

Роман С.В.

## Дослідницька діяльність в арсеналі технологій формування еколого-гуманістичних цінностей школярів у процесі хімічної освіти

Роман Сергій Володимирович, доктор педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри лабораторної діагностики, хімії та біохімії

ДЗ "Луганський національний університет імені Тараса Шевченка", м. Старобільськ, Україна  
член-кореспондент Міжнародної академії наук педагогічної освіти (МАНПО), м. Москва, Росія

**Анотація.** Дослідницька технологія є одним із провідних напрямів формування еколого-гуманістичних цінностей у позаурочній – факультативній – роботі з хімії, оскільки можливість наочно побачити позитивні результати власної дослідницької та природоохоронної діяльності розвиває в школярів почуття відповідальності за свої дії в довкіллі, допомагає утвердженню екологічних імперативів, а особисте усвідомлення здобутих результатів сприяє формуванню відповідних ціннісних орієнтацій школярів, практичного досвіду правильної поведінки в навколишньому середовищі та подальшій активній природоохоронній діяльності. Охарактеризовано планування й організацію дослідницької діяльності школярів у контексті формування еколого-гуманістичних цінностей з урахуванням вимог до змісту хіміко-екологічного матеріалу, розкриття якого через постановку дослідів матиме найвищий аксіологічний результат, а також рівня знань та експериментальних умінь школярів; показано можливі напрями взаємозв'язку урочної й позаурочної дослідницької діяльності, доцільність активного впровадження в дослідницьку діяльність елементів екологічного моніторингу. Запропоновано загальну схему вивчення впливу хімічних забруднювачів на об'єкти навколишнього середовища: вибір хімічного забруднювача → моделювання джерела забруднення (імітація) → дослідження реального впливу цього забруднювача на рослинні, тваринні об'єкти й екосистеми → відбір оптимальних природоохоронних заходів → моделювання цих заходів та аналіз наслідків їх реалізації для живих об'єктів → висновки → практичне значення проведеного дослідження й перспективи нових досліджень

**Ключові слова:** дослідницька технологія, еколого-гуманістичні цінності, шкільна хімічна освіта

**Вступ.** Виходячи з того, що необхідною умовою розвитку й активного становлення аксіосфери особистості є усунення обмежень інтелектуальної ініціативи та творчого самовираження школярів, у процесі формування їхніх еколого-гуманістичних цінностей перевага має надаватися тим технологіям, які передбачають практичну дослідницьку та пізнавальну природоохоронну діяльність. Саме у практичній діяльності розвиваються творчі здібності, формується творча активність, відбуваються зміна стереотипів та аксіологізація й екологізація мислення, свідомості, поведінки. Адаже світогляд, цінності, погляди, переконання, як відомо, не можна передати в готовому вигляді, вони формуються і виявляються в процесі активної пізнавальної та практичної діяльності особистості – у характері й змісті її дій та вчинків. Одним лише словесним роз'ясненням норм екологічної моралі обмежитися не можна. Жодні якості особистості, як писав А. Макаренко, не виховати самими розмовами, для цього треба людину поставити в такі умови або залучити до такої діяльності, щоб відповідні якості практично проявлялися й закріплювалися. Це має також стосуватися й формування еколого-гуманістичних цінностей у процесі шкільної хімічної освіти, здатної, на нашу думку, забезпечити належний рівень дослідницької діяльності учнів хіміко-екологічного спрямування.

**Короткий огляд публікацій за темою.** Навчальних матеріалів з хімії, які описово представляють екологічні ситуації й навіть пропонують шляхи удосконалення екологічних заходів з метою зняття моральної напруги, пов'язаної з погіршенням умов існування в довкіллі та створеної людьми через їхню недбалість, невміння жити у злагоді з природою, частиною якої є вони самі, більш ніж достатньо. Зокрема, роль хімічних знань у розв'язанні екологічних проблем висвітлювали Н. Буринська, Л. Величко, О. Власенко, Г. Вовк, Т. Вороненко, Ю. Колупаєв і Г. Єльнікова, І. Костицька, Л. Крючкова, Н. Кузьменок і А. Кумачов, Є. Куратова і В. Сорокін, В. Назаренко, Н. Немченко, Т. Нінова, О. Мітрясова, П. Самойленко, Н. Суртаєва, А. Ясинська А. Хрупало, та ін. Проте цього замало, треба не тільки на змі-

стовному рівні вести роз'яснення існуючих проблем, але й запропонувати рішення завдань, які потребують використання знань в практичній природоохоронній діяльності. Таких матеріалів в методиці викладання хімії недостатньо для втілення в життя шкільної програми з хімії, яка екологізована й гуманізована за своїм змістом. Учителю потрібні конкретні технології практичного відпрацювання хіміко-екологічних "знань у дії", формування навичок та стереотипу екоетичного мислення. Більш того, сьогодні ми говоримо про необхідність підсилення мотиваційної сторони навчання, забезпечення через навчальний матеріал формування навичок орієнтування у світі сенсів та еколого-гуманістичних цінностей. Інформація повинна збуджувати особистісне відношення до навчального матеріалу, прагнення перевірити його на практиці, оцінити одержані при цьому результати-знання не тільки з позиції істинності, важливості та складності, але й під кутом зору інших параметрів – світогляду, моральності, естетичності.

Зазначене вище спонукало нас при розробці перспективних напрямів формування еколого-гуманістичних цінностей у процесі шкільної хімічної освіти надати пріоритетності дослідницькій діяльності учнів хіміко-екологічного спрямування, характеристика якої в теоретико-методологічному контексті аналізованої проблеми й становить мету статті.

**Матеріали та методи дослідження.** Матеріалом для цієї статті слугували теоретико-методичні роботи вітчизняних і зарубіжних науковців щодо організації дослідницької діяльності школярів з екологічних проблем на уроках хімії. Використовувались такі теоретичні методи дослідження: ретроспективно-порівняльний, логічний аналіз – для виявлення недоліків у шкільній хімічній освіті та з'ясування стану дослідження проблеми; систематизація, синтез, узагальнення наукових даних – для розкриття сутності проблеми; моделювання – для розробки тематики та загальної схеми експериментальних досліджень хіміко-екологічного спрямування.

**Результати та їх обговорення.** Одним із провідних напрямів формування еколого-гуманістичних цінностей у позаурочній – факультативній – роботі з хімії ми вважаємо *дослідницьку технологію*, оскільки активно використовуючи теоретичний хіміко-екологічний матеріал у дослідницькій діяльності, школярі можуть ознайомитись з причинами виникнення екологічних проблем та методами, за допомогою яких можна їх розв'язувати, самостійно оцінити стан навколишнього середовища, усвідомити зв'язок між глобальністю проблеми й можливістю кожного вплинути на неї. Можливість наочно побачити позитивні результати власної дослідницької та природоохоронної діяльності розвиває в школярів почуття відповідальності за свої дії в довкіллі, допомагає утвердженню екологічних імперативів. Особисте усвідомлення здобутих результатів сприяє формуванню відповідних ціннісних орієнтацій школярів, практичного досвіду правильної поведінки в навколишньому середовищі та подальшій активній природоохоронній діяльності. Під дослідницькою діяльністю школярів, яка моделює процес наукового пізнання, розумітимемо особливий вид інтелектуально-творчої діяльності пошукового характеру, спрямований на формування адекватного уявлення про об'єкт вивчення й такий, що здійснюється згідно вимог наукового дослідження та супроводжується оволодінням необхідними знаннями й вміннями, а, отже, й формуванням компетенцій [4, с. 67].

Дослідницьку діяльність школярів хіміко-екологічного спрямування В. Назаренко пропонує організувати за таким планом: 1. Аналіз змісту хіміко-екологічного матеріалу, що вивчається. 2. Постановка проблеми. 3. Формулювання цілей і задач дослідження. 4. Планування експерименту на основі теоретичних і практичних знань й умінь (робота з літературними джерелами, підбір обладнання, реактивів, об'єктів дослідження). 5. Організація проведення експерименту (час, місце). 6. Спостереження. Корегування експерименту за необхідністю. 7. Аналіз результатів дослідження. Обговорення. 8. Формулювання висновків. 9. Оформлення результатів дослідницької роботи. 10. Пред'явлення результатів учнівській аудиторії (виступ) [5, с. 56].

Для більш цілісної й функціональної завершеності вважаємо за доцільне додати до цього плану ще два етапи: застосування результатів дослідження (усвідомлення практичного значення знань); програмування й планування нових досліджень (цей етап водночас є першим етапом наступного циклу дослідницької діяльності).

Організація вчителем дослідницької діяльності має ґрунтуватися на оптимістичній концепції – кожен учень має певний дослідницький потенціал, дослідницька робота допоможе йому наблизитись до розуміння наукової картини світу, стати талановитою творчою особистістю [12, с. 50]; а також визначатися такими принципами: пріоритетності, персоніфікації, креативності, поглиблення, безперервності, професійної спрямованості [3, с. 16-17].

Крім того, дослідницька технологія вимагає від учителя чіткого визначення змісту хіміко-екологічного матеріалу, розкриття якого через постановку дослідів матиме найвищий аксіологічний результат. Цей зміст повинен задовольняти такі вимоги: нова інформація не по-

винна домінувати над опорними знаннями; відібраний матеріал повинен бути "співпричетним науці", пов'язаним з екологічними проблемами місцевого значення, гуманістично насиченим, соціально й особистісно значущим для школяра; навчальний матеріал повинен містити в собі проблему, яка фактично стає основою експериментального дослідження; школярі повинні вільно орієнтуватися в такому матеріалі, що підвищує долю їхньої самостійності у виконанні дослідження.

Наступним важливим моментом в організації дослідницької роботи є оцінка наявних знань й умінь школярів (насамперед дослідницьких) та визначення у зв'язку з цим співвідношення діяльності вчителя й учня (учитель допомагає школярам проводити теоретичний аналіз змісту, виділяти питання, які можуть бути використані для постановки проблеми, окреслювати шляхи експериментального підтвердження сформульованої гіпотези, зазначає літературні джерела, пояснює, як провести ті чи інші розрахунки й оформити результати дослідження або більшість з названих школярі виконують самостійно) [5, с. 56].

Під дослідницькими вміннями школярів можна розуміти систему інтелектуально-практичних умінь, необхідних для самостійного виконання дослідження. Виділяють три групи дослідницьких умінь школярів: 1) виконання одиничних операцій дослідження (спостереження, порівняння фактів, властивостей, явищ, встановлення причинно-наслідкових зв'язків, формулювання висновків на основі виконання одиничних операцій); 2) поєднання різних умінь першої групи (формулювання цілей роботи, встановлення залежності між фактами у вигляді схем і таблиць, висновки на основі наявних знань, планування досліду для підтвердження гіпотези, проведення дослідів і формулювання висновку); 3) комплексне використання вмінь різних груп (уміння бачити проблему, висувати гіпотези, складати план дослідження, знаходити способи експериментального підтвердження або спростування гіпотези, обробка результатів експерименту) [11, с. 49].

Організація творчої діяльності школярів із дослідження природного середовища сприяє формуванню широкого спектру практичних умінь, необхідних для їхньої соціалізації: формулювання екологічної проблеми, планування експериментального дослідження, проведення спостережень, оволодіння методами та методиками дослідження об'єктів навколишнього середовища, опрацювання та аналізу результатів дослідження, оцінювання реальної екологічної ситуації, висування гіпотези щодо екологічних наслідків забруднення довкілля та розробки природоохоронних заходів [13, с. 15].

Дослідницька діяльність хіміко-екологічного спрямування має поєднувати проведення лабораторного експерименту (із дотриманням екологічних вимог) з натурними спостереженнями школярів. Такий лабораторний експеримент уможливує: моделювання негативних екологічних ситуацій, адекватних реально існуючим; імітацію деяких природних процесів і явищ; визначення біогенних елементів і біологічно активних органічних сполук в біологічному матеріалі; оцінку якості сільськогосподарської продукції і продуктів харчування. При цьому значимо, що при переході від класно-урочної до позаурочної організації дослідницької роботи школярів з хімії збільшується кількість годин, необхідних для досягнення поставле-

ної цілі експерименту, а, отже, збільшується вклад дослідницької технології в усебічне формування особистості школяра. З цього випливає важливість послідовної підготовки школярів до виконання самостійних досліджень хіміко-екологічного спрямування: мікродослідження на уроці → хімічний практикум дослідницького характеру → позаурочне самостійне дослідження. Разом із тим слід зазначити, що існує й оборотний зв'язок між зазначеними формами організації дослідження. Так, результати позаурочної дослідницької роботи школярів екологічного спрямування можуть бути використані вчителем на уроці як готові демонстрації, для розробки відповідно спрямованих практичних робіт дослідницького характеру, лабораторних мікродосліджень, тобто для одержання в подальшому певного освітнього результату [4, с. 68].

Іншим перспективним напрямом упровадження нового змісту дослідницької діяльності хіміко-екологічного спрямування ми вважаємо використання в самостійній експериментальній роботі школярів елементів екологічного моніторингу [6]. Екологічний моніторинг – це система спостережень, оцінки й прогнозу змін стану природного середовища під впливом природних і антропогенних факторів. Його основні цілі полягають в забезпеченні своєчасною й достовірною інформацією, яка дозволяє: оцінити показники стану функціонування екосистем і середовища існування людини; виявити причини змін цих показників; визначити й організувати заходи щодо виправлення виникаючих негативних наслідків, покращення якості навколишнього середовища. Основні задачі екологічного моніторингу: спостереження за джерелами антропогенного й природного впливу; спостереження за станом природного середовища і процесами, що відбуваються під дією антропогенних чинників; оцінка фактичного стану природного середовища; прогноз змін стану природного середовища.

Шкільний екологічний моніторинг – це частина системи екологічної освіти, спрямована на формування екологічних знань, вмінь і навичок школярів у процесі практичної діяльності, яка включає спостереження за станом навколишнього середовища своєї місцевості. У рамках шкільного екологічного моніторингу можуть бути проведені експериментальні роботи хіміко-екологічного спрямування і натурні спостереження, присвячені оцінці екологічного стану водоймищ, ґрунту, атмосфери, змін біорізноманіття. Це дозволить скласти цілісну характеристику мікрорайону як середовища існування не тільки людей, але й інших живих істот [2, с. 65-66].

**Висновки.** Аналіз досліджуваної проблеми в теоретико-методологічному аспекті засвідчив, що в курсі хімії загалом та позакласній роботі з цього предмету зокрема закладені значні потенційні можливості для постановки дослідницької діяльності екологічного характеру, що дозволило нам з урахуванням розглянутого вище скласти орієнтовну тематику позаурочних експериментальних досліджень хіміко-екологічного спрямування, які передбачають таку загальну схему вивчення впливу хімічних забруднювачів на об'єкти навколишнього середовища: вибір хімічного забруднювача → моделювання джерела забруднення (імітація) → дослідження реального впливу цього забруднювача на рослинні, тваринні об'єкти й екосистеми → відбір оптимальних природоохоронних заходів → моделювання цих заходів та аналіз наслідків їх реалізації для живих об'єктів → висновки → практичне значення проведеного дослідження й перспективи нових досліджень.

Запропоновану схему моделювання впливу забруднювачів на довкілля також було покладено в основу дослідницького складника розробленої нами програми факультативного курсу "Хімія та захист довкілля" для учнів старшої школи, що має інтегрований характер, спирається на знання й уміння з дисциплін природничого циклу та націлений на оволодіння знаннями про захист навколишнього середовища як у ході теоретичних узагальнень, так і експериментальної діяльності, на яку відводиться більша половина навчального часу [9]. Дослідницька діяльність визначається провідною й у програмах інших розроблених автором факультативних курсів для учнів старшої школи, які включають хіміко-екологічний аспект, – "Основи біологічної хімії" [7], "Алфавіт життя" [1], "Основи біоорганічної хімії" [8], "Хімія та медицина" [10].

Отже, практично-дослідна спрямованість шкільної хімічної освіти на екологічне виховання школярів є одним із ефективних засобів розвитку їх творчої активності у природоохоронній діяльності, формування екологічної культури та відповідних еколого-гуманістичних цінностей. Адже показником сформованості екологічної культури є готовність і здатність особистості діяти практично й приймати виважені екоетичні рішення. Використання в процесі вивчення хімії дослідницької технології з метою формування еколого-гуманістичних цінностей школярів слід пов'язати з діяльністю шкільного екохімічного товариства, теоретико-методичним особливостям організації якого ми присвяtimo подальше наше дослідження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Алфавіт життя : методичні матеріали до спецкурсу для учнів старшої школи / С.В. Роман, В.Р. Маслова, С.В. Вовк, З.І. Міквобія // Освіта Донбасу. – 2003. – № 3(98). – С. 60-66; № 4(99). – С. 54-60; 2004. – № 1(102). – С. 49-56; 2005. – № 1(108). – С. 50-56.
2. Аргунова М.В. Методи учебного экологического мониторинга / М.В. Аргунова // Химия в школе. – 2009. – № 2. – С. 65-70.
3. Гаркович О. Роль науково-дослідницької діяльності у професійній орієнтації старшокласників / Олексій Гаркович // Завдання і перспективи навчання хімії у профільній школі: [зб. наук. праць / за ред. Н.І. Шиян]. – Полтава: Друкарська майстерня, 2009. – С. 15-17.
4. Исаев Д.С. Из опыта организации исследовательской деятельности / Д.С. Исаев // Химия в школе. – 2011. – № 4. – С. 67-68.
5. Назаренко В.М. Исследовательская деятельность учащихся в процессе экологического образования / В.М. Назаренко // Химия в школе. – 1990. – № 4. – С. 56-62.
6. Постникова Т.Ф. Экологический мониторинг / Т.Ф. Постникова // Образование в современной школе. – 2003. – № 12. – С. 40-52.
7. Роман С.В. Методичні матеріали до факультативного спецкурсу з основ біологічної хімії для учнів 11-х класів / С.В. Роман, З.І. Міквобія, С.В. Вовк // Освіта Донбасу. – 2002. – № 2(92). – С. 28-31; № 3(93). – С. 20-24; № 4(94). – С. 30-34; № 5(95). – С. 28-31.

8. Роман С.В. Програма факультативного курсу "Основи біоорганічної хімії" для учнів старшої школи / С.В. Роман, Л.М. Крючок // Освіта Донбасу. – 2007. – №5-6(124-125). – С. 10-14.
9. Роман С.В. Програма факультативного курсу "Хімія та захист довкілля" для учнів старшої школи / Роман С.В., Крючок Л.М. // Освіта Донбасу. – 2010. – № 2(139). – С. 41-49.
10. Роман С.В. Програма факультативного курсу "Хімія та медицина" для учнів старшої школи / С.В. Роман, Л.М. Крючок // Освіта Донбасу. – 2009. – № 3-4(134-135). – С. 35-40.
11. Смоленская И.В. Практико-ориентированные задания как средство формирования исследовательских умений на уроках химии / И.В. Смоленская, Л.Е. Савашкевич // Химия (ИД "Первое сентября"). – 2011. – август. – С. 49-53.
12. Чепиль М.М. Педагогічні технології: навч. посіб. / Чепиль М.М., Дудник Н.З. – К.: Академвидав, 2012. – 224 с.
13. Ясинська А. Розвиток творчих здібностей учнів на уроках хімії / Алла Ясинська // Біологія і хімія в школі. – 2002. – № 5. – С. 13-15.

#### REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED

1. Alphabet of life: methodical materials to a special course for pupils of high school / S.V. Roman, V.R. Maslova, S.V. Vovk, Z.I. Mikvabiya // Education of Donbass. – 2003. – № 3(98). – P. 60-66; № 4(99). – P. 54-60; 2004. – № 1(102). – P. 49-56; 2005. – № 1(108). – P. 50-56.
2. Argunova M.V. Methods of educational environmental monitoring / M.V. Argunova // Chemistry at school. – 2009. – № 2. – P. 65-70.
3. Garkovich O. Role of scientific research activity in vocational guidance of seniors / Oleksiy Garkovich // Challenges and perspectives in teaching chemistry profile school: [Coll. Scien. Works / ed. N.I. Shiyani]. – Poltava: Printing Workshop, 2009. – P. 15-17.
4. Isaev D.S. Iz opyta organizatsii issledovatel'skoy deyatel'nosti [From experience of the organization of research activity] / D.S. Isaev // Chemistry at school. – 2011. – № 4. – P. 67-68.
5. Nazarenko V.M. Research activity of pupils in the course of ecological education / V.M. Nazarenko // Chemistry at school. – 1990. – № 4. – P. 56-62.
6. Postnikova T.F. Environmental monitoring / T.F. Postnikova // Education in the modern school. – 2003. – № 12. – P. 40-52.
7. Roman S.V. Methodical materials to a facultative special course to poosnova of biological chemistry for pupils of the 11th classes / S.V. Roman, Z.I. Mikvabiya, S.V. Vovk // Education of Donbass. – 2002. – № 2(92). – P. 28-31; № 3(93). – P. 20-24; № 4(94). – P. 30-34; № 5(95). – P. 28-31.
8. Roman S.V. Program of the facultative course "Fundamentals of bioorganic chemistry" for pupils of high school / S.V. Roman, L.M. Kryuchok // Education of Donbass. – 2007. – №5-6(124-125). – P. 10-14.
9. Roman S.V. Program of the facultative course "Chemistry and environment protection" for pupils of high school / S.V. Roman, L.M. Kryuchok // Education of Donbass. – 2010. – № 2(139). – P. 41-49.
10. Roman S.V. Program of the facultative course "Chemistry and medicine" for pupils of high school / S.V. Roman, L.M. Kryuchok // Education of Donbass. – 2009. – № 3-4(134-135). – P. 35-40.
11. Smolenskaya I.V. Almost focused tasks as means of formation of research abilities at chemistry lessons / I.V. Smolenskaya, L.E. Savashkevich // Chemistry (Pub. Hause " 1 September "). – 2011. – August. – P. 49-53.
12. Chepil M.M. Pedagogical technologies: tutorial / M.M. Chepil, N.Z. Dudnik. – K.: Akademvidav, 2012. – 224 p.
13. Yasinska A. Development of the creative abilities studying at chemistry lessons / Alla Yasinska // Biology and Chemistry at School. – 2002. – № 5. – P. 13-15.

#### Roman S.V. Research activity in an arsenal of technologies of formation of ecological and humanistic values of school students in the course of chemical education

**Abstract.** The research technology is one of leading ways of formation of ecological and humanistic values in after-hour – facultative – work on chemistry as opportunity visually to see positive results of own research and nature protection activity develops at school students a sense of responsibility for the actions in environment, helps the statement of ecological imperatives, and personal understanding of the received results promotes formation of the corresponding valuable orientations of school students, practical experience of the correct behavior in environment and further vigorous nature protection activity. Planning and the organization of research activity of school students in a context of formation of ecological and humanistic values taking into account requirements to the maintenance of the chemical and ecological material which disclosure through statement of experiences will have the highest valuable result, and also level of knowledge and experimental abilities of school students are characterized; the possible directions of interrelation of fixed and extracurricular research activities, expediency of active introduction in research activity of elements of environmental monitoring are shown. The approximate scope of after-hour pilot chemical studies of ecological character and the general scheme of studying of influence of chemical pollutants corresponding to them on objects of environment is offered: choice of a chemical pollutant → modeling of a source of pollution (imitation) → research of real influence of this pollutant on vegetable, animal objects and ecosystems → selection of optimum nature protection actions → modeling of these actions and the analysis of consequences of their realization for live objects → conclusions → practical value of the conducted research and prospect of new researches

**Keywords:** research technology, ecological and humanistic values, school chemical education

#### Роман С.В. Исследовательская деятельность в арсенале технологий формирования эколого-гуманистических ценностей школьников в процессе химического образования

**Аннотация.** Исследовательская технология является одним из ведущих направлений формирования эколого-гуманистических ценностей во внеурочной – факультативной – работе по химии, поскольку возможность наглядно увидеть позитивные результаты собственной исследовательской и природоохранной деятельности развивает у школьников чувство ответственности за свои действия в окружающей среде, помогает утверждению экологических императивов, а личное осознание полученных результатов способствует формированию соответствующих ценностных ориентаций школьников, практического опыта правильного поведения в окружающей среде и дальнейшей активной природоохранной деятельности. Охарактеризованы планирование и организация исследовательской деятельности школьников в контексте формирования эколого-гуманистических ценностей с учетом требований к содержанию химико-экологического материала, раскрытие которого через постановку опытов будет иметь наивысший аксиологический результат, а также уровня знаний и экспериментальных умений школьников; показаны возможные направления взаимосвязи урочной и внеурочной исследовательской деятельности, целесообразность активного внедрения в исследовательскую деятельность элементов экологического мониторинга. Предложена общая схема изучения влияния химических загрязнителей на объекты окружающей среды: выбор химического загрязнителя → моделирования источника загрязнения (имитация) → исследование реального влияния данного загрязнителя на растительные, животные объекты и экосистемы → отбор оптимальных природоохранных мероприятий → моделирование этих мероприятий и анализ последствий их реализации для живых объектов → выводы → практическое значение проведенного исследования и перспективы новых исследований

**Ключевые слова:** исследовательская технология, эколого-гуманистические ценности, школьное химическое образование