід-йони (Тема 2. Елементи VII-A групи (галогени)) Якісна реакція на йодид-йони (Тема 2. Елементи VII-A групи (галогени)) Якісна реакція на сульфат-йони (Тема 3. Елементи VI-A групи) Якісна реакція на сульфід-йони (Тема 3. Елементи VI-A групи) Якісна реакція на ортофосфат-йони (Тема 4. Елементи V-A групи) Якісна реакція на карбонат-йони (Тема 5. Елементи IV-A групи)
Гравіметричний аналіз	Поняття про хімічні методи кількісного аналізу. Суть гравіметричного аналізу. Будова аналітичних терезів, правила зважування.			
	Підготовка речовин до аналізу. Найважливіші операції гравіметричного аналізу. Умови осадження. Причини забруднення осадів. Техніка проведення гравіметричного аналізу.			Адсорбція (Тема 5. Елементи IV-A групи)
Титриметричний	Суть об'ємного (тириметричного)	Поняття про		Якісна реакція на йод (Тема 2.

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
аналіз	<p>аналізу. Вимоги до реакцій, що використовуються у титриметричному аналізі. Класифікація титриметричних методів. Мірний посуд. Способи вираження концентрації розчиненої речовини у титриметричному аналізі. Еквівалент складної речовини. Молярна маса еквівалента. Нормальність розчину. Титрування. Точка еквівалентності. Метод кислотно-основного титрування (метод нейтралізації). Вихідні речовини для визначення нормальності розчинів кислот і лугів. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Практичне застосування методу нейтралізації.</p> <p>Методи окисно-відновного титрування (перманганатометрія, йодометрія). Приклади визначення окисників і відновників титриметричним методом.</p>	<p><i>твердість води (постійну, тимчасову) і методи її усунення</i> (Тема 2. Металічні елементи та їх сполуки)</p>		<p>Елементи VII-A групи (галогени) <i>Твердість води та її усунення</i> (Тема 7. Металічні елементи I-A – III-A груп)</p>
				<p>Окисно-відновні реакції (Розділ I. Повторення і поглиблення основних теоретичних питань курсу основної школи) <i>Відновні властивості йону Феруму(II) (взаємодія ферум(II) сульфату із розчином калій перманганату в кислому середовищі)</i> (Тема 8. Ферум. Залізо)</p>
Колориметричний	Поняття про фізико-хімічні методи			

Тема	Зміст теоретичного матеріалу	Взаємозв'язки матеріалу, що вивчається, з програмою загальноосвітньої школи		
		Рівень стандарту	Академічний рівень	Профільний рівень
аналіз	кількісного аналізу. Суть методу колориметрії, умови колориметричного визначення. Візуальні та інструментальні методи колориметричного аналізу. Приклади колориметричних визначень.			
Хроматографічний аналіз	Суть хроматографічного методу аналізу. Поняття про основні типи хроматографії. Йонно-обмінна і тонкошарова хроматографія. Хроматографія на папері.			

Додаток Е

Навчальна програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» призначений для поглиблення знань з хімії, набуття навичок практичної роботи у хімічній лабораторії, формування знань і умінь з такої важливої галузі хімічної науки, як аналітична хімія, в учнів 10-х класів хіміко-біологічного та хіміко-технологічного профілів.

Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» може розглядатись як частина більшого факультативного курсу «Основи хімічного аналізу», що складається з двох частин: якісного аналізу та кількісного аналізу. У зв'язку з цим факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу», обсяг якого складає 35 годин, може викладатись або протягом усього навчального року (паралельно з курсом якісного аналізу), або протягом другого семестру (після вивчення якісного аналізу). Програма факультативу розроблена на основі програми спецкурсу «Основи хімічного аналізу» для 10-х класів з поглибленим вивченням хімії (автори: Н. Буринська, Л. Величко, М. Гладюк, Н. Романова). Особливістю даної навчальної програми є активне використання комп'ютерних технологій в процесі навчання, закріплення та перевірки рівня засвоєння учнями навчального матеріалу. Такий симбіоз класичних і комп'ютерних методів навчання обумовлений процесами інформатизації науки і освіти, переходу суспільства до інформаційного етапу свого розвитку. Комп'ютер розглядається в даній програмі як один з основних засобів навчання і потужний стимулюючий засіб для підсилення інтересу до здобуття хімічної освіти і самоосвіти старшокласниками.

Зміст навчальної програми ґрунтується на знаннях з хімії, фізики, математики та інформатики, здобутих учнями протягом попереднього навчання в школі.

Мета факультативного курсу – сприяти поглибленню знань учнів з хімії, їх зацікавленості предметами хімічного циклу та їх професійному самовизначенню, сформувати навички самостійного пошуку та обробки інформації, практичної роботи в хімічній лабораторії, здійснювати моральне, екологічне, трудове виховання учнів, забезпечити розвиток логічного і абстрактного мислення, сприяти вихованню в учнів інформаційної культури.

Для досягнення поставлених цілей вивчення курсу спрямоване на вирішення наступних завдань:

- розкрити сутність методів кількісного хімічного аналізу та окреслити сфери їх практичного застосування;
- реалізувати індивідуальні нахили і професійні потреби учнів;
- поглибити знання з окремих розділів хімії;
- продемонструвати практичну значущість хімічних знань і зацікавити учнів до більш поглибленого вивчення хімії;
- сформувати вміння творчо використовувати набуті теоретичні знання у практичній діяльності;
- покращити навички користування комп'ютерною технікою та показати можливості застосування комп'ютерних програм для вирішення практичних завдань у такій галузі науки, як кількісний хімічний аналіз.

Упровадження даного факультативного курсу вимагає наявності обладнаного належним чином хімічного кабінету або співпраці з ВНЗ, що має хімічну лабораторію, і наявності комп'ютерного класу.

Методичні рекомендації. Даний факультативний курс передбачає проведення великої кількості лабораторних дослідів і практичних робіт, частина з яких проводиться з реальними реактивами і обладнанням, а частина – у віртуальних хімічних лабораторіях. Комп'ютер використовується також як засіб демонстрації, джерело навчальної інформації та засіб перевірки знань з окремих тем – програма базується на використанні різноманітних комп'ютерних програм (паketу Microsoft Office, віртуальних хімічних лабораторій тощо), що входять до складу методичного комплексу програми факультативного курсу.

Розподіл кількості годин, виділених на розгляд окремих тем, є приблизним і може змінюватись вчителем у залежності від успішності учнів у засвоєнні знань, матеріального забезпечення тощо. Вибір практичних робіт до виконання здійснюється на розсуд вчителя, таким же чином здійснюється вибір практичних робіт, що виконуються у віртуальних хімічних лабораторіях. Таким чином, використання комп'ютерних технологій дозволяє більш ефективно розподіляти час на вивчення окремих тем, в тому числі виконувати учням деякі практичні роботи у віртуальних хімічних лабораторіях (з метою економії часу) самостійно, в якості домашнього завдання.

Через велику кількість практичних робіт та їх специфічні особливості, в першу чергу – тривалість, бажано проводити факультативні заняття спареними (2 години на тиждень протягом семестру, або по 2 години на тиждень протягом року, але не щотижня, а через один).

Орієнтовна програма
факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу»
35 годин (10 клас)

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
3	<p>Вступ до кількісного аналізу Значення методів кількісного хімічного аналізу в діяльності людини, охороні навколишнього середовища та умов праці і відпочинку, розвитку науки і високих технологій. Принцип розподілу методів кількісного аналізу на хімічні, фізичні та фізико-хімічні. Хімічні методи аналізу. Класифікація хімічних методів аналізу. Принципи, покладені в основу різних хімічних методів аналізу. Фізико-хімічні методи аналізу. Процеси і характеристики речовин, покладені в основу фізико-хімічних методів аналізу. Загальні уявлення про фізичні методи аналізу. Розрахунки в кількісному аналізі. Точність і відтворюваність результатів кількісного аналізу. Оцінка правильності результатів аналізу. Поняття про систематичні і випадкові похибки. Генеральна сукуп-</p>			<p>1) Обчислення середнього значення результатів аналізу. 2) Обчислення абсолютної та відносної похибок за результатами аналізу.</p>	<p>Учень (учениця): <i>називає</i> методи кількісного аналізу, етапи підготовки речовини до аналізу, <i>наводить приклади</i> застосування кількісного хімічного аналізу у виробництві, науці, повсякденному житті, різних методів хімічного аналізу, випадкових і систематичних похибок, <i>розрізняє</i> окремі представники хімічних, фізичних та фізико-хімічних методів аналізу, <i>встановлює відмінність</i> між кількісним та якісним хімічним аналізом, між групами методів кількісного аналізу (хімічними, фізичними та фізико-хімічними) та процесами, покладеними до їх основи, між поняттями «вибірка» та «генеральна сукупність», «абсолютна похибка» та «відносна похибка», <i>пояснює</i> сутність кількісного</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
	ність, вибірка, проба, середнє значення результатів аналізу, абсолютна і відносна похибки аналізу.				аналізу; принципи розподілу методів кількісного аналізу на хімічні, фізичні та фізико-хімічні, <i>порівнює</i> якісний та кількісний хімічний аналіз; їх завдання та способи реалізації, <i>оцінює</i> значення хімічного аналізу в сучасних науці та техніці, <i>обчислює</i> середнє значення вибірки; абсолютну та відносну похибки, <i>дотримується правил</i> техніки безпеки та роботи в хімічній лабораторії.
8	Гравіметричний метод аналізу Сутність гравіметричного (вагового) методу аналізу. Обладнання і прилади, що використовуються при проведенні гравіметричного аналізу та правила роботи з ними. Аналітичні терези і робота з ними. Методи осадження та відгонки. Осаджувана і вагова форми речовини. Вимоги до осаджуваної і вагової форм. Умови проведення осадження: оптимальна кількість визначуваної речовини, підбір осаджувача, його концентрації та кількості, темпе-	<i>Демонстрація 1.</i> Будова аналітичних терезів і зважування на них. <i>Практична робота 1.</i> Визначення сушого залишку в природній воді. <i>Практична робота 2.</i> Визначення кристалізаційної води у кристалогідратах та встановлення їх формул.* <i>Практична робо-</i>	1) Визначення кристалізаційної води у кристалогідратах та встановлення їх формул. 2) Гравіметричне визначення сульфатів у вигляді барій сульфату. 3) Встановлення формули хлориду невідомого елемента за результатами гравіметричного аналізу. 4) Визначення вмісту Феруму гравіметрич-	1) Обчислення масової частки елемента в сполуці, компонента в суміші за результатами гравіметричного аналізу. 2) Встановлення формули хімічної сполуки за масовими частками компонентів, що входять до її складу. 3) Встановлення формули хімічної сполуки або складу	Учень (учениця): <i>називає</i> хімічний посуд і обладнання, що використовуються в гравіметричному методі аналізу, правила зважування на аналітичних терезах, вимоги до вагової і гравіметричної форм; <i>наводить приклади</i> гравіметричних визначень, <i>описує</i> загальну схему гравіметричного аналізу та окремих його операцій, <i>складає</i> рівняння реакцій, що лежать в основі гравіметричних методів аналізу (осадження,

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
	<p>ратурний режим осадження. Операції з осадами: промивання, фільтрування, переосадження, висушування та прожарювання.</p> <p>Запис і оформлення результатів гравіметричного аналізу. Обчислення в гравіметричному аналізі.</p>	<p><i>та 3. Гравіметричне визначення сульфатів у вигляді барій сульфату.*</i></p> <p><i>Практична робота 4. Визначення Феруму гравіметричним методом.*</i></p>	<p>ним методом.</p>	<p>суміші за результатами гравіметричного аналізу.</p> <p>4) Розрахунок необхідної кількості осаджувача та об'єму розчину осаджувача.</p> <p>5) Розрахунок розчинності осадів у воді.</p>	<p>розкладу тощо), <i>розрізняє</i> методи гравіметричного аналізу та типи реакцій, на яких вони ґрунтуються; осаджувану та вагову форми, <i>встановлює відмінність</i> між методом гравіметрії та іншими методами кількісного аналізу; між окремими методами гравіметричного аналізу; <i>пояснює</i> умови проведення осадження, промивання, фільтрування, висушування та прожарювання осадів, причини забруднення осадів, <i>порівнює</i> гравіметричні методи осадження та відгонки, <i>обчислює</i> результати гравіметричного аналізу, вміст компонентів в речовинах і сумішах, <i>визначає</i> формулу сполуки за результатами гравіметричного аналізу, <i>оцінює</i> область застосування та значення гравіметричних методів в сучасній аналітичній хімії, <i>уміє</i> здійснювати операції осадження, промивання осаду, фільтрування, висушування і прожарювання речовин, <i>дотримується правил</i> техніки</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
					безпеки та роботи в хімічній лабораторії.
12	<p>Об'ємний (титриметричний) метод аналізу Закон еквівалентів. Еквівалент речовини. Молярна маса еквіваленту речовини. Молярна концентрація еквіваленту речовини – основний спосіб вираження концентрації розчинів в титриметрії. Розрахунки в титриметричному аналізі. Особливості об'ємного методу аналізу. Процес титрування. Обладнання і посуд в об'ємному аналізі. Правила роботи з мірним посудом. Правила виконання операції титрування. Поняття про точку еквівалентності та кінцеву точку титрування. Способи фіксації точки еквівалентності: індикаторний, безіндикаторний, інструментальний. Вибір оптимального індикатора. Приготування робочих розчинів та встановлення їх точної концентрації. Методи об'ємного аналізу: нейтралізації, окисно-відновні, комплексоутворення, осадження. Вимоги до хімічних реакцій, що використовуються в об'ємному ана-</p>	<p><i>Демонстрація 2.</i> Мірний посуд і правила користування ним. <i>Демонстрація 3.</i> Виготовлення робочих розчинів речовин з наважок та фіксантів. <i>Демонстрація 4.</i> Титрування. Встановлення концентрації робочого розчину хлоридної кислоти за розчином бури. <i>Практична робота 5.</i> Визначення вмісту натрій гідрокарбонату в питній соді. <i>Практична робота 6.</i> Визначення усувної твердості води.* <i>Практична робота 7.</i> Виготовлення та встановлення нормальності робочих розчинів методу пер-</p>	<p>1) Визначення вмісту натрій гідрокарбонату в питній соді. 2) Визначення усувної твердості води. 3) Визначення концентрації розчину луку за розчином хлоридної кислоти. 3) Визначення Феруму(II) в солі Мора методом перманганатометрії. 4) Визначення гідроген пероксиду методом перманганатометрії. 5) Йодометричне визначення Купруму. 6) Йодометричне визначення Хлору в хлорному вапні*. 7) Визначення вмісту манган диоксиду в піролюзиті (метод зворотного титрування). 8) Визначення хлоридів аргентометричним методом (методом</p>	<p>1) Визначення еквіваленту речовини. 2) Визначення еквівалентної маси речовини. 3) Обчислення молярної концентрації та молярної концентрації еквівалентів («нормальності») речовин в розчинах. 4) Приготування розчинів із заданою молярною концентрацією еквівалентів речовини. 5) Використання закону еквівалентів для обчислення результатів об'ємного аналізу. 6) Розставлення коефіцієнтів в окисно-відновних реакціях і визначення еквівалентів окисників та відновників.</p>	<p>безпеки та роботи в хімічній лабораторії. Учень (учениця): <i>називає</i> хімічний посуд і обладнання, що використовуються в титриметричному методі аналізу, вимоги до хімічних реакцій в титриметрії; <i>наводить приклади</i> способів та прийомів титрування, титриметричних визначень, <i>складає</i> рівняння реакцій, що лежать в основі методів титриметричного аналізу (кислотно-основних, окисно-відновних, реакцій утворення осадів та комплексоутворення), <i>розрізняє</i> методи титриметричного аналізу та типи реакцій, на яких вони ґрунтуються; прямих та непрямі способи титрування, способи фіксації точки еквівалентності; <i>встановлює відмінність</i> між методом титриметрії та іншими методами кількісного аналізу; між окремими методами титриметричного аналізу; <i>пояснює</i> умови проведення титрування, критерії підбору індикаторів для встановлення точки</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
	<p>лізі. Способи титрування: пряме, за методом залишків (зворотнє), за методом заміщення.</p> <p>Особливості методу нейтралізації: види та концентрація робочих розчинів, кислотно-основні індикатори. Практичне застосування методу нейтралізації.</p> <p>Метод окисно-відновного титрування: види та концентрації робочих розчинів, способи встановлення кінцевої точки титрування, індикатори в окисно-відновних методах титрування. Практичне застосування окисно-відновних методів титрування.</p> <p>Осаджувальне титрування: види та концентрації робочих розчинів, способи встановлення кінцевої точки титрування, індикатори в осаджувальних методах титрування – їх підбір та використання. Практичне застосування осаджувальних методів титрування.</p> <p>Комплексонометричне титрування: поняття про будову і властивості комплексонів, вплив факторів середовища на комплексоутворення, металоіндикатори – властивості та умови застосування. Практичне застосування комплек-</p>	<p>манганатометрії*.</p> <p><i>Практична робота 8.</i> Визначення Феруму(II) в солі Мора методом перманганатометрії*.</p> <p><i>Практична робота 9.</i> Визначення гідроген пероксиду методом перманганатометрії*.</p> <p><i>Практична робота 10.</i> Виготовлення і установлення нормальності робочих розчинів йодометричного методу*.</p> <p><i>Практична робота 11.</i> Йодометричне визначення Купруму*.</p> <p><i>Практична робота 12.</i> Йодометричне визначення Хлору в хлорному вапні*.</p> <p><i>Практична робота 13.</i> Комплексонометричне визначення твердості води.</p>	<p>Фаянса).</p> <p>9) Комплексонометричне визначення загальної твердості води.</p>		<p>еквівалентності;</p> <p><i>порівнює</i> між собою різні методи, способи і прийоми титрування;</p> <p><i>формулює</i> закон еквівалентів;</p> <p><i>обчислює</i> результати титриметричного аналізу, молярну концентрацію та молярну концентрацію еквівалентів речовин в розчинах,</p> <p><i>визначає</i> концентрацію розчину або склад речовин і сумішей за результатами титрування,</p> <p><i>оцінює</i> область застосування та значення титриметричних методів в сучасній аналітичній хімії,</p> <p><i>уміє</i> здійснювати операції вимірювання об'ємів рідин за допомогою мірного посуду, відбір аліквот них частин розчину за допомогою піпетки Мора, титрування, готувати розчини заданої концентрації;</p> <p><i>дотримується</i> правил техніки безпеки та роботи в хімічній лабораторії.</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
	сонометричних методів титрування.				
4	<p>Оптичні методи аналізу. Колориметричний аналіз</p> <p>Сутність оптичних методів аналізу. Природа світла. Спектр. Колориметричний метод хімічного аналізу. Вимоги до речовин у колориметричному методі аналізу. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Способи вимірювання інтенсивності забарвлення (світлопоглинання) розчинів: візуальний та інструментальний.</p> <p>Прилади і обладнання, що застосовуються в колориметрії. Принцип дії колориметра та фотоелектроколориметра.</p> <p>Розрахунки в колориметричному методі аналізу. Побудова калібрувальних графіків та визначення результатів аналізу за ними.</p> <p>Сфери застосування оптичних методів аналізу.</p>	<p><i>Демонстрація 5.</i> Вимірювання інтенсивності забарвлення розчинів методом стандартних серій.</p> <p><i>Демонстрація 6.</i> Будова фотоелектроколориметра та вимірювання величини світлопоглинання розчину на ньому.</p> <p><i>Практична робота 14.</i> Колориметричне визначення Феруму(III)*.</p> <p><i>Практична робота 15.</i> Колориметричне визначення Купруму(II)*.</p> <p><i>Практична робота 16.</i> Колориметричне визначення суми нітрат- та нітрит-іонів*.</p>	<p>1) Колориметричне визначення Феруму(III).</p> <p>2) Колориметричне визначення Купруму(II) за власним світлопоглинанням.</p> <p>3) Колориметричне визначення Купруму(II) у вигляді амоніачного комплексу.</p> <p>4) Колориметричне визначення суми нітрат- та нітрит-іонів.</p>	<p>Обчислення результатів колориметричного аналізу за законом Бугера-Ламберта-Бера.</p>	<p>Учень (учениця):</p> <p><i>називає</i> прилади і обладнання для проведення колориметричного аналізу, умови колориметричного визначення сполук, <i>наводить приклади</i> використання оптичних методів аналізу у промисловості та науці, <i>формулює</i> закон Бугера-Ламберта-Бера, <i>розрізняє</i> спектральні характеристики світла, причини, що впливають на оптичну густину розчинів, <i>встановлює відмінність</i> між оптичними та іншими методами кількісного аналізу, <i>пояснює</i> причину забарвлення хімічних сполук; залежність інтенсивності забарвлення (оптичної густини) розчинів хімічних сполук від їх концентрації, <i>обґрунтовує</i> правила підбору довжини хвилі для фотоколориметричного аналізу різних сполук, <i>аналізує</i> переваги оптичних методів аналізу в порівнянні з класичними методами,</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
					<p>уміє працювати з фотоелектроколориметром, візуально порівнювати інтенсивність забарвлення розчинів, будувати калібрувальні графіки та визначати результати аналізу за їх допомогою,</p> <p>дотримується правил техніки безпеки та роботи в хімічній лабораторії.</p>
4	<p>Хроматографічний та екстракційний методи аналізу Фізико-хімічні явища, що лежать в основі хроматографічного та екстракційного методів аналізу. Сорбція. Види сорбції. Хроматографія. Різновиди хроматографічних методів аналізу: йонно-обмінна, тонкошарова, газова хроматографія. Речовини і обладнання, що застосовуються для проведення хроматографії. Сфери застосування хроматографічного методу аналізу.</p>	<p><i>Демонстрація 7.</i> Розділення суміші барвників, що входять до складу чорнила, на папері. <i>Практична робота 17.</i> Виявлення іонів Феруму(3+) у харчових продуктах хроматографією на папері*. <i>Практична робота 18.</i> Виявлення нітрат-йонів в азотних добривах тонкошаровою хроматографією*.</p>			<p>Учень (учениця): <i>називає</i> види хроматографії, <i>наводить приклади</i> адсорбентів, полярних і неполярних розчинників, <i>складає</i> схеми можливого розділення компонентів сумішей хроматографією, <i>розрізняє</i> види хроматографії (за характером середовища розділення, за механізмом розділення, за способами проведення), <i>пояснює</i> принципи хроматографічного розділення речовин в суміші, <i>уміє</i> виготовляти найпростіші приклади хроматограм, екстрагувати і розділяти речовини за допомогою органічних розчинників,</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
					оцінює переваги та недоліки хроматографічного методу аналізу, дотримується правил техніки безпеки та роботи в хімічній лабораторії.
4	<p>Потенціометричний метод аналізу** Електрохімічні явища, на яких базується потенціометричний метод аналізу. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Абсолютна потенціометрія і потенціометричне титрування. Прилади та обладнання, що використовуються в потенціометрії, правила роботи з ними. Різновиди електродів. Буферні розчини. Властивості буферних розчинів. Сфери застосування потенціометрії.</p>	<p><i>Демонстрація 8.</i> Будова потенціометру (або іономіру) та електродів до нього. <i>Практична робота 19.</i> Визначення рН розчину потенціометричним методом.</p>		<p>1) Знаходження електродного потенціалу за рівнянням Нернста. 2) Обчислення ЕРС електричних комірок з різними електродами.</p>	<p>Учень (учениця): <i>називає</i> прилади та обладнання, що використовуються в потенціометричному методі аналізу, <i>наводить приклади</i> електродів, що використовуються в потенціометрії, <i>складає</i> схеми електричних комірок, що містять різні електроди, <i>розрізняє</i> вимірювальний (індикаторний) електрод та електрод порівняння, <i>встановлює відмінність</i> між потенціометричними методами та іншими методами кількісного аналізу; <i>пояснює</i> взаємозв'язок між концентрацією речовин в розчині і потенціалом електрода, <i>обґрунтовує</i> залежність величини електродного потенціалу від складу розчину, в який занурено електрод, <i>обчислює</i> потенціал електродів</p>

Кількість годин	Зміст навчального матеріалу	Практичні, лабораторні роботи та демонстрації	Практичні роботи за допомогою ВХЛ	Розрахункові задачі	Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів
					за рівнянням Нернста, ЕРС електричних комірок, що містять різні електроди (за різних умов), оцінює переваги та недоліки потенціометричного методу аналізу, дотримується правил техніки безпеки та роботи в хімічній лабораторії.

* – роботи виконуються за вибором учителя (за наявності відповідного обладнання)

** – тема розглядається за умови наявності відповідного обладнання

ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Криворізький педагогічний інститут

ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ

№ 12

28.05.2011

засідання кафедри хімії та методики її навчання

Голова – Старова Т.В., завідувач кафедри, ст. викладач кафедри

Секретар – Томіліна Л.І., доцент

Присутні: Дроздов О.М., Шенаєва Т.О., Чувасова Н.О., Булка О.С.,
Нечипуренко П.П.

Відсутні – Столяренко В.Г.

2. СЛУХАЛИ: Про затвердження експериментальної програми шкільного факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу» (Автор П.П.Нечипуренко)

ВИСТУПИЛИ:

Старова Т.В. – комп'ютеризація сучасного освітнього простору є вимогою часу, тому дисертаційне дослідження П.П.Нечипуренка є актуальним для сучасної школи. Запропонована ним програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» (10-й клас) складена на основі рекомендованого МОН України спецкурсу «Основи хімічного аналізу», але має ряд відмін, пов'язаних з можливістю застосування комп'ютерного моделювання хімічних процесів та кількісних хімічних аналізів. Програма включає теоретичні основи кількісного хімічного аналізу, добірку практичних і лабораторних робіт, включаючи роботи засобами віртуальних хімічних лабораторій. Пропоную затвердити програму.

Томіліна Л.І. – зміст і побудова факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу» враховує вікові можливості школярів, обсяг набутих знань з хімії, математики, інформатики та інших предметів. Розроблені вимоги до рівня навчальних досягнень учнів на факультативних заняттях обґрунтовані, об'єктивні, охоплюють не лише навчальні завдання, а й завдання розвивального і виховного характеру. Пропоную затвердити експериментальну програму «Основи кількісного хімічного аналізу»

УХВАЛИЛИ:

Розглянувши матеріали, кафедра ухвалила затвердити і рекомендувати до апробації експериментальну програму факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу» для середніх навчальних закладів.

В обговоренні взяли участь 7 членів кафедри. За затвердження і рекомендацію проголосували:

„за” –
„проти” –
„утримались”

7	Підписи: Т.В. Старова, Л.І. Томіліна
немає	ЗАСВІДОЧУЮ
немає	Відділ кадрів
	Криворізького педагогічного інституту
	ДВНЗ «Криворізький національний університет»
	31. 05 2011

Голова
Секретар

Т.В. Старова
Л.І. Томіліна

Додаток Ж

Зв'язок факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» з факультативами та курсами за вибором у допрофільному та профільному навчанні хімії в середній та старшій школі

Таблиця Ж.1

Курси за вибором та факультативи, що використовують знання і навички з хімічного аналізу

Назва факультативу або курсу за вибором	Клас	Кількість годин	Знання і навички, що використовуються	
			Якісний аналіз	Кількісний аналіз
Курс за вибором «Хімія їжі»	9 (II семестр)	17	Якісне виявлення глюкози, білків, крохмалю, жирів, йонів Fe^{3+} та NO_3^- у продуктах харчування, підсолоджувачів у жувальній гумці	Кислотно-основне титрування Візуальна колориметрія
Курс за вибором «Хімічні елементи в організмі людини»	8	17	Якісні реакції на нітрат- та нітрит-йони, фосфат-йони, карбонат-йони.	
Курс за вибором «Хімія і медицина»	8	17	Якісні реакції для розпізнавання йодид-йонів, саліцилової та ацетатної кислот	
Курс за вибором «Історія відкриття хімічних елементів»	8	17	Визначення Хлору у водопровідній воді Визначення йонів Феруму у продуктах харчування	
Курс за вибором «Світ хімії і ми»	9	17	Горіння сірки і розчинення продуктів горіння у воді з утворенням кислоти. Склад вдихуваного і видихуваного повітря	Визначення кислотності атмосферних опадів, рН та твердості води. Визначення відносної запиленості повітря у приміщеннях
Курс за вибором «Роль неорганічних речовин у життєдіяльності організмів»	9	17	Якісне визначення крохмалю, ортофосфатної кислоти, хлорид-йонів, Натрію. Доведення наявності в рослинах Карбону, Гідрогену та Оксигену.	
Курс за вибором «Біологічна роль води»	9	17	Якісне визначення води, складу морської води та мінеральних вод (виявлення йонів)	

Назва факультативу або курсу за вибором	Клас	Кількість годин	Знання і навички, що використовуються	
			Якісний аналіз	Кількісний аналіз
Курс за вибором «У світі мила та синтетичних мийних засобів»	9 (II семестр)	17		Визначення рН середовища за допомогою універсального індикатору
Курс за вибором «Хімічні секрети агронома»	9 (або 10, 11)	17	Якісні реакції на катіони: амонію, Феруму, Купруму; аніони: ортофосфатної, нітратної, хлоридної, сульфатної кислот.	Визначення рН ґрунту, вмісту нітрат-йонів у добривах.
Курс за вибором «Металічні елементи та їх вплив на здоров'я людини»	9 (або 10, 11)	17	Якісні реакції на катіони металів	
Факультатив «Хімічні реакції»	7 (II семестр), 8 (I семестр), 9 (II семестр)	51	Якісні реакції на виявлення кислот, карбон (IV) оксиду, йонів Cl^- , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , CO_3^{2-} , OH^- , NH_4^+ ; розпізнавання натуральних та штучних тканин	Нейтралізація кислот лугами у присутності індикаторів
Факультативний курс «Основи хімічних знань»	5–6	136	Визначення кристалізаційної води у мідному купоросі. Визначення кислот за допомогою індикаторів Визначення йонів K^+ , Na^+ , Ca^{2+} за забарвленням полум'я Виявлення крохмалю, жирів.	Визначення вмісту води в овочах і фруктах.
Факультативний курс «Зв'язок між історичним розвитком та сучасною хімією»	7 (I семестр)	17	Зміна забарвлення індикаторів у різних середовищах Виявлення крохмалю та білків	Визначення вмісту води в овочах і фруктах.
Факультативний курс «Хімія в побуті»	8	34	Виявлення катіонів металічних елементів за забарвленням полум'я Виявлення кислот за допомогою індикаторів Якісні реакції на солі (визначення деяких катіонів та аніонів)	
Факультативний курс «Хімія і довкілля»	8 (або 9)	34	Якісні реакції на виявлення йонів H_3O^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , CO_3^{2-} , OH^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} .	
Факультативний курс	9	10		Правила зважування на терезах

Назва факультативу або курсу за вибором	Клас	Кількість годин	Знання і навички, що використовуються	
			Якісний аналіз	Кількісний аналіз
«Розрахунки з розчинами»				Вимірювання об'ємів рідин за допомогою мірного посуду Приготування розчину із заданою молярною концентрацією речовини
Факультативний курс «Хімія живих організмів»	9	10	Виявлення глюкози, крохмалю, білків.	
Факультативний курс «Метали і неметали навколо нас»	10	68	Якісні реакції на йод, йони: H_3O^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , S^{2-} , CO_3^{2-} , OH^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} . Забарвлення полум'я солями K, Na, Ba, Ca.	
Курс за вибором «Безпека харчування»	10 (або 11)	35	Якісні реакції найважливіших катіонів. Якісні реакції найважливіших аніонів. Систематичний якісний аналіз суміші. Виявлення крохмалю, жирів, білків, гідроген сульфіду, нітрат-йонів у харчових продуктах.	
Факультативний курс «Розв'язування задач з хімії»	10–11	70	Якісні реакції найважливіших катіонів. Якісні реакції найважливіших аніонів. Якісний аналіз суміші катіонів. Якісний елементний аналіз органічних речовин (виявлення H, C, N, Cl, S). Функціональний аналіз органічних речовин	Обчислення рН в розчинах кислот і основ. Визначення рН в розчинах солей. Приготування розчинів певної молярної концентрації та молярної концентрації еквівалентів Обчислення електродних потенціалів за рівнянням Нернста та ЕРС гальванічного елемента
Факультативний курс «Дослідження органічних речовин методами оптичної спектроскопії»	11	18	Якісне визначення органічних сполук за спектрами їх поглинання.	Спектр електромагнітного випромінювання. Закономірності взаємодії електромагнітного випромінювання із речовиною. Джерела електромагнітного випромінювання та прилади для реєстрації

Назва факультативу або курсу за вибором	Клас	Кількість годин	Знання і навички, що використовуються	
			Якісний аналіз	Кількісний аналіз
				його інтенсивності.

Додаток И

**Звіт про результати апробації експериментальної програми
факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» та
методичного комплекту до нього у 2012-2013 н. р.**

**УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ ВИКОНКОМУ КРИВОРІЗЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ВІДДІЛ ОСВІТИ ВИКОНКОМУ САКСАГАНСЬКОЇ РАЙОННОЇ У МІСТІ РАДИ
РАЙОННИЙ МЕТОДИЧНИЙ КАБІНЕТ
КРИВОРІЗЬКИЙ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИЙ ЛІЦЕЙ**

**ЗВІТ ПРО РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ
ПРОГРАМИ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ «ОСНОВИ КІЛЬКІСНОГО
ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ» ТА МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКТУ ДО НЬОГО
у 2012-2013 н. р.**

Директор КПНЛ

Вчитель хімії КПНЛ



Башук Л. В.

Литвинова О. М.

Аналіз

змісту програми факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» та складових частин методичного комплексу до проведення факультативних занять з «Основ кількісного хімічного аналізу» за результатами апробації.

Відповідно до наказу МОНУ від 20 серпня 2012 року N 935 «Про проведення апробації та моніторингових досліджень якості навчальної літератури для загальноосвітніх навчальних закладів у 2012/2013 – 2013/2014 навчальних роках» було проведено апробацію експериментальної програми факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» та методичного комплексу до викладання даного курсу, розроблених асистентом кафедри хімії та методики її навчання Криворізького національного університету Нечипуренком П. П. Впровадження факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» здійснювалось вчителем хімії Криворізького природничо-наукового ліцею Литвиноюю Олесею Миколаївною. В апробації приймали участь 31 учень 10-А класу Криворізького природничо-наукового ліцею (медичний профіль).

1. Зміст

1.1 Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» призначений для поглиблення знань з хімії, набуття навичок практичної допрофесійної роботи у хімічній лабораторії, формування знань і умінь з такої важливої галузі хімічної науки як аналітична хімія в учнів 10-х класів хіміко-біологічного, медичного та хіміко-технологічного профілів.

1.2 Згідно розробленої програми факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу», обсяг якого складає 35 годин, може викладатись або протягом усього навчального року – паралельно з курсом якісного хімічного аналізу, або протягом другого семестру – після вивчення якісного хімічного аналізу. Програма факультативу розроблена на основі програми

спецкурсу «Основи хімічного аналізу» для 10-х класів з поглибленим вивченням хімії (автори: Н. Буринська, Л. Величко, М. Гладюк, Н. Романова). Особливістю навчальної програми, розробленої Нечипуренком П. П., є активне використання комп'ютерних технологій у процесі навчання, закріплення та перевірки рівня засвоєння учнями навчального матеріалу.

1.3 Програма факультативного курсу передбачає вивчення теоретичних основ найбільш важливих методів кількісного хімічного аналізу, ознайомлення з методикою їх проведення та сферами застосування на сучасному етапі розвитку науки і технології.

1.4 Реалізація програми передбачає активне застосування засобів методичного комплексу, розробленого спеціально для факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу», проведення лабораторних робіт та екскурсії до навчальних хімічних лабораторій ВНЗ, що було використано в повній мірі.

1.5 До складу методичного комплексу до проведення факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу», розробленого асистентом кафедри хімії та методики її навчання Криворізького національного університету Нечипуренком П. П., входять електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу»; методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з кількісного хімічного аналізу; комплект віртуальних лабораторних робіт, створених та реалізованих за допомогою програми ChemLab 2.3 (розробник Model Science Software); інструкція з використання програми ChemLab 2.3 для проведення віртуальних лабораторних робіт; комплект тестових завдань для перевірки рівня засвоєння знань учнями, реалізований за допомогою програми MyTest X.

1.6 Електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач: Нечипуренко П. П.) містить усі найважливіші відомості з теоретичних основ кількісного хімічного аналізу, які передбачено програмою факультативного курсу. Зміст окремих розділів електронного підручника та їх послідовність строго відповідні програмі факультативного курсу «Основи

кількісного хімічного аналізу».

1.7 Матеріал у підручнику подано в достатньо стислій формі, але доступним для сприйняття більшістю учнів стилем. З наукової точки зору матеріал у підручнику відповідає сучасному рівневі розвитку хімічної науки. Виклад матеріалу у підручнику відповідає їх віковим особливостям і мотивації до навчання, а також передбачає розвиток пізнавальної діяльності учнів.

1.8 Електронний підручник передбачає такі додаткові функції, як термінологічний словник, підказки, що спливають, тощо, перехід до яких є інтерактивним, тобто відбувається за командою користувача. Термінологічний словник містить достатню кількість цікавої інформації та містить відомості із суміжних з аналітичною хімією областей знань: фізикою, біологією, медициною, іншими розділами хімії тощо. Подібний підхід дозволяє кожному учневі обирати свій темп навчання і полегшує процес пошуку необхідної додаткової інформації.

1.9 До переваг електронного підручника також слід віднести легкість у його використанні – для роботи з ним необхідна лише програма Internet Explorer, що є стандартною для операційних систем Windows, і простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

1.10 Електронний підручник оформлено на достатньому художньому рівні, використано достатню кількість ілюстрацій, схем, відеофрагментів тощо.

2. Методичний апарат

2.1 Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач Нечипуренко П. П.) містять детальний опис лабораторних робіт, які можна виконувати на факультативних заняттях. Більшість методик, наведених у методичних рекомендаціях, є доступними для виконання їх в умовах шкільного кабінету хімії; деякі – потребують певної адаптації, що передбачено укладачем і описано у відповідних розділах методичних рекомендацій, а деякі – можуть бути реалізованими за наявності спеціального обладнання, тобто у навчальних

лабораторіях ВНЗ, з яким співробітничав загальноосвітній навчальний заклад.

2.2 Усі лабораторні роботи характеризуються ґрунтовною теоретичною частиною, що до певної міри поглиблює теоретичний матеріал, викладений у електронному підручнику. Кожна лабораторна робота має зразок запису результатів дослідження і виконання розрахунків, оформлене за певним зразком, що робить використання методичних рекомендацій більш зручним для вчителя та учнів, а останніх привчає до старанності у оформленні результатів роботи.

2.3 Комплекс віртуальних лабораторних робіт (автор Нечипуренко П. П.) у програмі ChemLab 2.3 (розробник Model Science Software) практично повністю дублює лабораторний практикум, призначений для реального виконання, що дозволяє використовувати віртуальні лабораторні роботи в якості засобу відпрацювання навичок правильної послідовності виконання операцій лабораторної роботи в реальності. Частина лабораторних робіт розроблена з метою їх виконання для практичного застосування теоретичних знань та закономірностей, оскільки в реальності подібна робота не може бути виконана або через неможливість використання небезпечних для здоров'я учнів реактивів, або через велику тривалість реальної роботи в часі.

2.4 Використання віртуальних лабораторних робіт викликає цікавість в учнів нестандартністю застосування подібної «ігрової» форми у навчанні, а також можливістю проводити лабораторні дослідження вдома, на комп'ютері.

2.5 За допомогою віртуальної хімічної лабораторії ChemLab стало можливим активізувати самостійну роботу учнів з вивчення основ кількісного хімічного аналізу, застосовувати нестандартні форми навчання та перевірки рівня знань учнів.

3. Зауваження та пропозиції

3.1 Електронний підручник бажано зробити сумісним з іншими Інтернет-браузерами, та можливістю переходу за зовнішніми посиланнями до інших Інтернет-джерел.

3.2 Також доцільним є збільшення кількості ілюстрацій, і особливо відеофрагментів, як для унаочнення певних теоретичних блоків підручника, так і опису практичного застосування тих чи інших методів хімічного аналізу.

3.3 Окремі розділи електронного підручника «Основи кількісного хімічного аналізу» необхідно доповнити узагальнюючим матеріалом: стислими висновками, схемами тощо.

3.4 Можливо доцільним буде модифікувати деякі лабораторні роботи для їх застосування у хімічному аналізі реальних природних об'єктів.

3.5 У віртуальних лабораторних роботах, за можливості, передбачити більшу кількість можливих варіантів вибору об'єктів дослідження.

4. Висновки

Розроблена програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» дозволяє розкрити сутність найбільш поширених методів кількісного хімічного аналізу та окреслити сфери їх практичного застосування, поглибити знання з окремих розділів хімії, продемонструвати практичну значущість хімічних знань і зацікавити учнів до більш поглибленого вивчення хімії, а також реалізувати індивідуальні і професійні потреби учнів.

Використання комп'ютерної техніки при проведенні факультативних занять дозволяє покращити навички користування комп'ютерною технікою та показати можливості застосування комп'ютерних програм для вирішення практичних завдань у такій галузі науки, як кількісний хімічний аналіз, відпрацювати послідовність виконання операцій різних методів хімічного аналізу та провести значно більшу кількість практичних робіт.

Методичний комплект, створений для проведення факультативних занять з «Основ кількісного хімічного аналізу», забезпечує достатньо зручне і ефективне проведення факультативних занять та організацію самостійної роботи учнів.

Факультативний курс «Основи хімічного аналізу» може бути рекомендований для поглиблення знань учнів, що навчаються за хімічним

профілем, і може слугувати для їх подальшого професійного самовизначення.

Методичний комплект факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» може застосовуватись в процесі навчання основ кількісного хімічного аналізу, і може бути в подальшому удосконаленим.

Вчитель хімії КПНЛ

О. М. Литвинова

Таблиця узагальнення результатів опитування батьківМісто **Кривий Ріг**Район **Саксаганський**Заклад **Криворізький природничо-науковий ліцей**Назва підручника (навчального посібника) **Електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач: Нечипуренко П. П.)**В опитуванні приймало участь **31** респондент.

№ з/п	Запитання	Варіанти відповіді			
		Так	Більше «Так», ніж «Ні»	Більше «Ні», ніж «Так»	Ні
1.	Чи розуміє Ваша дитина без допомоги дорослих зміст навчального матеріалу?	28	3	–	–
2.	Чи потребує дитина Вашої допомоги для того, щоб зрозуміти зміст параграфу або завдання?	21	3	7	–
3.	Чи може Ваша дитина, якщо вона була відсутня на уроці, самостійно засвоїти тему за підручником?	28	3	–	–
4.	Чи легко дитині розбиратися у схемах, таблицях, малюнках?	31	–	–	–
5.	Чи зацікавлює дитину матеріал підручника?	31	–	–	–
6.	Чи подобається дитині ілюстрація підручника?	31	–	–	–
7.	Чи легко Вам розібратися в матеріалі підручника і надати допомогу своїй дитині?	20	7	4	–
8.	Чи відповідає даний підручник в цілому Вашим уявленням про якісний навчальний підручник?	31	–	–	–
9.	Чи читає Ваша дитина іншу літературу, окрім цього підручника, щоб оволодіти навчальною програмою?	29	2	–	–

Узагальненнярезультатів опитування учнів 10-А класу КПНЛ (31 учень)Анкета для учнів

Назва підручника (навчального посібника) Електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач: Нечипуренко П. П.)

Клас 10-А

Прочитайте запитання, поставте знак «+» навпроти вибраного варіанту відповіді (відповідь може бути тільки одна на кожне запитання, якщо є зауваження, впишіть їх до рядка «Ваші побажання»).

№ з/п	Запитання	Варіанти відповіді		
		Так	Ні	Частково
1.	Чи зрозумілою мовою написаний підручник?	31	–	–
2.	Чи цікавив тебе матеріал підручника?	31	–	–
3.	Чи можеш ти самостійно підготуватись до уроку за підручником, якщо тебе не було на уроці?	28	–	3
4.	Чи залучаєш ти дорослих для того, щоб зрозуміти зміст параграфу?	–	28	3
5.	Чи подобаються тобі ілюстрації в підручнику?	31	–	–
6.	Чи достатньо роз'яснено матеріал в параграфах?	29	–	2
7.	Чи легко тобі розбиратися в малюнках, графіках, таблицях, що наведені в підручнику?	31	–	–
8.	Чи вважаєш ти даний підручник якісним?	31	–	–

Ваші побажання щодо поліпшення якості даного підручника

Анкета для вчителя

Вчитель **Литвинова Олеся Миколаївна**

Заклад, в якому працює **Криворізький природничо-науковий ліцей**

Назва підручника(навчального посібника) **Електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач: Нечипуренко П. П.)**

Педагогічний стаж **8 років**

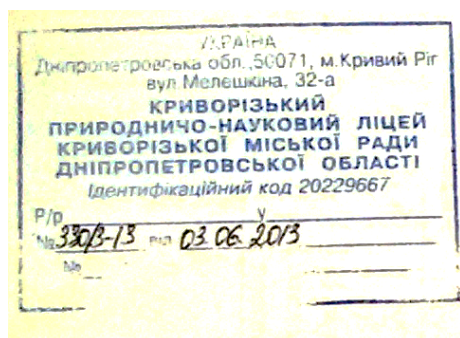
Категорія **перша**

Прочитайте запитання, поставте знак «+» навпроти вибраного варіанту відповіді (відповідь може бути тільки одна на кожне запитання, якщо є зауваження, впишіть їх до рядка «Коротке пояснення»).

№ з/п	Запитання	Варіанти відповіді			
		Так	Більше «Так», ніж «Ні»	Більше «Ні», ніж «Так»	Ні
1. Зв'язок змісту підручника з цілями навчання					
1.1	Чи всі розділи програми достатньо розкриті в підручнику?	+			
1.2	Чи досконала, на Вашу думку, програма з зазначеного предмета?		+		
1.3	Чи повністю програма враховує вікові особливості учнів(не завищена)?		+		
1.4	Чи є, на Вашу думку, потреба в розвантаженні програмного змісту?				+
1.5	Чи рівномірно розподілений матеріал між розділами?		+		
1.6	Чи зберігається послідовність викладу матеріалу в підручнику?	+			
1.7	Чи чітко сформульовані завдання кожного розділу?	+			
1.8	Чи дає змогу структура підручника легко звертатися до матеріалу, вивченого раніше?	+			
1.9	Чи доречно ділити підручник на дві книги?				+
2. Мова підручника					
2.1	Чи чітко й зрозуміло для учнів дається визначення головних програмових понять?	+			
2.2	Чи відповідає мова й словникове наповнення віковому рівню учнів?	+			
2.3	Чи не обтяжені тексти підручника незрозумілими для дітей словами (архаїзми, неологізми тощо)?				+
3. Навчальні ситуації та практичні роботи					
3.1	Чи пропонує підручник навчальні ситуації?	+			
3.2	Чи надає підручник достатньо теоретичної інформації для виконання завдань?	+			

№ з/п	Запитання	Варіанти відповіді			
		Так	Більше «Так», ніж «Ні»	Більше «Ні», ніж «Так»	Ні
3.3	Чи наявні в підручнику вправи, завдання та ілюстрації, що викликають у дітей зацікавленість?		+		
3.4	Чи демонструє підручник зв'язок набутих знань із сучасним життям?	+			
3.5	Чи чергують види завдань (вправи, запитання, практичні роботи, спостереження тощо)?		+		
3.6	Чи є завдання, що сприяють розвитку уяви, вмінню комбінувати, конструювання, перетворення?	+			
4. Ілюстрації					
4.1	Чи достатня кількість ілюстрацій у підручнику?	+			
4.2	Чи унаочнюють ілюстрації подану інформацію?	+			
4.3	Чи надає ілюстрація додаткову інформацію порівняно з текстом?	+			
4.4	Чи відповідають ілюстрації сучасному світосприйманню учнів?		+		
5. Оцінювання результатів навчання					
5.1	Чи забезпечує підручник формування загально-навчальних умінь та навичок (наявність пам'яток, алгоритмів, схем-опор, зразків міркування тощо)?	+			
5.2	Чи достатньо різноманітних вправ на практичне застосування?		+		
5.3	Чи завжди вправи супроводжуються зразком правильного виконання?		+		
5.4	Чи пропонує підручник творчі завдання, що дають змогу проявити здібності талановитим дітям?		+		
5.5	Чи заохочує підручник учнів до застосування набутих знань?	+			
5.6	Чи не передбачене в ході роботи постійне звертання до попередньо набутих знань?		+		
6. На допомогу вчителю					
6.1	Чи цікаво учням працювати з підручником?	+			
6.2	Чи зручно користуватися книгою?	+			
6.3	Чи присутній інформаційний апарат для вчителя?		+		
6.4	Чи пояснюється для вчителів спосіб користування підручником?	+			
6.5	Як Ви вважаєте, чи потрібне таке пояснення?	+			

Ваші побажання щодо поліпшення якості даного підручника



Інформація КПНЛ

про підсумки апробації експериментальної програми факультативного курсу «Основи хімічного аналізу» та методичного комплексу та вчителя, що проводив апробацію

Назва підручника	ПІБ вчителя	Освіта	Спеціальність	Категорія, звання	Стаж роботи	Клас	Кількість учнів	Який рік апробується
Електронний підручник «Основи кількісного хімічного аналізу» (укладач: Нечипуренко П. П.)	Литвинова Олесья Миколаївна	Вища	Вчитель хімії та основ інформатики	Перша категорія	8 років	10	31	Перший

Директор КПНЛ



Л. В. Башук

Додаток К

**Розподіл учнів за рівнями сформованості дослідницьких компетентностей
на формувальному етапі педагогічного експерименту**

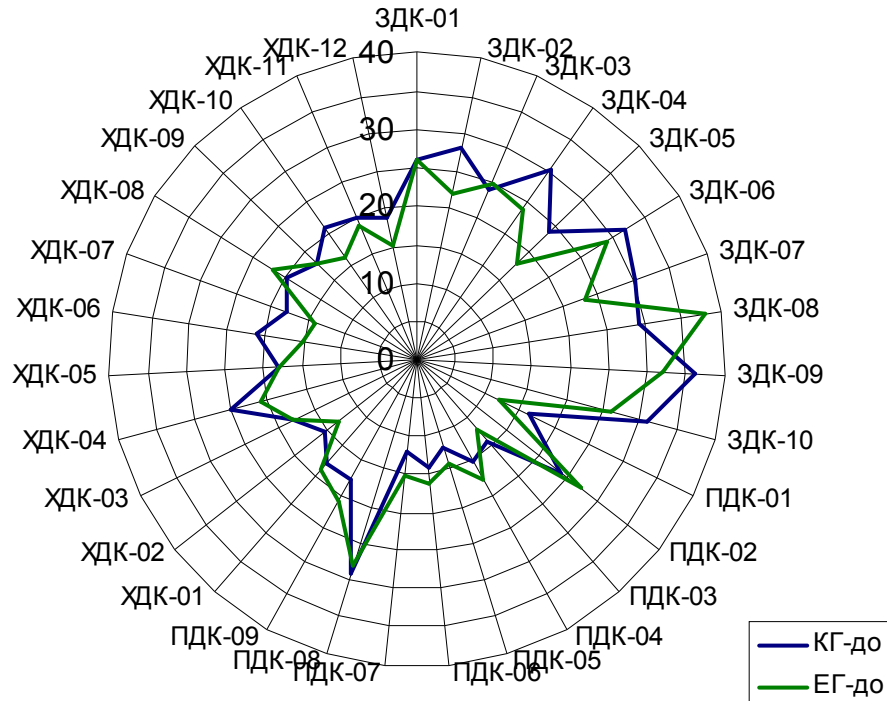


Рис. К.1. Кількість учнів контрольної (КГ-до) та експериментальної (ЕГ-до) груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту із початковим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

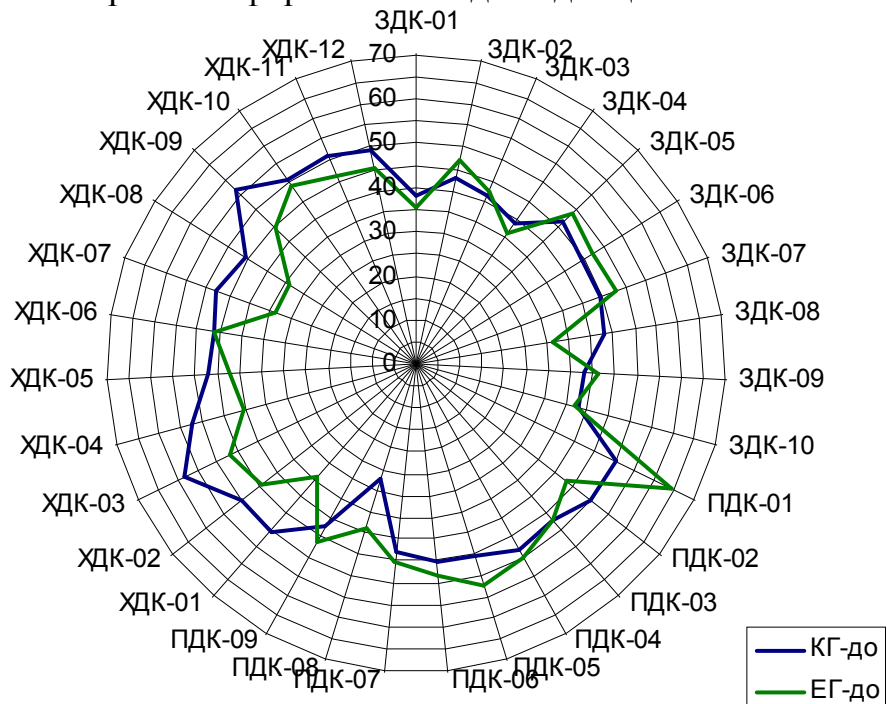


Рис. К.2. Кількість учнів контрольної (КГ-до) та експериментальної (ЕГ-до) груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту із середнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

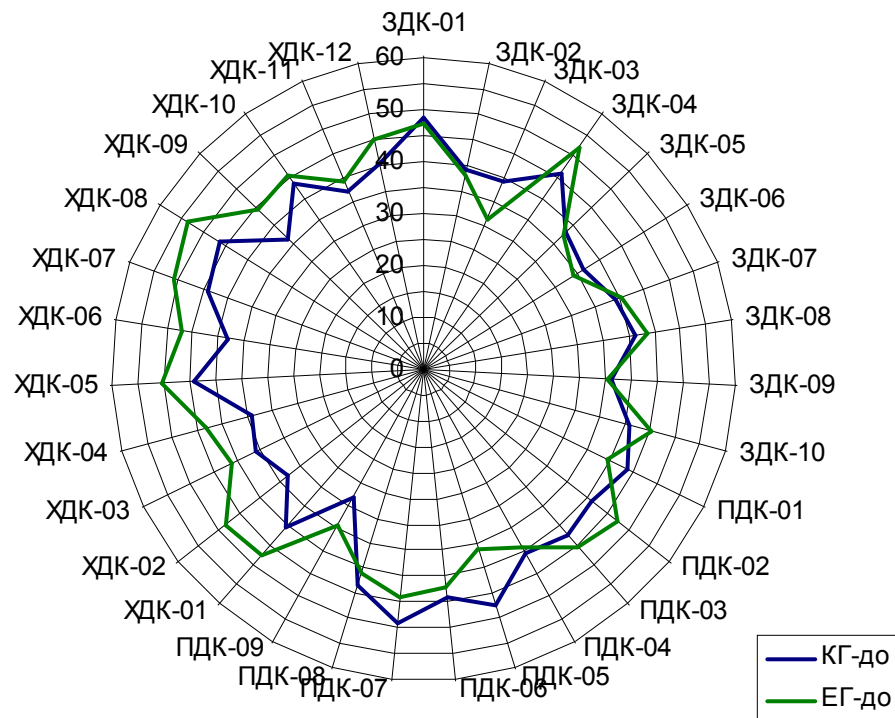


Рис. К.3. Кількість учнів контрольної (КГ-до) та експериментальної (ЕГ-до) груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту із достатнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

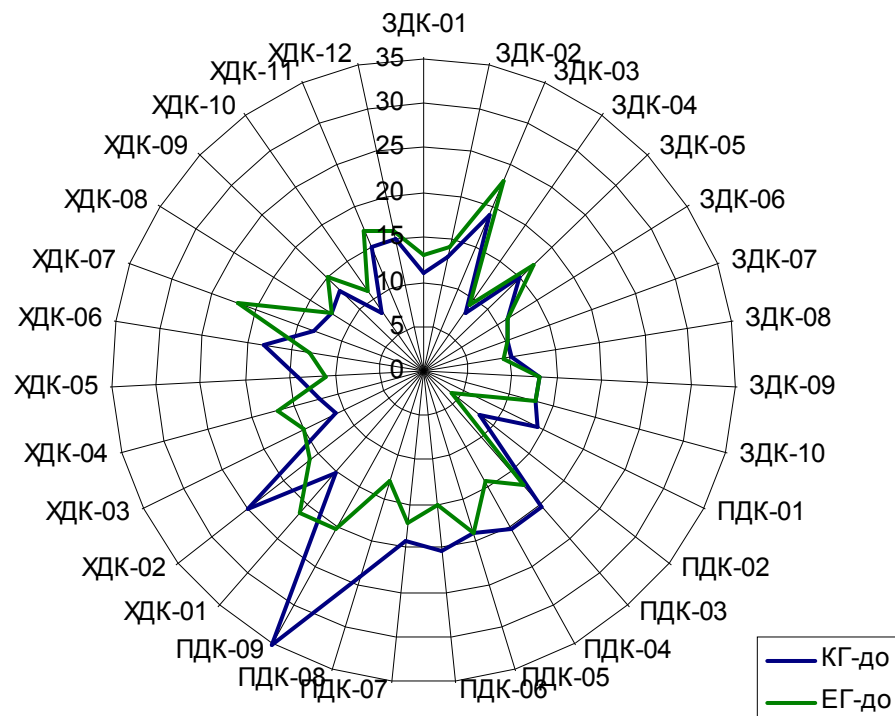


Рис. К.4. Кількість учнів контрольної (КГ-до) та експериментальної (ЕГ-до) груп на початку формувального етапу педагогічного експерименту із високим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

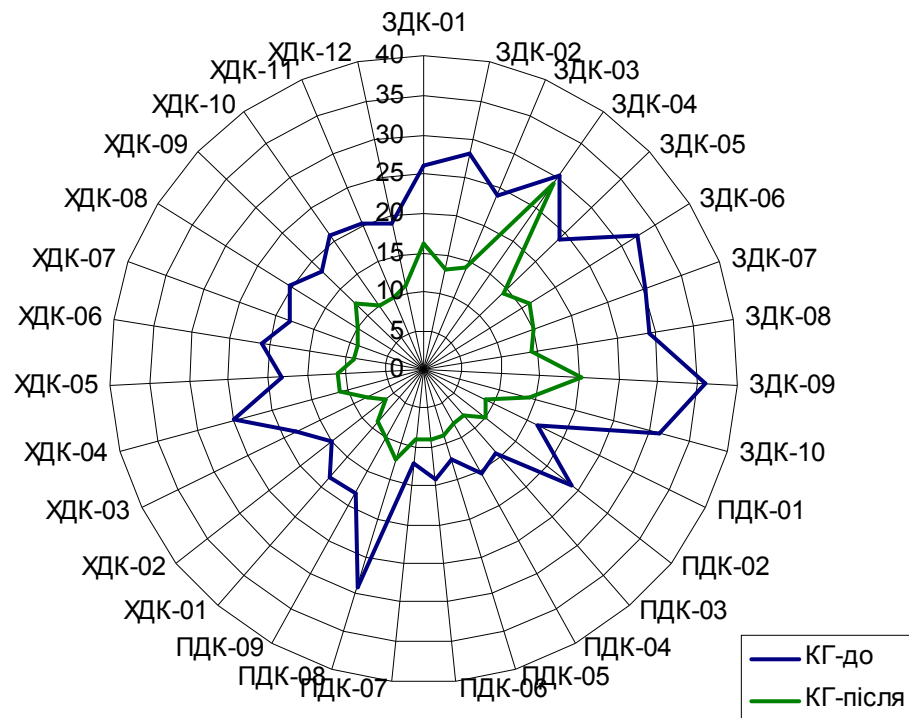


Рис. К.5. Кількість учнів контрольної групи на початку (КГ-до) та після завершення (КГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із початковим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

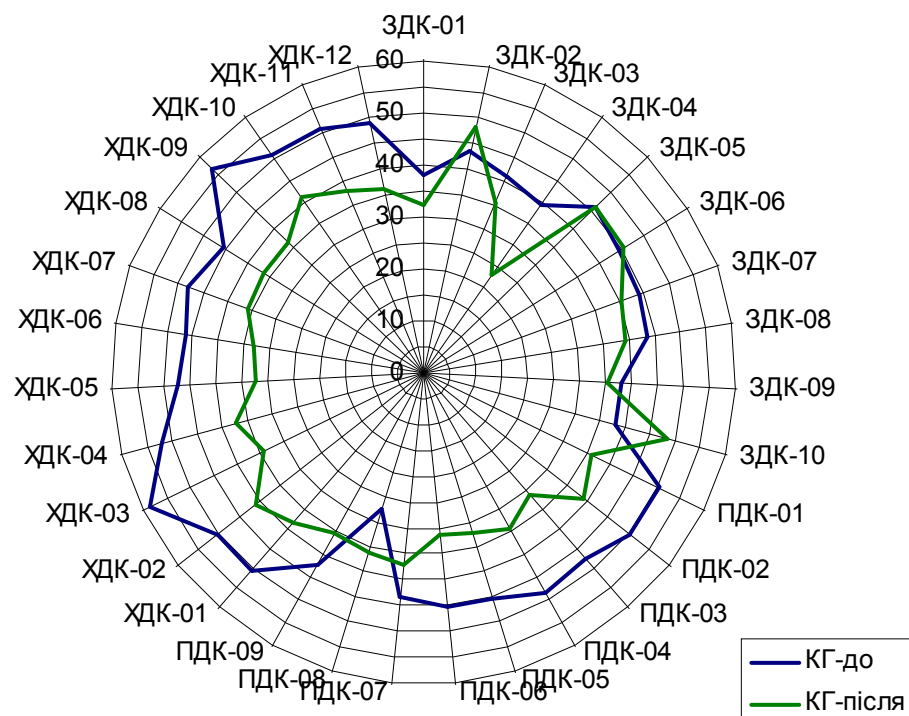


Рис. К.6. Кількість учнів контрольної групи на початку (КГ-до) та після завершення (КГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із середнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

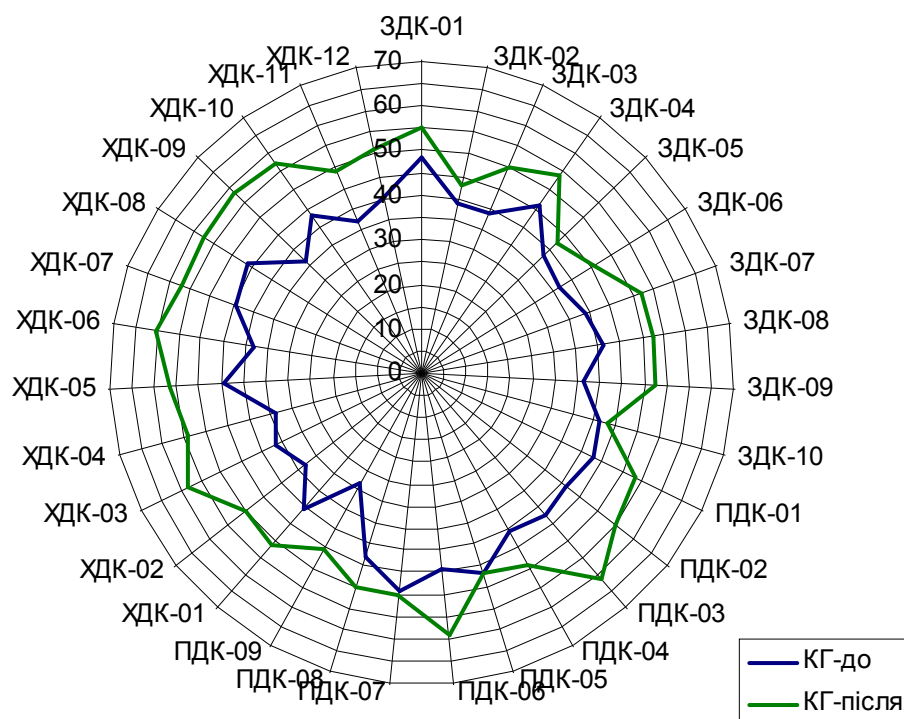


Рис. К.7. Кількість учнів контрольної групи на початку (КГ-до) та після завершення (КГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із достатнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

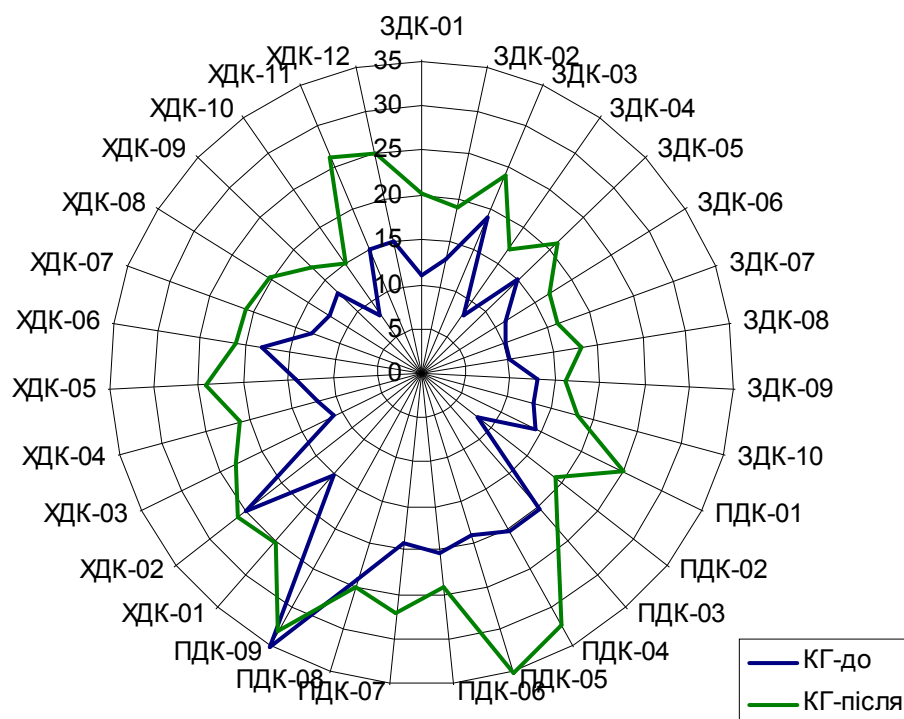


Рис. К.8. Кількість учнів контрольної групи на початку (КГ-до) та після завершення (КГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із високим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

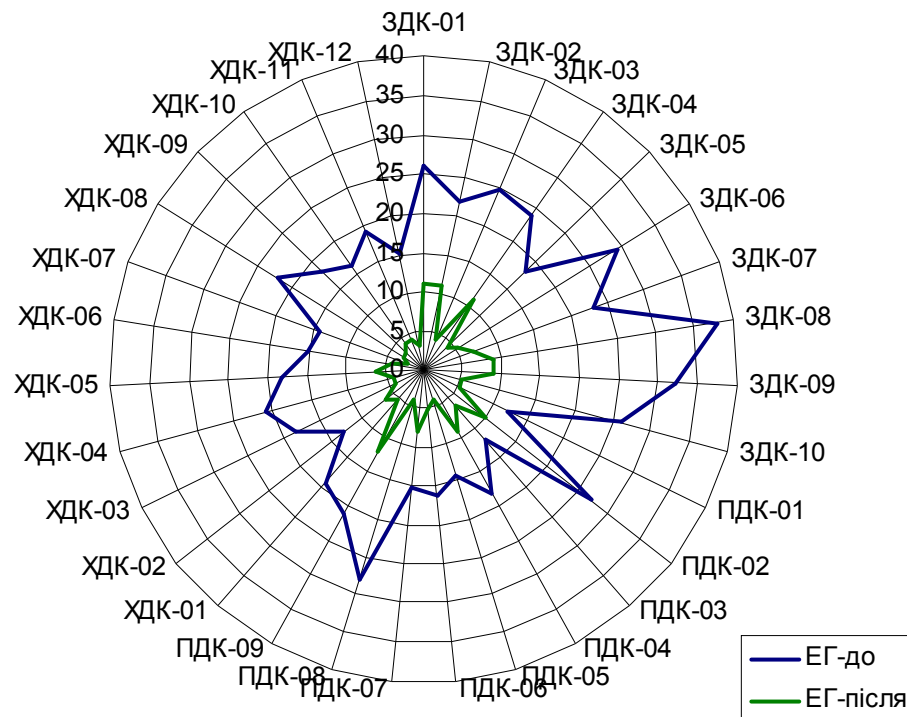


Рис. К.9. Кількість учнів експериментальної групи на початку (ЕГ-до) та після завершення (ЕГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із початковим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

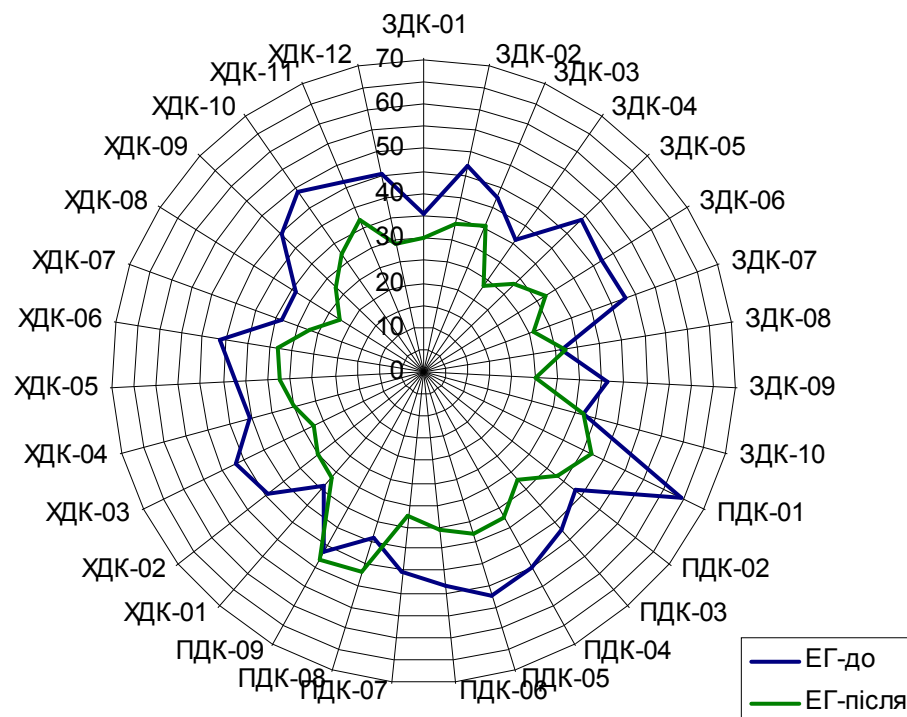


Рис. К.10. Кількість учнів експериментальної групи на початку (ЕГ-до) та після завершення (ЕГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із середнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

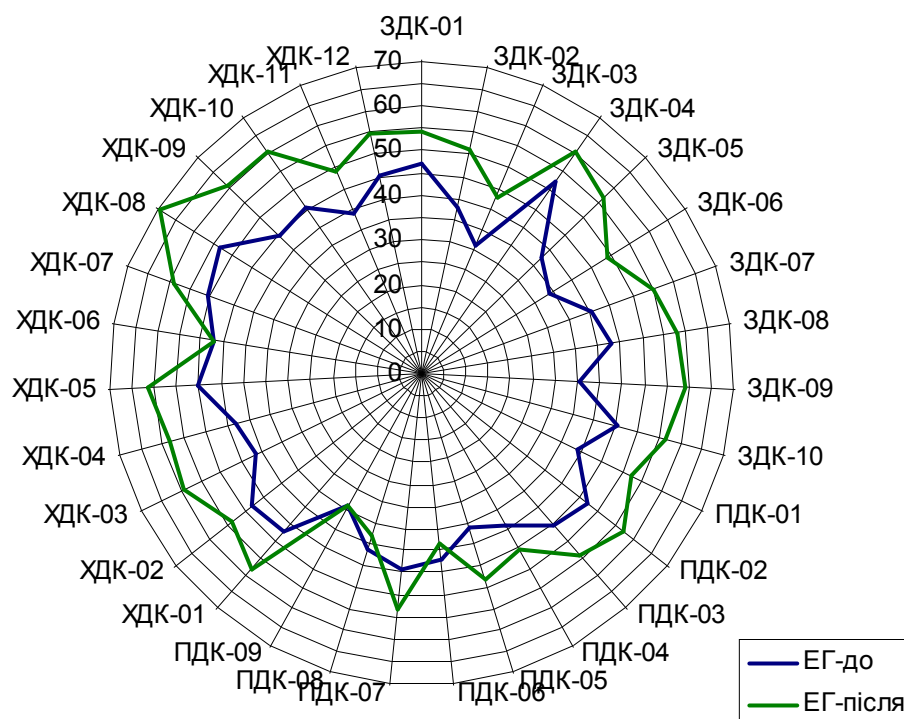


Рис. К.11. Кількість учнів експериментальної групи на початку (ЕГ-до) та після завершення (ЕГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із достатнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

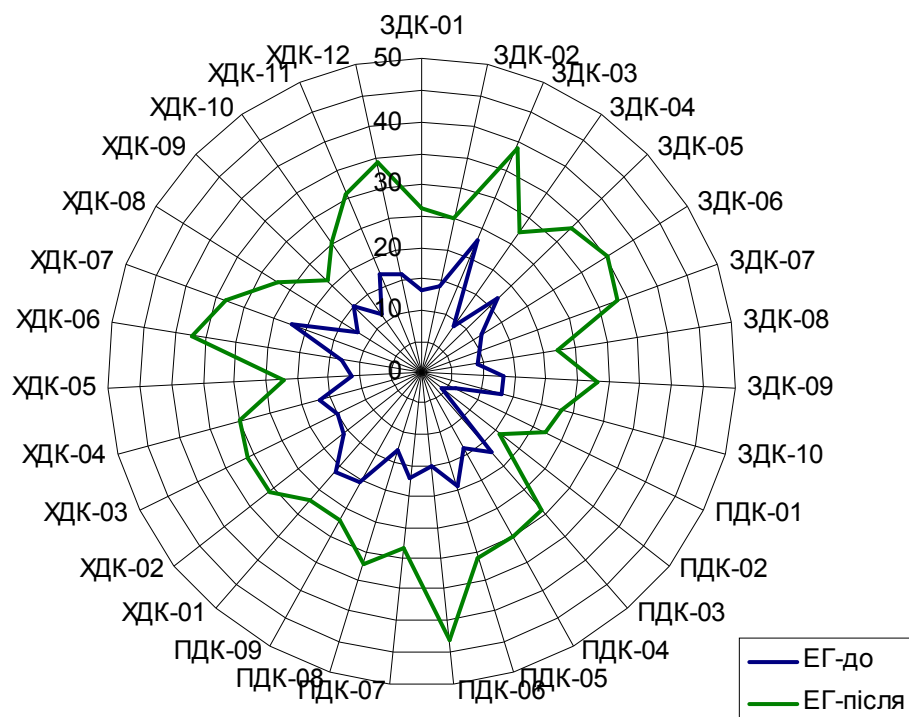


Рис. К.12. Кількість учнів експериментальної групи на початку (ЕГ-до) та після завершення (ЕГ-після) формувального етапу педагогічного експерименту із високим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

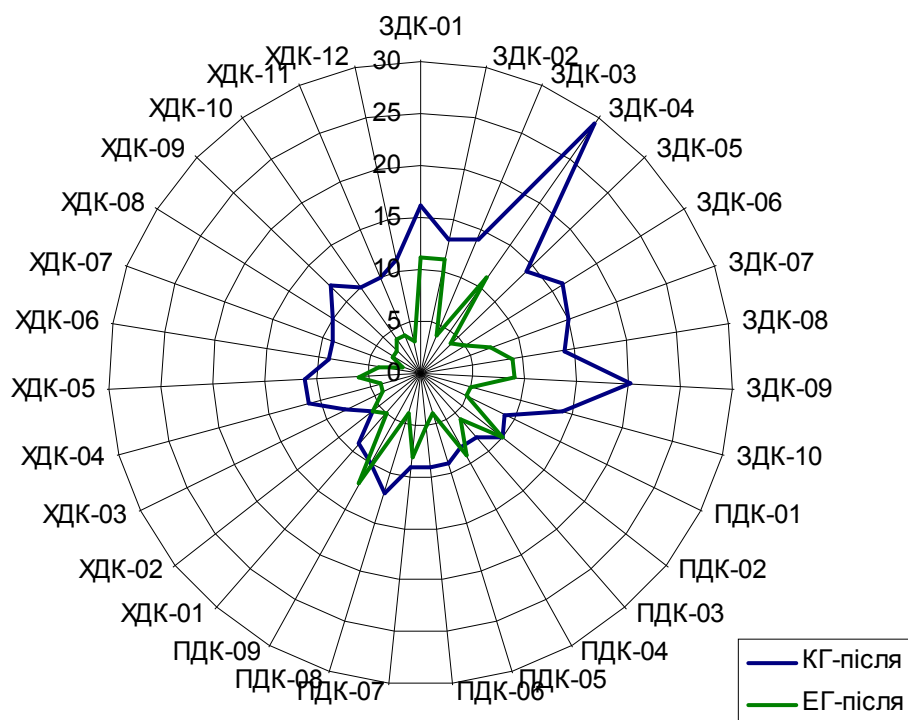


Рис. К.13. Кількість учнів контрольної (КГ-після) та експериментальної (ЕГ-після) груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту із початковим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

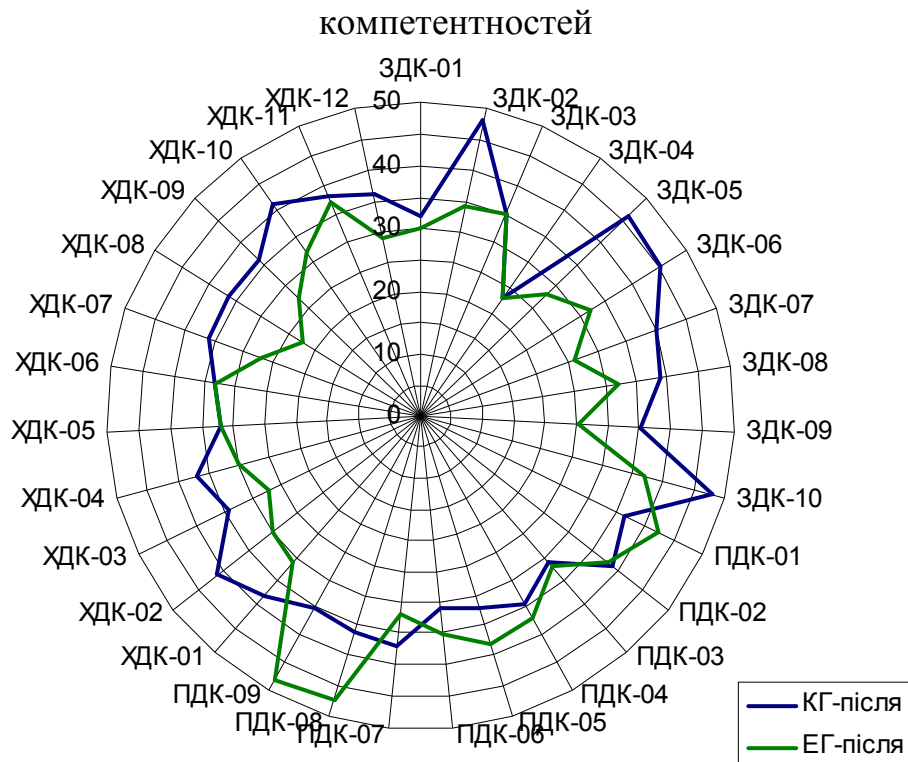


Рис. К.14. Кількість учнів контрольної (КГ-після) та експериментальної (ЕГ-після) груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту із середнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

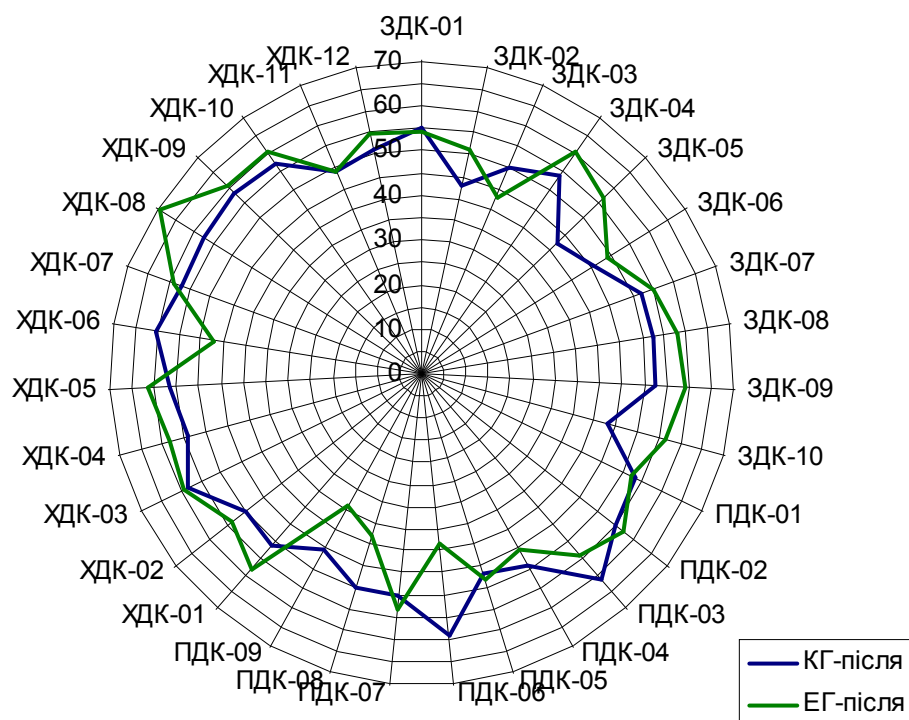


Рис. К.15. Кількість учнів контрольної (КГ-після) та експериментальної (EG-після) груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту із достатнім рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

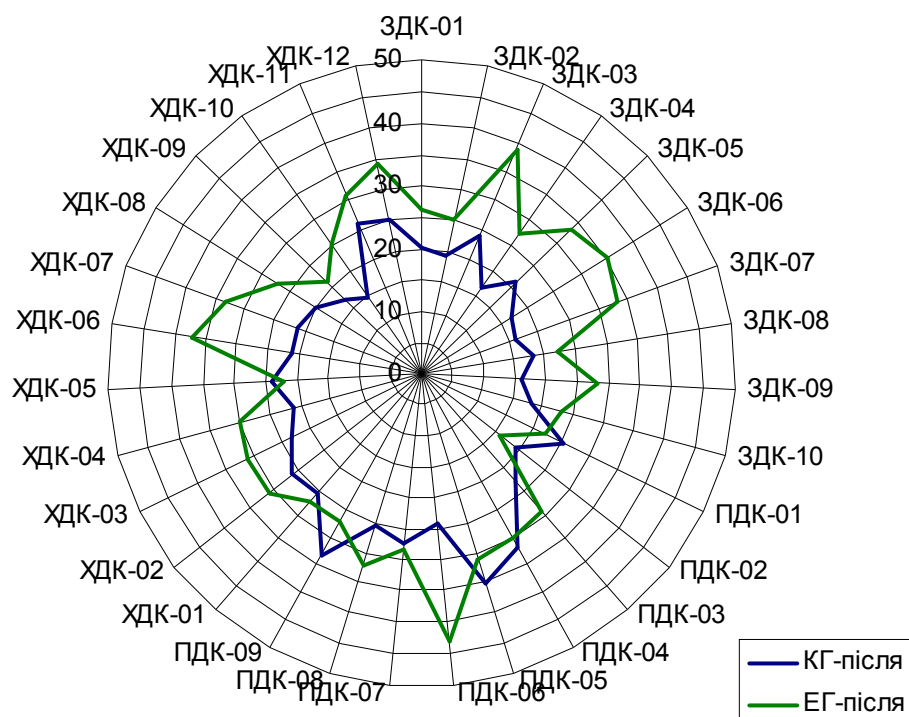


Рис. К.16. Кількість учнів контрольної (КГ-після) та експериментальної (EG-після) груп після завершення формувального етапу педагогічного експерименту із високим рівнем сформованості дослідницьких компетентностей

Додаток Л

Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Список публікацій П. П. Нечипуренка за темою дисертації «Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії»

1. Нечипуренко П. П. Про використання комп'ютерної програми Chemlab / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в шк. – 2007. – № 2. – С. 44 – 47.

2. Нечипуренко П. П. Гармонізація знань і якостей особистості в професійній підготовці вчителів хімії / П. П. Нечипуренко, В. Г. Столяренко // Педагогіка вищої та середньої школи : зб. наук. пр. / голов. ред. проф. Буряк В. К. – Кривий Ріг : КДПУ, 2009. – Вип. 25. – С. 461 – 466.

3. Нечипуренко П. П. Вивчення кислотно-основних індикаторів з використанням комп'ютера / Павло Нечипуренко // Біологія і хімія в шк. – 2011. – № 6. – С. 21 – 24.

4. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії: сучасний стан та перспективи / П. П. Нечипуренко // Наук. часоп. НПУ ім. М. П. Драгоманова. Сер. № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. / за ред. проф. В. П. Покася, В. С. Толмачової. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 33. – С. 95 – 102.

5. Нечипуренко П. П. Інформаційно-комунікаційні засоби формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії [Електронний ресурс] / П. П. Нечипуренко, С. О. Семеріков, Т. В. Селіванова, Т. О. Шенаєва // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – № 6(56). – С. 10 – 29. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1522/1117>.

6. Нечипуренко П. П. Система дослідницьких компетентностей учнів старшої школи у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Вісн. Черкас. ун-ту. Сер. : Педагогічні науки. – 2016. – № 7. – С. 83 – 90.

7. Nechypurenko P. P. VlabEmbed – the New Plugin Moodle for the Chemistry Education [Електронний ресурс] / Pavlo P. Nechypurenko, Serhiy O. Semerikov // ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer 2017 : Proceedings of the 13th International Conference (ICTERI, 2017). (15-18.05.2017, Kyiv). – P. 319 – 326. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 1844). – Режим доступу : <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000319.pdf>.

8. Нечипуренко П. П. Кредитно-модульна система навчання аналітичної хімії та її особливості / П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : Вид. відділ НМетАУ, 2008. – Вип. V.– С. 350 – 352.

9. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти дослідження складу води з відстійника шахтних вод у балці Свістунова при вивченні курсу аналітичної хімії / П. П. Нечипуренко, Г. В. Шугайло, Л. О. Степанова, Є. В. Дрозд, А. М. Трохимчук // Вісн. міжнар. дослід. центру «Людина: мова, культура, пізнання» / голов. ред. О. М. Холод. – 2011. – Т. 28(1). – С. 113 – 119.

10. Нечипуренко П. П. Деякі аспекти імітації реальних хімічних процесів та систем у віртуальних хімічних лабораторіях / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : Вид. відділ НМетАУ, 2012. – Вип. III. – С. 238 – 245.

11. Нечипуренко П. П. Створення тесту для оцінювання рівня підготовки студентів з кількісного хімічного аналізу засобами системи програм MyTest / П. П. Нечипуренко // Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. пр.– Кривий Ріг : Вид. відділ КМІ, 2013. – Вип. IV. – С. 206 – 215.

12. Нечипуренко П. П. Визначення сполук Феруму в ході учнівського ужиткового експерименту / П. П. Нечипуренко, Н. П. Чміль // Вісн. міжнар. дослід. центру «Людина: мова, культура, пізнання» / голов. ред. О. М. Холод. – 2014. – Т. 37(3). – С. 74 – 81.

13. Нечипуренко П. П. Вивчення основ хімічного аналізу засобами комп'ютерних технологій та його місце в екологічній освіті школярів /

П. П. Нечипуренко // Проблеми екології та екологічної освіти : матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. (12 – 13.12.2008, Кривий Ріг). – Кривий Ріг : Вид. дім, 2008. – С. 270 – 275.

14. Нечипуренко П. П. Розвиток дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки Ph. D. в ЄС : матер. II Всеукр. наук.-практ. семінару (30.01.2016, Київ). – К., 2016. – С. 63 – 66.

15. Нечипуренко П. П. Віртуальні хімічні лабораторії в процесі навчання хімії / П. П. Нечипуренко // Інформаційні технології в професійній діяльності : матер. VI Всеукр. наук.-практ. конф. (28.03.2012, Рівне). – Рівне : РВВ РДГУ, 2012. – С. 44 – 46.

16. Нечипуренко П. П. Система Moodle як засіб формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії / П. П. Нечипуренко // Третя міжнар. наук.-практ. конф. «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (21 – 22.05.2015, Київ) : тези доп. – К., 2015. – С. 23.

17. Нечипуренко П. П. Навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії у профільній школі як засіб формування дослідницьких компетентностей / П. П. Нечипуренко // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Вид. центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Т. XIV. – С. 135 – 136.

18. Нечипуренко П. П. MarvinJS як засіб підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії / П. П. Нечипуренко // Четверта міжнар. наук.-практ. конф. «MoodleMoot Ukraine 2016. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (19 – 20.05.2016, Київ) : тези доп. – К., 2016. – С. 28.

19. Нечипуренко П. П. Об'ємний метод хімічного аналізу : методичний посібник / П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. – Кривий Ріг : Вид. відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Т. IX. – Вип. (9) : спецвип.

«Методичний посібник у журналі». – 87 с.

20. Нечипуренко П. П. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт з якісного аналізу для студентів спеціальності «Хімія з основами інформатики» / уклад. П. П. Нечипуренко, Т. О. Шенаєва, В. Г. Столяренко. – Кривий Ріг, 2007. – 56 с.

Таблиця Л.1

**Відомості про апробацію результатів дисертації П. П. Нечипуренка на тему
«Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування
дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні
хімії»**

Назва конференції, конгресу, симпозіуму, семінару, школи	Місце та дата проведення	Форма участі
VI Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми екології та екологічної освіти»	м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет, 12-13 грудня 2008 р.	заочна
VI Міжнародна науково-практична конференція «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі»	м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет Національної металургійної академії України, 17-18 квітня 2008 р.	очна
VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційні технології у професійній діяльності»	м. Рівне, Рівненський державний гуманітарний університет, 28 березня 2012 р.	заочна
X Міжнародна науково-практична конференція «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі»	м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет Національної металургійної академії України, 5-6 квітня 2012 р.	очна
XI Міжнародна науково-практична конференція «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі»	м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет, 11-12 квітня 2013 р.	очна
Третя міжнародна науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2015. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle»	м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури, 21-22 травня 2015 р.	дистанційна
Науково-практичний семінар «Розвиток дослідницької компетентності молодих науковців у контексті гармонізації систем підготовки Ph. D. в ЄС»	м. Київ, Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, 25 січня 2016 р.	дистанційна
VII Всеукраїнська науково-методична конференція «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)»	м. Кривий Ріг, Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет», 19-20 травня 2016 р.	очна
Четверта міжнародна науково-практична	м. Київ, Київський національний	дистанційна

Назва конференції, конгресу, симпозіуму, семінару, школи	Місце та дата проведення	Форма участі
конференція «MoodleMoot Ukraine 2016. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle»	університет будівництва і архітектури, 19-20 травня 2016 р.	
13th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2017)	м. Київ, Інститут післядипломної освіти Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 15-18 травня 2017 р.	очна

Додаток М

Список навчальних закладів та установ, у яких упроваджено результати дослідження

1. Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет»
2. Широківська середня загальноосвітня школа I-III ступенів
3. Комунальний заклад освіти «Тернівський ліцей»
4. Криворізький природничо-науковий ліцей Криворізької міської ради Дніпропетровської області
5. Красінська середня загальноосвітня школа
6. Комунальний заклад освіти «Середня загальноосвітня школа № 135» Дніпропетровської міської ради



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Державний вищий навчальний заклад
 «Криворізький національний університет»
 КРИВОРІЗЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

50086, м.Кривий Ріг, пр.Гагаріна, 54. Тел.: (0564)-71-57-34, факс: (0564)-71-70-25, 71-76-74 E-mail: kdpu@kdpu.edu.ua

15 ЛИП 2013 № 02/47/3-278/3.

на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П. П. Нечипуренка
 у навчальний процес

Криворізького педагогічного інституту
 ДВНЗ «Криворізький національний університет»

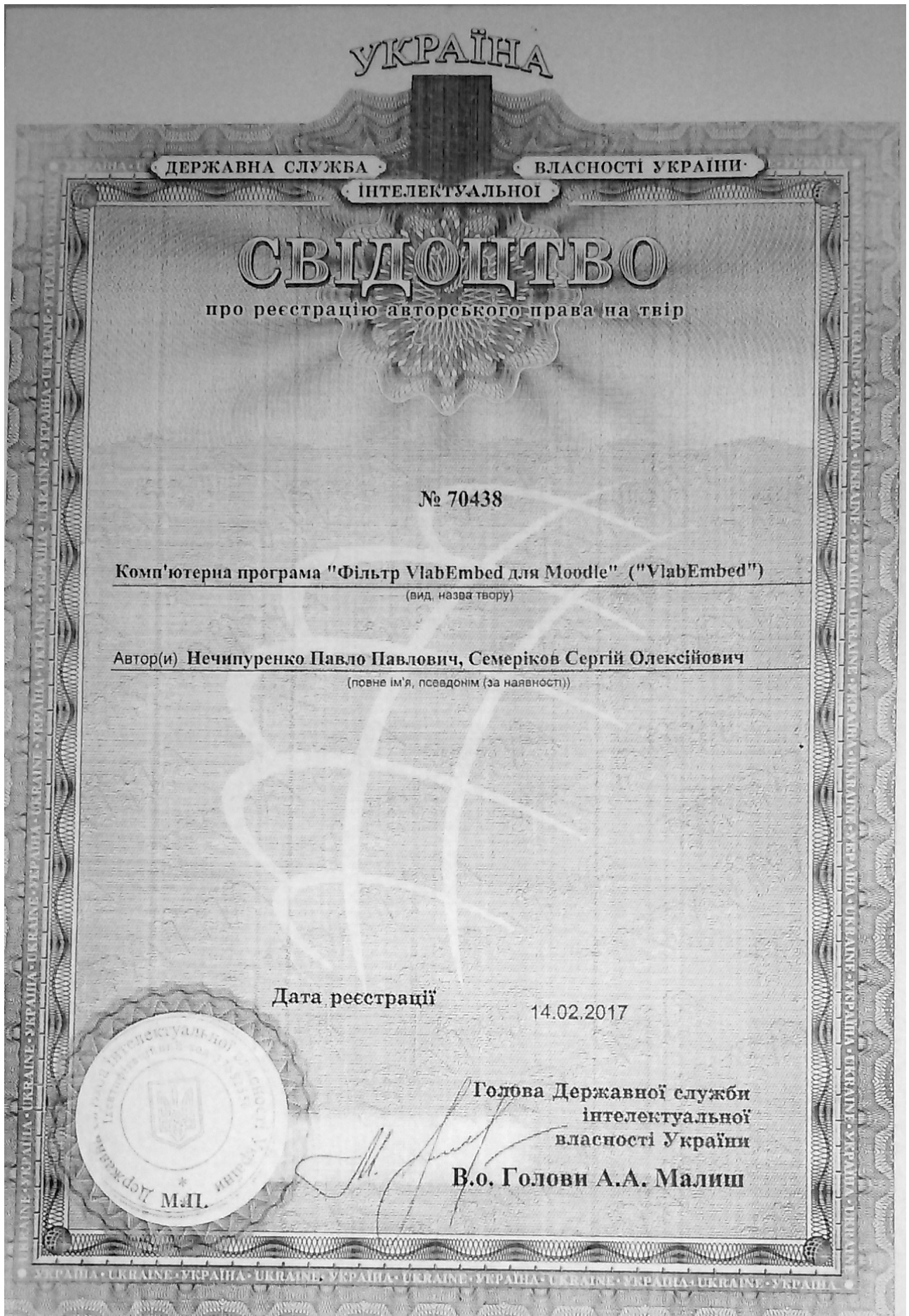
№ 0663
 Результати дослідження П. П. Нечипуренка впроваджувалися у навчальний процес природничого факультету Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет» протягом 2011-2012 та 2012-2013 навчальних років. Впровадження здійснювалося на кафедрі хімії та методики її навчання Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет» у навчальних курсах «Комп'ютерне моделювання хімічних процесів», «Аналітична хімія», «Методика навчання хімії», «Комп'ютерне навчання на уроках хімії», «Інформаційні технології навчання хімії» (спеціальність «Хімія»). У апробації брали участь викладачі кафедри хімії та методики її навчання: Шенаєва Т. О., Томіліна Л. І., Селіванова Т. В., Нечипуренко П. П.


Викладачі, що брали участь у апробації відзначили можливість використання навчальних матеріалів та віртуальних лабораторних робіт з кількісного хімічного аналізу, розроблених Нечипуренком П. П., як для ілюстрації можливостей використання комп'ютерних технологій у навчанні хімії, так і для поглиблення та інтенсифікації процесу вивчення аналітичної хімії. Особливої уваги заслуговує можливість використання навчальних матеріалів та віртуальних лабораторних робіт з кількісного хімічного аналізу для організації дистанційного навчання та самостійної роботи студентів з відповідного спецкурсу.

Проректор університету
 директор інституту



Я.В. Шрамко



 УКРАЇНА Дніпропетровська область 53070, Криворізька районна рада с. Широке ШИРОКІВСЬКА СЕРЕДНЯ ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА Ідентифікаційний код 19140 П/р _____ у _____ МФО _____ на № <u>182</u> від <u>24.06.15р.</u> № _____ від _____ тел. 477-25-22	
--	--

ДОВІДКА № __ від «__» _____ р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П. П. Нечипуренка
у навчальний процес

Широківської середньої загальноосвітньої школи I-III ступенів

Криворізької районної ради Дніпропетровської області

Програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» та методичний супровід факультативних занять, які були розроблені П. П. Нечипуренком в рамках його дисертаційного дослідження, були апробовані і впроваджені у навчальний процес Широківської середньої загальноосвітньої школи I-III ступенів у 10-11-х класах екологічного профілю, починаючи з 2011-2012 н. р.

Застосування комп'ютерних засобів навчання, передбачене програмою факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу», дозволяє зробити процес навчання основам кількісного хімічного аналізу більш сучасним і таким, що сприяє розвитку пізнавальної активності учнів у процесі формування знань кількісного хімічного аналізу. Слід зазначити, що результати впровадження факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» у навчальний процес показують підвищення інтересу до вивчення хімії у цілому та сприяють формуванню професійно значущих компетенцій в учнів класів з екологічним профілем навчання.



Директор Широківської СЗШ

С. О. Трофименко

Україна
Дніпропетровська обл.
50083, м.Кривий Ріг
вул.Федоренка, 5Б
КОМУНАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД ОСВІТИ
«ТЕРНІВСЬКИЙ
ЛІЦЕЙ»
Ідентифікаційний код 24449035

Р/р _____
у _____

№ _____ від _____
на № 293 від 24.06.18р.
тел. 36-00-81

ДОВІДКА № __ від «__» _____ р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П. П. Нечипуренка
у навчальний процес

Комунального закладу освіти «Тернівський ліцей»

Криворізької міської ради Дніпропетровської області

Результати дослідження П. П. Нечипуренка впроваджувались у навчальний процес Комунального закладу освіти «Тернівський ліцей» починаючи з 20011-2012 н. р. Впровадження здійснювалось вчителем хімії у 10-му класі хімічного профілю.

Запропоновані П. П. Нечипуренком факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» та методичний комплекс до нього пройшли апробацію у комунальному закладі освіти «Тернівський ліцей». Виходячи з результатів апробації програми факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу», слід відзначити, що запропонована методика забезпечує формування понять з кількісного хімічного аналізу та практичних навичок з хімії на високому рівні, дозволяє зробити більш зручним і ефективним процес засвоєння знань з хімії за рахунок використання сучасних комп'ютерних технологій навчання.

Директор КЗО «Тернівський ліцей»



А. М. Гавдан

УКРАЇНА	
Дніпропетровська обл., 50071, м. Кривий Ріг	
вул. Володимира Великого, 32-а	
КРИВОРІЗЬКИЙ	
ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИЙ ЛІЦЕЙ	
КРИВОРІЗЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ	
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	
Ідентифікаційний код 20229567	
Р/р	
№	вид 10.08.2018р.
на №	від
тел. 64-23-35	

ДОВІДКА № 54 від «10» серпня 2018р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П.П. Нечипуренка у навчальний процес Криворізького природничо-наукового ліцею Криворізької міської ради Дніпропетровської області

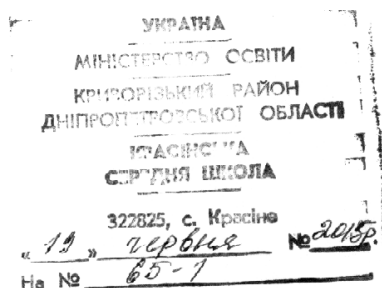
Впровадження розробленого П. П. Нечипуренком комп'ютерно-орієнтованого факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу» здійснювалось у навчально-виховному процесі Криворізького природничо-наукового ліцею у 10-х класах медичного профілю у період з 2011-2012 по 2015-2016 н. р. Визначальною особливістю розробленого П. П. Нечипуренком курсу є поєднання традиційних і комп'ютерних засобів навчання хімії, зокрема такого її розділу, як кількісний хімічний аналіз.

Використання комп'ютерних засобів навчання в процесі вивчення основ кількісного хімічного аналізу дозволяє інтенсифікувати навчальний процес, покращує засвоєння навчального матеріалу і підвищує мотивацію учнів до вивчення хімії, про що свідчать результати апробації даного факультативного курсу.

Директор Криворізького
природничо-наукового ліцею
Криворізької міської ради
Дніпропетровської області



Л. В. Башук



ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П. П. Нечипуренко

у навчальний процес

Красінської середньої загальноосвітньої школи

Криворізької районної ради Дніпропетровської області

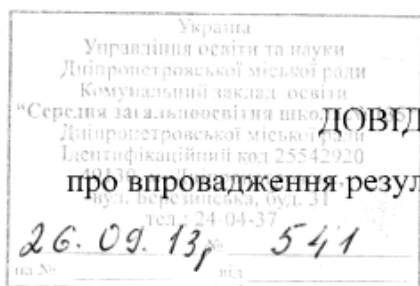
Результати дослідження П. П. Нечипуренко впроваджувалися у навчальний процес Красінської середньої загальноосвітньої школи починаючи з 2011/2012 н. р. Впровадження здійснювалося вчителями хімії у 10-х класах. Вони відмічають, що розроблена П. П. Нечипуренко програма факультативного курсу «Онови кількісного хімічного аналізу» дозволяє поглибити знання учнів з хімії, показати практичне застосування хімічних знань та взаємозв'язок хімії з такими науками як фізика, геологія, екологія, інформатика, медицина тощо.

Особливо слід відзначити розроблені П. П. Нечипуренком віртуальні лабораторні роботи з кількісного хімічного аналізу, які дозволяють значно розширити зміст лабораторного практикуму з кількісного хімічного аналізу, відпрацювати послідовність дій при проведенні лабораторних досліджень, сформувати уміння одержувати результати лабораторних дослідів і правильно інтерпретувати їх.

Директор Красінської СЗШ



Л. О. Куцова



ДОВІДКА № 541 від «26» вересня р. 2013

про впровадження результатів дисертаційного дослідження П. П. Нечипуренка
у навчальний процес

Дніпропетровської середньої загальноосвітньої школи № 135

Методичний комплект і програма факультативного курсу «Основи кількісного хімічного аналізу», розроблені П. П. Нечипуренком, були впроваджені у навчальний процес Дніпропетровської загальноосвітньої середньої школи № 135 у 2011-2012 та 2012-2013 н. р. Упровадження здійснювалось у 10-х класах хіміко-біологічного профілю.

Факультативний курс «Основи кількісного хімічного аналізу» сприяє збільшенню інтересу учнів до навчання хімії, інтеграції знань з різних предметів природничого циклу: хімії, екології, фізики. Велика кількість лабораторних робіт, запланованих у програмі факультативу «Основи кількісного хімічного аналізу», дозволяє поглибити розуміння теоретичного матеріалу, розкрити взаємозв'язок теорії і практики хімічного аналізу, посилити професійну орієнтацію учнів, сформувати у них навички роботи як у хімічній лабораторії, так і з комп'ютерною технікою.

Директор Дніпропетровської СЗШ № 135



Л. І. Дворядкіна