

УДК 378:574

КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ХІМІЧНИХ ЗНАНЬ У ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУВАННІ СТУДЕНТІВ-ЕКОЛОГІВ

О.В.Кофанова*кандидат хімічних наук, доцент кафедри інженерної екології**Національного технічного університету України**"Київський політехнічний інститут"*

У статті аналізується та узагальнюється досвід комплексного використання хімічних знань (зокрема теми "Електрохімія") і комп'ютерних технологій під час дипломного проектування студентів-екологів як форми проблемно-орієнтованого навчання. У рамках дипломного проекту обґрунтована доцільність і перспективність застосування електролізу як найбільш перспективного методу боротьби з обростанням металоконструкцій Хмельницької АЕС молюском дрейсена. За допомогою спеціально створеної комп'ютерної програми розраховано оптимальні умови проведення електрохімічного хлорування води, що є надзвичайно важливим для забезпечення безаварійної роботи атомних електростанцій, де аварійні ситуації можуть призвести до катастрофічних екологічних наслідків.

Ключові слова: навчання екологів, дипломне проектування, інформаційні технології.

Людина повинна розуміти складний взаємозв'язок явищ природи, знати, що необдумане втручання може призвести до важких і непередбачених наслідків. Тому у сучасному світі екологічна освіта займає пріоритетні позиції у політиці майже усіх країн світу. Проблема якості вищої екологічної освіти стає все більш значимою й у нашій країні в зв'язку з впровадженням в освітній простір принципів Болонського процесу.

При цьому однією з основних світових тенденцій розвитку екологічної освіти стає переорієнтація її на якісні аспекти і, насамперед, на якість підготовки фахівців-екологів як на кінцевий результат. Особливістю даного підходу є спрямування навчання на всіх етапах підготовки спеціаліста на досягнення ним ключових компетентностей, готовності випускників вищих навчальних закладів (ВНЗ) до успішного виконання своєї майбутньої професійної діяльності.

Зокрема професійну компетентність розглядають як якісну характеристику особистості фахівця, яка включає систему науково-технічних знань, професійних умінь і навичок, наявність потреби до самонавчання та самовдосконалення протягом життя, інтересу та мотивації до навчання. В літературі наголошується на тому, що при підготовці будь-якого фахівця слід чітко уявляти, чим характеризується його професійна компетентність, у чому її сутність та з яких структурних компонентів вона складається [4].

Безперечно, вдосконалення системи вищої екологічної освіти є однією з основних складових відродження інтелектуального і духовно-

культурного потенціалу нашої нації, умовою виходу країни на світовий рівень, а ВНЗ може досягти успіхів у своїй діяльності тільки за умови, що його випускники знайдуть своє місце на світовому ринку робочої сили.

Сучасний ринок праці потребує висококваліфікованих працівників, здатних до гнучкого реагування; таких, що вміють самостійно приймати раціональні рішення, прогнозувати їх можливі наслідки; що здібні до співпраці; відрізняються мобільністю, конструктивністю тощо; здатні організовувати свою діяльність в умовах формування сучасного інформаційного суспільства. Ось чому, щоб бути сьогодні спеціалістом, потрібно вчитися безперервно, постійно оновлюючи знання та навички, користуючись наявною світовою інформацією. Суспільству потрібні освічені фахівці, відповідальні за свою країну, за планету в цілому.

Найхарактернішою ознакою ХХІ ст. є стрімке зростання обсягів інформації та проникнення комп'ютерів практично в усі сфери життєдіяльності людини. У зв'язку з цим велику увагу у вищій школі приділяється впровадженню у навчальний процес інформаційних технологій. Причому останні мають використовуватися не тільки для отримання необхідної інформації, а й для оволодіння професійними знаннями, навичками в процесі навчання фундаментальним та фаховим дисциплінам, у дипломному проектуванні тощо.

Цикл підготовки інженера-еколога поки залишається трирівневим, тобто складається

ся з підготовки освітньо-кваліфікаційних рівнів бакалавра, спеціаліста та магістра (хоча в нашій країні вже є певні передумови щодо створення дворівневого циклу підготовки). Зрозуміло, що досягнути кінцевих цілей підготовки фахівця-еколога неможливо, якщо не засвоїти у заданому порядку знань, умінь та навичок, отриманих на попередніх курсах, тобто знань попереднього рівня навчання. Тому згідно навчального плану [7], перші два роки присвячено фундаментальній підготовці студентів з таких дисциплін як математика, фізика, хімія, соціальні науки тощо. За результатами чотирьох років навчання випускники отримують базову вищу освіту і диплом бакалавра екології, а після цього мають можливість реалізувати свій творчий та науковий потенціал і отримати диплом спеціаліста або магістра екології.

На нашу думку, особливу увагу у підготовці майбутнього інженера-еколога слід приділяти хімічній освіті, оскільки саме вона є фундаментом для подальшого засвоєння професійно-орієнтованих та фахових дисциплін [5]. Прогалини у хімічних знаннях можуть привести до того, що випускник буде не здатний розуміти причини, взаємозв'язок і особливості тих природних явищ, які відбуваються в навколишньому середовищі. І що ще гірше, він не зможе реально оцінити ситуацію, що склалася, передбачити потенційну небезпеку прийняття тих чи інших управлінських рішень.

Оволодіння системою хімічних знань у фаховій підготовці інженера-еколога складається з двох основних частин: загальноосвітньої (дисципліна "Загальна хімія"), яка забезпечує базу (фундаментальну) хімічну підготовку студентів, і професійно орієнтованої (дисципліна "Спецрозділи хімії", змістові модулі "Аналітична хімія" і "Біогеохімія"), яка призначена для реалізації цілей і завдань подальшої професійної підготовки майбутніх бакалаврів екології.

У циклі професійно-орієнтованих дисциплін подальше вдосконалення хімічної освіти передбачено при вивченні таких дисциплін як "Екологія ноосфери" (змістові модулі "Урбоекологія" та "Екологія людини"), "Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище", "Моніторинг та методи вимірювання параметрів навколишнього середовища", "Інженерна екологія", "Безпека життєдіяльності та охорона праці", "Екологічна безпека" тощо.

Знання та вміння, отримані під час навчання, закріплюються та розвиваються в період проходження студентами різноманітних практик, зокрема переддипломної практики, під час виконання індивідуального дипломного проекту (магістерської дисертації). Тому як заключний етап підготовки інженера-еколога (на даний час – спеціаліста, у майбутньому – бакалавра екології) передбачено дипломне проектування,

яке спрямовано на дослідження та комплексне вирішення певної екологічної проблеми. На думку провідних вчених [8], проектна діяльність – одна з найперспективніших складових освітнього процесу, оскільки формує професійні та життєві компетентності, створює умови для творчої реалізації здібностей учнів.

Дипломний проект – це кваліфікаційний документ, на основі якого Державна екзаменаційна комісія визначає рівень кваліфікації спеціаліста та його здатність до самостійної роботи у певній галузі (у даному випадку – в галузі екології, охорони навколишнього природного середовища та збалансованого природокористування). З одного боку, дипломний проект потребує застосування різноманітних методів та способів розв'язання обраної проблеми, а з іншого – узагальнення та комплексного застосування знань, умінь із різних галузей науки, техніки, технології тощо.

Процес професійної підготовки майбутніх фахівців-екологів у ВНЗ обумовлений як метою (забезпечити засвоєння студентами певного рівня знань, отримання необхідної для подальшої плідної діяльності інформації), так і цілями розвитку особистості, здатної до самонавчання, самоконтролю тощо. У зв'язку з цим при підготовці студентів-екологів у НТУУ "КПІ" застосовується системний підхід щодо організації навчального процесу. Він базується на тому, що студенти комплексно, за допомогою знань різних наук, підходять до вирішення існуючих або змодельованих екологічних проблем.

Уведення системного підходу до професійної підготовки майбутніх фахівців-екологів спричинило необхідність суттєвих змін в організації навчального процесу й потребувало розробки так званих інтегративних курсів. Саме це й спричинило створення більш узагальнених дисциплін, що містять декілька змістових модулів [5; 7]. Зокрема мова йде про такі дисципліни як "Спецрозділи хімії" (змістові модулі "Аналітична хімія" та "Біогеохімія"), "Екологія ноосфери" (змістові модулі "Урбоекологія", "Екологія людини") тощо. При цьому весь комплекс навчальних модулів спрямований на якісну фахову підготовку студентів, тобто на кінцевий результат отримання життєвих та професійних компетентностей.

У зв'язку з цим значне місце у сучасній екологічній освіті займає проблемно-орієнтоване навчання. Така педагогічна технологія надає можливість студентам отримати цілісне уявлення про досліджуваний об'єкт, що сприяє більш глибокому розумінню екологічних аспектів проблеми в тісному

зв'язку з фундаментальними, професійно-орієнтованими та фаховими знаннями. Найпоширенішого розвитку цей підхід набув у медичній освіті. Зокрема, Девіс та його співавтори [8] вважають цей підхід надзвичайно результативним, оскільки при цьому студенти, застосовуючи певну проблему як фокус навчання, активно самостійно навчаються, а викладач при цьому допомагає студентам, спрямовуючи їх навчальну діяльність і стимулюючи їх до самонавчання.

Хейндріс і співавтори [13] відмічають, що студенти, які навчалися за допомогою проблемного методу, відрізняються здатністю формулювати завдання, критично їх осмислити, запропонувати методи вирішення проблеми та перевірити їх ефективність. МакГрю зі співавторами [15] вказують ще на одну перевагу даного підходу - збільшення часу контакту викладача з учнем, що, на думку авторів, поліпшує можливості об'єктивного оцінювання індивідуального процесу засвоєння знань. Але в літературі є також багато публікацій, які вказують на певні складності та недоліки впровадження даного підходу [3; 14].

Зокрема Біргегард і Лінгвіст [11] відмічають, що більшість студентів не сприймають цей підхід у навчанні, хоча Девіс з співавторами [12], навпаки, вважають, що такий підхід приносить студентам задоволення навчальним процесом. На нашу думку, проблемно-орієнтоване навчання має багато невіршених, недосліджених проблем та завдань, але сучасну систему освіти не можна вважати повноцінною, якщо в ній відсутнє проблемне навчання як необхідна складова освітнього процесу.

Отже, метою статті є аналіз та узагальнення досвіду комплексного застосування хімічних знань та комп'ютерних технологій під час дипломного проектування студентів-екологів як форми проблемно-орієнтованого навчання. Актуальність проблеми зумовлена процесами реформування вітчизняної екологічної освіти та приєднання нашої країни до Болонського процесу, а також впровадженням компетентнісного підходу до вищої освіти, необхідністю застосування інноваційних форм і методів навчання для підготовки висококваліфікованих фахівців, конкурентоспроможних на світовому ринку праці.

У наш час перед вищою екологічною освітою поставлено завдання підготувати фахівця, здатного мислити творчо, вміти орієнтуватися у нестандартних ситуаціях, швидко реагувати на проблеми, що виникають, самостійно приймати оптимальні рішення, аналізувати та прогнозувати виробничі ситуації, передбачати наслідки управлінських рішень. Зрозуміло, що ефективність процесу підготовки фахівця суттєво залежить не тільки від методів викладання навчального матеріалу, зацікавленості студентів у його засвоєнні, а й від технічної та інформаційної

підтримки навчального процесу.

Застосування інформаційних технологій у навчальному процесі підготовки фахівця-еколога забезпечує ряд організаційно-технічних і методичних переваг. Зокрема, при виконанні студентом дипломного проекту це дозволяє не тільки суттєво підвищити ефективність навчального процесу, а й сприятиме його гнучкості, мобільності, постійному динамічному оновленню. Сучасні інформаційні технології розвиваються дуже швидко, тому майбутній фахівець має постійно підвищувати рівень освіченості, інформаційної культури, відповідності своєї професійної підготовки сучасному рівню розвитку науки, техніки та технологій.

Розглянемо досвід комплексного застосування хімічних знань та інформаційних технологій під час дипломного проектування на кафедрі інженерної екології НТУУ "КПІ" (на прикладі дипломного проекту на тему "Вдосконалення методів та засобів запобігання біологічного забруднення водоймища охолоджувача Хмельницької атомної електростанції", автор Дубина Н. С. [1]).

Метою проекту було обґрунтування раціональних засобів та методів боротьби з обростанням металокопункцій Хмельницької атомної електростанції (АЕС) молюском дрейсена. Актуальність роботи на сьогоднішній день не викликає сумніву, оскільки від безаварійної роботи АЕС залежить безпека та сталий розвиток нашої держави.

Експлуатація АЕС пов'язана з використанням великої кількості води, причому основна її частина (понад 90 %) витрачається у системах охолодження, для чого поблизу АЕС зазвичай будують штучні водойми-охолоджувачі. 2005 р. на Хмельницькій АЕС під час планово-попереджувального ремонту на першому енергоблоці було виявлено у водоймі-охолоджувачі, у відповідному каналі та в системі водопостачання (трубопроводах, теплообмінному та насосному обладнанні) масову популяцію молюска дрейсени [10]. Це спричинило затримку виведення з ремонту першого енергоблоку майже на чотири доби, а фінансові збитки склали на той час приблизно 7 млн. грн. [1].

Дрейсена (*Dreissena polymorpha*) – двостулковий молюск; має раковину без перламутрового шару, спереду дещо загострену; розмір її коливається в середньому від 14 до 35 мм. Розповсюдженню та масовому розвитку дрейсени у водоймах електростанцій сприяє ряд факторів, зокрема наявність великої площі твердих підводних субстратів, придатних для закріплення та розвитку молюсків; безперервний рух води, який розносить личинки по водотоку та транспортуює

для дрейсени стабільний потік їжі; сприятливий кисневий режим [6; 9].

Установлено, що найбільшу небезпеку для АЕС становить личинка дрейсени. У період масового розмноження в планктоні може знаходитись від десятків тисяч до мільйонів її личинок на кубічний метр [10]. На сітках грубої очистки Хмельницької АЕС виявлено велику популяцію молюска дрейсена, біомаса якого сягала 15 - 17 кг/м². Це не тільки суттєво знижує пропускну здатність сіток (приблизно в 2 - 2,5 рази), а й призводить до збільшення маси металокопонувань.

Проникаючи разом із водою в системи водопостачання, личинки осідають у тих місцях водоводів, де виникає турбулізація потоку. При цьому зростає гідравлічний опір за рахунок збільшення шершавості стінок та зменшення перерізу трубопроводів (можлива навіть їх повна закупорка). Як наслідок, знижується коефіцієнт тепловіддачі в теплообмінному обладнанні АЕС. Крім того, перешкоди, створені відкладанням відмерлої дрейсени, призводять до закупорки труб, особливо в місцях поворотів та звужень.

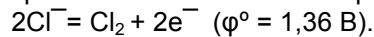
Існуючі способи боротьби з обростанням дрейсною умовно можна поділити на три великі групи: фізичні, хімічні та біологічні методи (рис.), між якими існують комбіновані підходи. Наприклад, застосування електричного струму та хлорування оборотної води відносять до фізико-хімічних методів боротьби з біообростанням [1; 6; 9].

Найбільш перспективним способом, який доцільно застосовувати на Хмельницькій АЕС для боротьби з обростанням дрейсною, є, на думку автора проекту, обробка води в системі оборотного водопостачання активним хлором. За літературними даними [6; 9], на електростанціях різного типу хлорування зазвичай здійснюють за централізованою схемою, яка передбачає точкове введення активного хлору найчастіше у підвідний канал перед забором води у блочну насосну станцію.

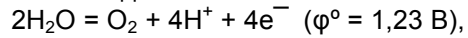
Дозу реагенту вибирають таким чином, щоб після проходження через найвіддаленіший теплообмінник концентрація хлору складала 0,5 - 1,0 мг/дм³. Дозування та термін хлорування змінюють в залежності від виду та кількості біообростань. Зокрема, для боротьби з дорослими особинами дрейсени достатньо дози активного хлору 50 мг/дм³ на протязі години, а для загибелі личинок - 1 мг/дм³ хлору на протязі 2 - 3 хвилин. На практиці хлорування води проводять у період обростання десь один раз на два-три тижні [6; 10].

Хлорування води можна провести кількома способами; у даному дипломному проекті автором було запропоновано отримання активного хлору методом електролізу концентрованого розчину натрію хлориду NaCl [2, 463]. Хлор ви-

діляється на титанових анодах внаслідок електрохімічного окиснення хлорид-іонів:



Щоб запобігти побічній анодній реакції окиснення води:



електроліз проводять за високої густини анодного струму (понад 1000 А/м²). Завдяки цьому частка струму, що витрачається на побічний процес утворення кисню, зазвичай не перевищує 0,5 - 3% [15, с. 464].

На твердому сталевому катоді утворюється газоподібний водень, а в розчині біля катода (католіті) накопичується натрію гідроксид NaOH:



Розрахунки маси активного хлору або часу електролізу та сили струму було проведено за об'єднаним законом Фарадея:

$$m(\text{Cl}_2) = \frac{M(\text{Cl}_2) \cdot I \cdot \tau}{n \cdot F}$$

де $m(\text{Cl}_2)$ -

маса хлору, що виділяється на аноді, г; $M(\text{Cl}_2)$ - його молярна маса, дорівнює 71 г/моль; I - сила струму, А; τ - час електролізу, с; n - кількість електронів, що приймає участь у електродному процесі (у даному випадку $n=2$); F - число Фарадея, дорівнює приблизно 96500 Кл/моль.

У дипломному проекті розроблено алгоритм-схему та створено комп'ютерну програму на мові програмування Борланд Паскаль, що дозволяє, по-перше, оцінити концентрацію активного хлору, необхідну для запобігання обростанням дрейсною на кожній із стадій її розвитку; а по-друге, розрахувати час проведення електролізу при заданій силі струму або навпаки - необхідну силу струму залежно від часу проведення електролізу. Наведені розрахунки дозволили авторам не тільки запропонувати впровадження установки для електрохімічного хлорування води на певній ділянці водойми-охолоджувача, а й оцінити оптимальний режим її роботи з метою запобігання створення аварійних ситуацій на Хмельницькій атомній електростанції.

У MS Excel автором побудовано графічні залежності часу електролізу від необхідної для обробки води маси хлору $t = f(m(\text{Cl}_2))$; його маси від часу проведення електролізу $m(\text{Cl}_2) = f(t)$; сили струму від часу електролізу $I = f(t)$. За допомогою отриманих залежностей було визначено оптимальну витрату активного реагенту на хлорування необхідного об'єму води та найсприятливіший час електролізу.

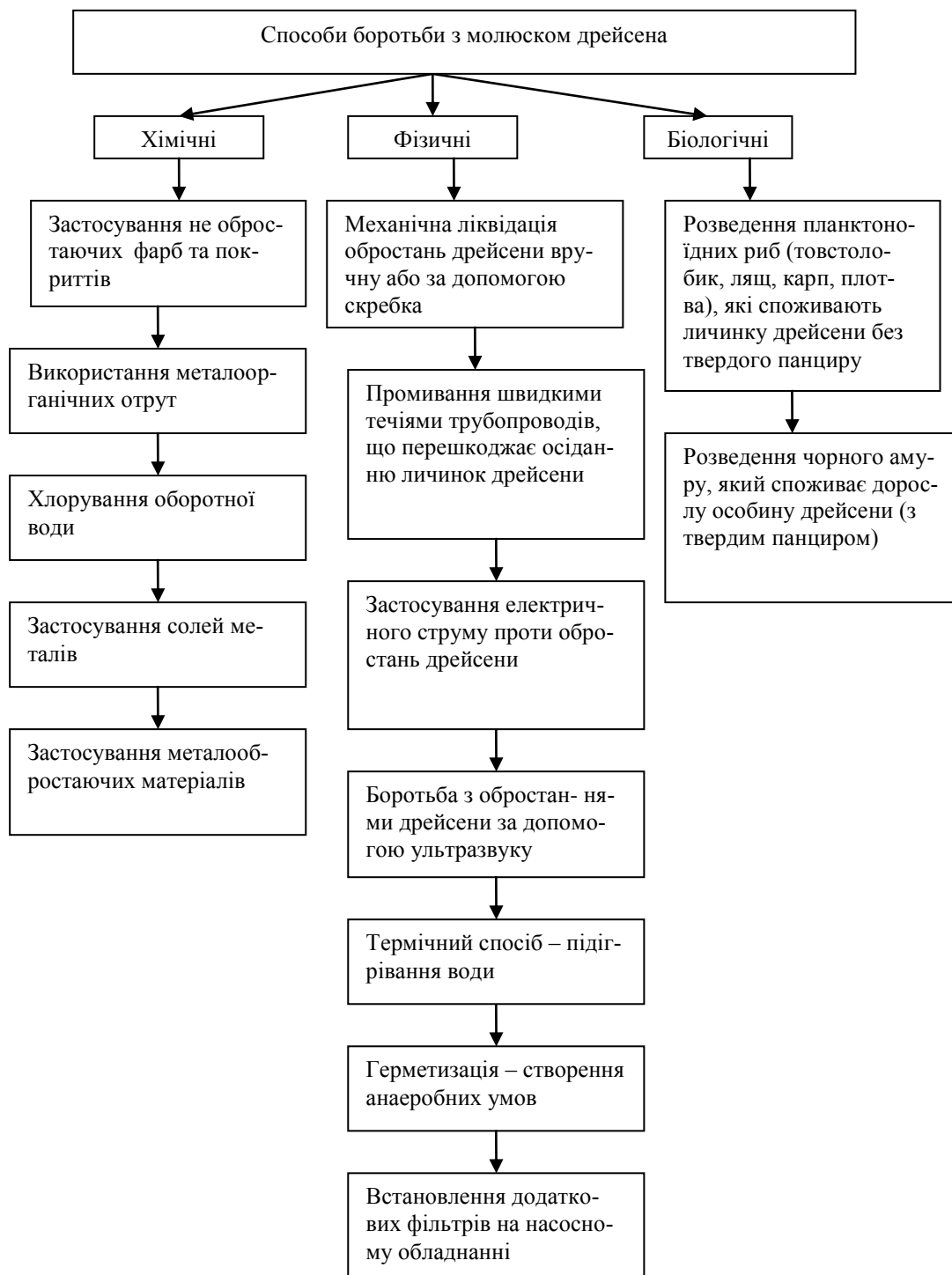


Рис.1 Способи боротьби з обростанням гідротехнічних споруд та елементів системи водопостачання АЕС молюском дрейсена

Метою дипломного проектування є формування професійних компетентностей, розвиток пізнавальних та творчих інтересів студентів, критичного мислення, умінь самостійно здобувати знання, орієнтуватися в інформаційному просторі тощо. Останнім часом могутнім засобом активізації пізнавальної діяльності і творчого потенціалу учнів стали сучасні ін-

формаційні технології; крім того, відбувається колосальне проникнення хімічної науки в усі сфери життєдіяльності людини.

Оскільки фахова підготовка інженера-еколога нерозривно пов'язана з розвитком хімічних знань, необхідністю їх використання у навчальній та майбутній професійній діяльності, у роботі:

- проаналізовано досвід комплексного використання знань з теми "Електрохімія" та застосування комп'ютерних технологій під час дипломного проектування студентів-екологів;

- у рамках дипломного проекту обґрунтовано доцільність застосування електролізу як методу боротьби з обростанням металоконструкцій Хмельницької АЕС молюском дрейсена; доведено, що цей метод є одним з найперспективніших для АЕС;

- за допомогою спеціально створеної комп'ютерної програми розраховано оптимальні умови проведення електрохімічного хлорування води на певній ділянці водойми охолоджувача. Це дослідження є досить важливим, оскільки біобростання особливо не-

безпечно саме для атомних електростанцій, де аварійні ситуації можуть призвести до катастрофічних екологічних наслідків.

Таким чином, використання у навчальному процесі підготовки інженерів-екологів методів і прийомів формування творчих здібностей студентів за рахунок комплексного застосування хімічних знань та інформаційних технологій цілком себе виправдовує, оскільки дозволяє підвищувати ефективність навчання, сприяє формуванню всебічно розвиненої особистості, виховує фахівця "нової формації" – здатного до творчого пошуку, аналізу та прогнозування виробничих ситуацій, успішного застосування набутих знань, умінь і навичок на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дубина Н.С.* Дипломний проект на тему "Вдосконалення методів та засобів боротьби з біологічним забрудненням водоймища-охолоджувача Хмельницької атомної електростанції" зі спецчастиною "Обґрунтування раціональних засобів та методів боротьби з обростанням металоконструкцій Хмельницької атомної електростанції молюском дрейсена". – К.: НТУУ "КПІ", кафедра інженерної екології, 2006. – 108 с.
2. *Загальна та неорганічна хімія*: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О.М.Степаненко, Л.Г.Рейтер, В.М.Ледовських, С.В.Іванов. – К.: Пед. преса, 2000. – 784 с.
3. *Казаков В.Н., Талалаенко А.Н.* Оценка качества обучения: проблемы и перспективы / В.Н.Казаков, А.Н.Талалаенко // Арх. клинической и экспериментальной медицины. – 1992. – Т. 1. – № 1. – С. 4-8.
4. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті і світовий досвід та українські перспективи* [під заг. ред. О.В.Овчарук]. – К.: К.І.С., 2004. – 112 с.
5. *Кофанова О.В., Назарова Т.М.* Удосконалення програми з хімії з урахуванням міждисциплінарних зв'язків / О.В.Кофанова, Т.М.Назарова // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Філософія. Психологія. Педагогіка: Зб. наук. праць. – К.: ІВЦ "Політехніка", 2009. – № 1 (25). – С. 153-157.
6. *Лучина М.А., Малышева Т.И., Хороха Ю.М.* Защита от обрастания моллюском дрейссеной металлоконструкций и водоводов АЭС и ТЭС / М.А.Лучина, Т.И.Малышева, Ю.М.Хороха // Тр. координац. совещ. по гидроэнергетике. – Л.: Энергия, 1975. – Вып.100. – С. 23-27.
7. *Навчальний план підготовки бакалаврів за напрямом 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування"*. – К.: НТУУ "КПІ", 2007.
8. *Полат Є., Петров А., Бухаркіна М., Моїсеєва М.* Типологія проектів / Є.Полат, А.Петров, М.Бухаркіна, М.Моїсеєва // Відкритий урок. – 2004. – № 5-6. – С. 10.
9. *Телитченко М.М.* Технология устранения обрастания дрейссеной трубопроводов оросительных систем. – К.: Наук. думка, 1986. – 94 с.
10. *Фінансовий план організаційно-технічних заходів щодо організації безпечної експлуатації енергоблоків ХАЕС в умовах наявності біологічних перешкод у водоймі-охолоджувачі на 2005-2006 р.*
11. *Birgegard G., Lindquist U.* Change in Student Attitudes to Medical School after the Introduction of Problem-based Learning in Spite of Low Ratings // Med. Education. – 1998. – № 1. – P. 46-49.
12. *Davis M.H., Harden R.M.* Problem-based Learning: a Practical Guide // Education Guide № 15 of Association for Medical Education in Europe
13. *Heinrichs G., Oblers R., Kohle K.* Can Problem-based Learning help Medical Students to Assimilate Knowledge? // Psychoter. Psychosom. Med. Psychol. – 1999. – № 6. – P. 208 -213.
14. *Maudsley G.* Do We All Mean the Same Thing by "Problem-based Learning"? A Review of the Concepts and a Formulation of the Ground Rules // Acad. Med. – 1999. – № 2. – P. 178-185.
15. *McGrew M.C., Scipper B., Palley T., Kaufman A.* Student and Faculty Perceptions of Problem-based Learning on a family medicine clerkship // Fam. Med. – 1999. – № 3. – P. 171-176.

Стаття надійшла до редакції 17.03.2010 р.