

**Suprunovich Sergij. Control of the Chemometric's Knowledge by Testing.** The 387 tasks in a test form from Chemometrics content modules "Mathematical Statistics" and "Optimization Research" were prepared. They were used for student's ongoing monitoring in the three different computer-based testing during the 2008–2013 years. On the basis of the actual difficulty's level have been determined the real task's levels and scores have been adjusted. The test duration's limitation based on the 85 % quantile of distribution testing sessions durations has been suggested. The suitability of tasks for ongoing testing on Chemometric has been confirmed.

**Key words:** Tests, Computer Testing, Database, Chemometrics.

Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки

Стаття надійшла до редколегії  
20.04.2013 р.

УДК 004.382: 371.26:303.423: 372.8:544.72

**Сергій Супрунович**

### **Система попередньої перевірки рішення задач з хімічної технології**

Підготовлено 394 задачі з рішеннями для самостійної роботи з курсу «Хімічна технологія» спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища». Для контролю рішення задач використовувалась Інтернет-технологія сервер–клієнт на основі бази даних SQLite та PHP. Це скорочує час на перевірку та захист задач, дає змогу охопити задачами ширше коло тем.

**Ключові слова:** хімічна технологія, задача, база даних, SQLite, PHP, самостійна робота, екологія.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** В умовах бурхливого розвитку науки та техніки, збільшення потоків інформації актуальною стає проблема засвоєння студентами значного обсягу знань за обмежений час навчання. Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є розробка ефективних методів навчання. Формування стійких знань та вмінь з цих дисциплін, глибоке і всебічне їх засвоєння дасть змогу найкраще розуміти процеси, явища та тенденції, характерні для сучасної науки та техніки.

Розвиток та реорганізація науково-технічного потенціалу хімічної та хіміко-фармацевтичної промисловості України за останній час висуває підвищені вимоги до підготовки спеціалістів різних галузей, причетних до промислового виробництва. Зокрема зумовлює появу різних проблем екологічного характеру. Тому хімічна технологія є важливою складовою частиною в підготовці спеціаліста-еколога. Сучасний спеціаліст-еколог у хімічній чи хіміко-фармацевтичній галузі повинен чітко уявляти процеси, що протікають у надрах технологічних апаратів, вміти аналізувати їх взаємодію та вплив на навколишнє середовище.

Однією з форм навчання студентів хімічної технології є розв'язування задач на практичних, лабораторних заняттях, чи дома. При застосуванні класичної схеми згідно з кредитно-рейтинговою системою з модульними контрольними роботами було виявлено, що, незважаючи на досить успішну роботу з розв'язування задач на аудиторних заняттях, при розв'язуванні подібних задач на модульних контрольних рівень знань виявляється досить низьким. При видачі задач як домашніх завдань виявлено, що рівень розв'язування також низький. Якщо мати на меті домогтися від студентів розв'язування задач, а не просто виставлення оцінки, то необхідно проводити зарахування задач в інтерактивному режимі. Це означає, що робота не закінчується з перевіркою розв'язку задачі та виставлення оцінки. Оцінка виставляється студенту тільки після успішного розв'язування задачі. Це означає, що студент показує рішення. У разі виявлення недоліків задача відправляється на доопрацювання. Доопрацювання відбувається доти доки задача не буде розв'язана. У межах кредитно-модульної системи оцінювання необхідно встановити рейтинг студентів. У зв'язку з цим рекомендується оцінку за розв'язані задачі відносити до поточного контролю.

---

© Супрунович С., 2013

Хімічна технологія у підготовці фахівців-екологів – порівняно нова дисципліна в навчальних планах. Тому ще не склалися підходи до перевірки рівня знань. Розробка швидких та ефективних методів контролю знань дасть змогу покращити методику викладання хімічної технології та перевірку знань з цієї дисципліни.

**Аналіз досліджень цієї проблеми.** Розробці задач з хімічної технології присвячена низка праць Т. А. Лазаревої, в котрих подається класифікація різних типів задач [4], підходи щодо підготовки завдань [3], схем рішень [2]. Ці підходи пропонується використовувати при підготовці фахівців з хімічної технології. Проте для майбутніх екологів хімічна технологія є допоміжною дисципліною, тому для розробки задач для навчання екологів потрібно виробити свої підходи.

У ході сучасної модернізації вищої хімічної освіти науки прикладного характеру зазнали значного скорочення аудиторних годин, що викликало у свою чергу необхідність переглянути організацію процесу вивчення курсу хімічної технології. Велика роль у цьому відводиться організації самостійної роботи студентів. Класично для організації самостійної роботи використовують різні форми, такі як підготовка доповідей, виготовлення технологічних схем, кодограм, графіків, рішення технологічних завдань, розробка і проведення ділових ігор [1]. Проте сьогодні такі форми стали малоефективними через низку причин. По-перше, сучасні студенти не привчені до роботи в колективі. По-друге, брак навчальної та наукової літератури, що містить матеріал про сучасні хімічні виробництва. По-третє, труднощі у відвідуванні промислових підприємств хімічної промисловості [1].

Хімічна технологія є допоміжною дисципліною при підготовці спеціалістів-екологів. Велика увага при вивченні цієї дисципліни приділяється навчанню розв'язувати задачі, аналізувати процеси, що виникають у цій галузі.

Проте хімічна технологія для екологів має вивчатись дещо з іншого боку, тобто інакше, ніж у майбутніх хіміків або хіміків-технологів. Тому постає завдання – розробити професійно орієнтовані задачі з хімічної технології. Праць, присвячених розробці тестових завдань з хімічної технології, немає.

**Метою** нашої роботи є аналіз підготовлених задач з хімічної технології на основі результатів педагогічного експерименту з використанням допоміжної комп'ютерної системи для проміжної перевірки правильності розв'язку задач з хімічної технології студентами хімічного факультету СНУ імені Лесі Українки спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

**Завдання:** виявити структурно-функціональні залежності елементів задачі; визначити і побудувати блоки по розв'язанню задач і формуванню навиків та напрямів їх ускладнення. У кожному розділі тієї чи іншої теми курсу загальної хімічної технології можна виділити окремі такі блоки з формування базових первісних дій. Багаторазове звернення до первісної дії у такого виду блоках при розв'язанні задач різних розділів та тем, а також ієрархічна побудова системи цих блоків надає змогу сформувати стійке професійне вміння та системне мислення у майбутніх екологів.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Хімічну технологію студенти хімічного факультету напряму підготовки 6.040101 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» вивчають протягом четвертого та п'ятого семестрів. На засвоєння цієї дисципліни відводиться 162 години (4,5 кредити ECTS), з них 40 – лекційних, 40 – лабораторних, 42 – на самостійну й 40 – на індивідуальну роботу [10]. На п'ятий семестр приходить 20 лекційних, 14 лабораторних, на шостий – 20 лекційних, 28 лабораторних годин.

Інформаційне наповнення дисципліни складається з шести змістових модулів: «Основні характеристики хіміко-технологічних процесів», «Основні процеси хімічної технології», «Сировина хімічної промисловості», «Основні хімічні виробництва», «Супровідні виробництва», «Фізико-хімічні основи ключових технологічних процесів».

Поточний контроль проводиться на основі виконання лабораторних робіт та індивідуального завдання. Модульний контроль включає в себе два аспекти – контроль виконання самостійної роботи з розв'язування задач та контроль засвоєння теоретичних знань через колоквиум із захисту індивідуальної роботи [10].

Традиційні методи навчання складаються з трьох етапів. На першому етапі студент одержує знання на лекції або з підручника, у разі самостійного навчання. На другому етапі студент повинен самостійно опрацювати ті знання, які він одержав, користуючись конспектом чи підручником. Третій етап складається з перевірки засвоєних знань. На перших двох етапах студенту частіше надають текстову (вербальну) інформацію. Процес обробки вербальної інформації характеризується послідовним виконанням дій. Такий спосіб засвоєння знань є найменш ефективним та потребує великої кількості часу на опрацювання інформації. Тому у сучасній педагогіці здійснюється пошук альтернативних наочних способів ефективного відображення вербальної інформації.

В курсі загальної хімічної технології вивчаються такі матеріальні об'єкти та процеси, як: хімічні речовини; хімічний процес; хімічний реактор; хіміко-технологічна система [4].

Хімічні речовини, які беруть участь у хімічних перетвореннях, поділяються на вихідні реагенти та речовини, одержані в результаті перетворення – продукти реакції. Хімічний процес, що вивчається у курсі загальної хімічної технології – це сукупність взаємопов'язаних хімічних реакцій та фізичних явищ перенесення маси, тепла та імпульсу.

Сукупність взаємопов'язаних апаратів утворює хіміко-технологічну систему, в якій виділяють такі елементи [3]:

- механічні, в яких змінюються форма та розміри вихідної сировини;
- фізичні, в яких змінюється фізичний стан сировини;
- хімічні, де змінюється хімічний стан сировини;
- енергетичні;
- комбіновані.

Між об'єктами (процесами) та параметрами об'єктів (процесів) існують такі зв'язки: однорідні, різномірні, загальні, специфічні [4].

Однорідними є зв'язки між значеннями одного і того ж параметра різних об'єктів. Наприклад, закон збереження маси речовин є однорідним, рівняння визначення концентрації продукту для реакції через концентрацію вихідного реагенту теж вказує на однорідний зв'язок між матеріальними об'єктами вихідної речовини та продукту одного параметру – концентрації.

Різнорідними називаються зв'язки між різними параметрами одного об'єкта, наприклад, рівняння визначення кінцевої концентрації реагенту через початкову концентрацію та ступінь його перетворення.

Загальні зв'язки характерні для всіх систем цієї предметної галузі, наприклад, визначення константи швидкості реакції.

Специфічні зв'язки характерні для окремих систем. Наприклад, якщо аналізувати хімічну реакцію, то тільки для неї існує залежність визначення концентрації продукту. Для реакції специфічним зв'язком є визначення часу досягнення максимальної концентрації продукту.

**Експериментальна частина.** Апробація цієї форми самостійної роботи проводилась у 2011–2012 рр. На початку другого семестру вивчення хімічної технології кожному студенту пропонувалась унікальна задача із представленого тут збірника. Наступну задачу студент одержував тільки після подання рішення попередньої задачі. Робота зі студентами щодо контролю за виконанням самостійної роботи велась під час лабораторних занять та в режимі індивідуальної роботи. Термін проведення самостійної роботи був обмежений – видача нових задач завершувалась десь за два тижні до початку залікової сесії. Кожному студенту видавалось до 20 унікальних задач, різних за тематикою. Кожна правильно розв'язана задача оцінювалась в 1 бал.

Для прискорення роботи над задачами студентам запропонували систему попередньої перевірки правильності рішення (СППР). Задачі були скомпоновані в базу даних SQLite [12], доступ до якої відбувався через власноруч зроблену систему, написану на мові PHP (Hypertext Preprocessor) [11], встановлену на комп'ютері викладача. Перевірка задач може відбуватись через веб-інтерфейс з будь-якого комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет [8].

Сеанс тестування може проводитись на будь-якому комп'ютері, включеному в мережу університету з установленим інтернет-браузером. Доступ до тестів організовано з вихідної веб-сторінки курсу «Хімічна технологія» [9]. Фізично сервер міститься на кафедральному персональному комп'ютері доцента С. В. Супруновича.

## Перевірка задачі № 3

Вологість 90 тон кам'яного вугілля при його зберіганні на складі зменшилась з 4 % до 2 %. Визначити, на скільки змінилася при цьому маса вугілля.

Виберіть своє прізвище:

Введіть числове значення:

Та розмірність:

Сторінка створена за 0.0028 с  
©2011 Супрунович С.В., Волинський національний університет імені Лесі Українки

### Рис. 1. Веб-форма для введення рішення задачі

Ця сторінка містить таку інформацію: прізвище студента, результати перевірки задачі – введені студентом відповіді та вердикт системи щодо правильності відповідей та розмірності. Результати всіх завершених спроб тестування записуються в ту ж саму базу даних на сервері. Зберігаються такі дані: дата та час сеансу, номер задачі, прізвище студента, набрані відповіді та розмірності, технічна інформація – IP-адреса та домен. Зібрана статистика дає можливість провести аналіз різних аспектів цієї процедури, про що ми більш детально поговоримо нижче.

**Результати та їх обговорення.** Підготовка задач. Специфіка хімічної технології полягає в тому, що звичайно задачі мають комплексний характер, вимагають для рішення спеціальних графіків та специфічних довідників, а відповідь часто має фреймовий характер [5–7], що дуже незручно для масової підготовки задач для реалізації комп'ютерної перевірки. Тому було прийнято рішення спростити структуру задач, щоб кожна задача мала єдину та однозначну відповідь.

Було використано такі підходи:

1. Хімічна технологія для екологів не є профільною дисципліною, тому доречно зменшити трудність задач.
2. Задачі не повинні потребувати для рішення специфічних графіків та схем.
3. Необхідні табличні дані наводяться в умові задачі.
4. Задачі містять доречну ситуації надлишкову інформацію.
5. Розмірності одиниць як в умовах, так і у відповідях мають ґрунтуватися на міжнародній системі СІ.
6. Умови задач ґрунтуються як на загальних закономірностях хімії, так і на суто технологічних.
7. Задачі мають бути придатними для комп'ютерного тестування.
8. Тематика задач покриває тільки окремі аспекти робочої програми з курсу хімічної технології.
9. Для розробки однотипних задач використовувалась фасетна технологія.

Для підготовки збірника частково використовувались готові задачі [6], частково перероблені на простіші та на використання міжнародної системи одиниць. Низку задач було створено вперше.

Для того, щоб перевірити правильність розв'язання задачі, студент відкриває в браузері сторінку, що містить веб-форму з умовою задачі та полями вибору прізвища студента, набору числової відповіді та її розмірності (рис. 1).

У цій веб-формі потрібно вибрати своє прізвище зі списку та заповнити веб-форму, вписуючи відповіді на запитання в призначені для цього поля. Після заповнення бланка студент натискає веб-кнопку «Перевірити», після чого видається сторінка з результатами перевірки задачі (рис. 2).

## Результати перевірки задачі № 3

Вологість 90 тон кам'яного вугілля при його зберіганні на складі зменшилась з 4 % до 2 %. Визначити, на скільки змінилася при цьому маса вугілля.

Студент -Інкогніто-

Відповідь:

Значення: 1.9

Не Правильно!

Розмірність: т

Правильно!

Сторінка створена за 0.0109 с  
©2011 Супрунович С.В., Волинський національний університет імені Лесі Українки

### Рис. 2. Сторінка з результатами перевірки рішення задачі

Далі ми коротко опишемо структуру збірника задач.

Структура бази даних задач. Усі 394 задачі умовно розділено на 27 груп (табл. 1), кожна з яких відображає той чи інший аспект хімічної технології.

Таблиця 1

Структура бази даних задач та результати апробації

Тематика задачі	Кількість задач	Кількість сеансів	Складність	Варіанти відповідей*			
				1	2	3	4
Електроліз	37	871	23,5	44 %	4 %	47 %	5 %
Вологість повітря	29	153	5,3	65 %	10 %	11 %	13 %
Газові закони	28	461	16,5	67 %	8 %	20 %	6 %
Ізотермічна кристалізація	26	298	11,5	43 %	7 %	39 %	11 %
Хімічні перетворення	24	240	10,0	47 %	5 %	35 %	13 %
Кристалізація кристалогідратів	23	347	15,1	48 %	7 %	38 %	7 %
Рух рідин	23	419	18,2	63 %	9 %	19 %	9 %
Сушіння матеріалів	19	182	9,6	52 %	5 %	35 %	7 %
Збагачення	19	239	12,6	52 %	5 %	32 %	11 %
Гідродинаміка газів	16	178	11,1	36 %	3 %	47 %	13 %
Забруднення	14	122	8,7	33 %	7 %	40 %	20 %
Олеум	14	157	11,2	59 %	6 %	27 %	8 %
Твердість води	12	154	12,8	51 %	10 %	34 %	6 %
Преси та насоси	12	240	20,0	44 %	16 %	33 %	6 %
Приготування розчинів	12	202	16,8	58 %	2 %	26 %	13 %
Добрива	12	964	80,3	58 %	1 %	38 %	2 %
Вакумна кристалізація	12	68	5,7	74 %	0 %	26 %	0 %
Відстоювання	12	0	0,0				
Витратні коефіцієнти	11	196	17,8	84 %	8 %	4 %	5 %
Кристалізація проста	9	46	5,1	46 %	7 %	22 %	26 %
Перегонка	8	64	8,0	25 %	5 %	55 %	16 %
Механічні процеси	5	131	26,2	31 %	5 %	56 %	8 %
В'язкість	5	98	19,6	36 %	52 %	2 %	10 %
Теплові процеси	4	348	87,0	9 %	1 %	85 %	5 %
Ступінь кристалізації	4	0	0,0				
Конденсація парів	4	0	0,0				
Дисоціація	3	17	5,7	53 %	6 %	29 %	12 %

\* 1 – значення – неправильно, розмірність – неправильно; 2 – значення – правильно, розмірність – неправильно; 3 – значення – неправильно, розмірність – правильно; 4 – значення – правильно, розмірність – правильно.

Результати тестування. Під час апробації у 2011 р. зафіксовано 2294, у 2012 р. – 3901 сеансів перевірки відповідей студентів без участі викладача, всього за два роки – 6195. Основні результати тестування системи представлено у таблиці 1. Усі задачі умовно розділено на тематичні групи. У стовпчику «Кількість сеансів» наведено кількість сеансів перевірки рішення задач відповідної групи. У стовпчику «Складність» наведено відношення кількості сеансів до кількості задач у тематичній групі. Ця величина характеризує відносну складність для студентів цього типу задач. Чим складніша задача, тим більше спроб перевірки правильності відповідей. Група колонок «Варіанти відповідей» відображає відносний вклад кожного варіанта відповідей. Усього можливі чотири варіанти відповідей: 1) розраховане значення – неправильно, розмірність – неправильно; 2) розраховане значення – правильно, розмірність – неправильно; 3) розраховане значення – неправильно, розмірність – правильно; 4) розраховане значення – правильно, розмірність – правильно. Відносна частка кожного

варіанта вказує на характер проблем, що постають перед студентом при вирішенні задачі. Висока частка варіанта 2 вказує на те, що студент правильно розв'язує задачу на основі вихідних даних, але має певні труднощі при визначенні розмірності відповіді. Прикладом таких задач є задачі на в'язкість, де розмірність треба приводити до системної Па·с, тоді як загальноприйнятою в підручниках є спз (сантипуаз), які в числовому відношенні співрозмірні. Висока частка варіанта 3 вказує, що студент орієнтується в тому, яка повинна бути розмірність відповідей, але йому важко одержати коректне числове рішення. Таких задач більшість. Тут може проявитися або нездатність студентів знайти коректне рішення задачі, або, як це часто спостерігається останнім часом, труднощі в проведенні математичних розрахунків.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Використання системи попередньої перевірки правильності розв'язку задач суттєво скорочує час на обговорення та здачу задач студентами. Це дає змогу розширити коло завдань для самостійної роботи. Аналіз розподілу відповідей дає можливість вичленити труднощі, що постають перед студентами при розв'язанні конкретного типу задач, і, відповідно, коригувати навчальну роботу. В подальшому планується розширити тематику задач у базі даних, збільшити їх кількість та різноманітність, а на основі цієї бази даних підібрати завдання для підсумкового тестування.

#### *Джерела та література*

1. Гребенникова Р. В. Организация самостоятельной работы студентов в курсе химической технологии // Гребенникова Р. В. Проблемы и перспективы современной науки : сб. научн. тр. / Р. В. Гребенникова. – Томск : ТГУ, 2008. – Вып. 1. – С. 23.
2. Лазарева Т. А. Визначення базису моделей ментальної репрезентації для розробки дидактичних моделей розв'язання задач курсу загальної хімічної технології // Лазарева Т. А. Теорія і практика управління соціальними системами: Щоквартальний науково-практичний журнал / Т. А. Лазарева. – Х. : НТУ «ХПИ», 2005. – № 3. – С. 76–87.
3. Лазарева Т. А. Комплексна типологія навчальних задач дисципліни «Загальна хімічна технологія» // Т. А. Лазарева. Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2004. – Вып. 8. – С. 160–170.
4. Лазарева Т. А. Структурно-функціональні залежності задач в курсі загальної хімічної технології // Т. А. Лазарева. Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2005. – Вып. 9. – С. 84–92.
5. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – Л. : Химия, 1987. – 576 с.
6. Расчеты химико-технологических процессов / под ред. И. П. Мухленова. – Л. : Химия, 1982. – 247 с.
7. Смирнов Н. Н. Химические реакторы в примерах и задачах / Н. Н. Смирнов, А. И. Воложинский, В. А. Плесовских. – СПб. : Химия, 1994. – 276 с.
8. Супрунович С. В. Комп'ютерне тестування в курсі фізичної хімії / С. В. Супрунович, О. М. Янчук // Хімічна освіта в контексті Болонського процесу: стан і перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 18–19 трав. 2006 р.) / за заг. ред. В. П. Покася, В. С Толмачової. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 89–91.
9. Супрунович С. В. Хімічна технологія [Електронний ресурс] / С. В. Супрунович. – Режим доступу : <http://chem.univer.lutsk.ua/courses/technology> [25.10.13]
10. Хімічна технологія : робоча навчальна програма курсу / С. В. Супрунович. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 12 с.
11. PHP [Електронний ресурс] / Вільне прогр. забезп. – Ліц. GPL. – Режим доступу : <http://www.php.net> [25.10.13]
12. SQLite: система управління базою даних [Електронний ресурс] // Вільне прогр. забезп. – Ліц. GPL. – Режим доступу : <http://www.sqlite.org> [25.10.13]

#### **Супрунович Сергей. Система предварительной проверки решения задач по химической технологии.**

Подготовлено 394 задачи с решениями для курса «Химическая технология» специальности «Экология и охрана окружающей среды», которые были скомпонованы в базу данных SQLite. Для доступа к базе данных использовалась Интернет-технология сервер–клиент, основанная на PHP. Со стороны клиента доступ может осуществляться с использованием любого браузера. Подвергались контролю правильность численного решения задачи и корректность размерности ответа. Информация о сеансах сохранялась в ту же базу данных. Использование данной системы существенно сокращает время обсуждения решения задач между преподавателем и студентом,

позволяет охватить задачами широкий круг тем. Анализ статистики проверки решений показал относительную трудность решения разных типов задач, что позволяет находить и устранять проблемные места как в знаниях студентов, так и в условиях заданий.

**Ключевые слова:** химическая технология, задача, база данных, SQLite, PHP, самостоятельная работа, экология.

**Suprunovich Sergey. The System of Prior Review Problem Solving of Chemical Technology.** 394 tasks with solutions have been prepared for the course “Chemical engineering” specialty “Ecology and Environment”, they were arranged in a SQLite database. To access the database it has been used an Internet server-client technology based on PHP. On the client side the database can be accessed using any web browser. Under control were the accuracy of the numerical task’s solution and correctness of answer’s dimension. Information about sessions has been stored in the same database. This control system significantly reduces the time solving discussion between teacher and student, so by tasks may be covered a wider range of topics. Analysis of the test solution’s statistics has been showed the relative difficulty in solving different types of questions that lets one to find and to eliminate such issues as the knowledge of students or terms of tasks.

**Keywords:** Chemical Engineering, Task, Database, SQLite, PHP, Independent Work Environment.

Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки

Стаття надійшла до редколегії  
20.04.2013 р.