

https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf (дата звернення: 22.10.2023).

8. Організація дистанційного навчання в школі. Методичні рекомендації [Електронний ресурс] / А. Лотоцька, О. Пасічник // Міністерство освіти і науки України. – 2020. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf> (дата звернення: 22.10.2023).

9. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE: Методичний посібник / Ю. В. Триус, І. В. Герасименко, В. М. Франчук // За ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси. – 2012, 220 с. URL:

https://moodle.org/pluginfile.php/1968620/mod_resource/content/1/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D1%83%D1%81%20%D0%A1%D0%95%D0%9D%20%D0%92%D0%9D%D0%97%20Moodle%202013.pdf (дата звернення: 21.10.2023).

10. Інструкції по навчальній платформі Moodle. Матеріал з Вікіситет. URL: https://wiki.nuwmedu.ua/index.php/%D0%86%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%BF%D0%BE_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%96_Moodle#.D0.9F.D0.86.D0.94.D0.93.D0.9E.D0.A2.D0.9E.D0.92.D0.9A.D0.90_.D0.9E.D0.A1.D0.92.D0.86.D0.A2.D0.9D.D0.86.D0.A5_.D0.9A.D0.9E.D0.9C.D0.9F.D0.9E.D0.9D.D0.95.D0.9D.D0.A2_.28.D0.B4.D0.BB.D1.8F_.D0.9C.D0.B5.D0.BD.D0.B5.D0.B4.D0.B6.D0.B5.D1.80.D1.96.D0.B2_.D0.BA.D0.B0.D1.84.D0.B5.D0.B4.D1.80.29 (дата звернення: 22.10.2023).

11. Створення дистанційних навчальних курсів на базі платформи Moodle : методичний посібник для студентів першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (Хімія) / Н. Ф. Федько, В. В. Ведута. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 68 с. URL: http://cfmoodle.onu.edu.ua/pluginfile.php/4091/mod_resource/content/1/Moodle_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf (дата звернення: 22.10.2023).

12. Змішане та дистанційне навчання як доступ до якісної освіти. Т.В. Муращенко. / Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. – 2017, № 3. – С. 283 – 287. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/93/126> (дата звернення: 21.10.2023).

КОНЦЕПЦІЯ STEM У СИНЕРГІЇ ХІМІЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

Войтенко Л. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Нові виклики перед сучасним суспільством привели до нагальної потреби зміни навчальної парадигми, тобто механізму передачі знань від одного покоління до наступного. У всьому світі визнано, що назріла гостра необхідність перегляду підходів до вивчення природничих дисциплін. Наслідком стала поява концепції STEM (англ. science, technology, engineering and mathematics – природничі науки, технологія, інженерія та математика). Це узагальнюючий термін, який використовується для

групування формально окремих навчальних дисциплін, які тісно пов'язані між собою у контексті освітньої політики навчального закладу чи навчальної програми [1]. Сам термін запропонований науковцями Національного наукового фонду США, і з'явився в 2001 р. для позначення цього нового тренду в освіті. По суті, це спроба конвергенції окремих освітніх дисциплін. На мій погляд, це не заклик «назад, до натурфілософії», і не примітивне трактування на кшталт уроків «технологій», де замість верстаків учні використовують 3D-принтер. Це пошук рішення глобальної проблеми освіти, коли наука та практична діяльність не мають точок перетину. В результаті відбувається різке падіння рівня освіти та когнітивних здібностей школярів та студентів. Доказом є сумні результати міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 в Україні [2].

Результати та обговорення. Застосування STEM-підходів до вирішення прикладної хімічної задачі з використанням математичних та статистичних методів було продемонстровано у роботі, виконаній для конкурсу учнівських робіт Малої академії наук. Завдання полягало в тому, щоб оптимізувати умови синтезу хімічного реактиву кобальт(II) ортофосфату октагідрату $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ таким чином, щоб продукт синтезу відповідав вимогам кваліфікації «хч» (повинен містити не більше 0,1% домішок за вимогами ДСТУ 2216-93 Реактиви та особливо чисті речовини. Позначення та методи визначення чистоти. Терміни та визначення). Для досягнення поставленої мети пропонувалося використати узагальнений параметр – так звану функцію бажаності Харрінгтона [3]. Синтетичну частину дослідження проводили студенти в лабораторії НУБіП України, а пошук оптимальних параметрів синтезу проводилося учнем 11 класу школи-ліцею м. Ніжина Чернігівської області під керівництвом вчителя-методиста математики.

При математичному моделюванні процесу синтезу $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ кваліфікації «хч» слід одночасно оптимізувати три фактори:

1. Мольне співвідношення $R=\text{CoO}:\text{P}_2\text{O}_5$, яке повинно бути максимально близьким до 3, що відповідає його теоретичному значенню у індивідуальній сполуці – параметр y_1 ;
2. Вміст домішки CO_2 (%) бути мінімальним – параметр y_2 ;
3. Вихід готового продукту (%) за P_2O_5 повинен наближатися до 100 % або у маточному розчині вміст CoO повинен бути мінімальним – параметр y_3 . Цей чинник опосередковано характеризує також економічність процесу.

Жоден параметр окремо (y_1 , y_2 , y_3) не може бути використаний як єдиний критерій оптимізації процесу синтезу, так як при цьому будуть враховуватися тільки однобічні вимоги до цільового продукту та процесу його одержання. Тому виникла необхідність об'єднати показники, що мають різний фізичний зміст та розмірність, застосувавши функцію бажаності Харрінгтона. В основі такого методу узагальнення – перетворення натуральних значень часткових показників (y_1 , y_2 , y_3) у безрозмірні величини (в даній системі d_1 , d_2 та d_3) з наступним об'єднанням їх за формулою середнього геометричного:

$$D_{\text{об.}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} \quad (1)$$

Для визначення значення d_i , що відповідає y_i , одержаному при хімічному аналізі зразку $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ та маточного розчину, використовуються формули логарифмічних залежностей [3].

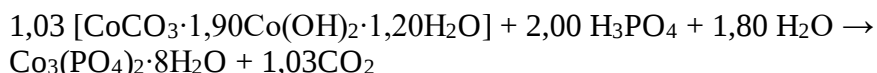
Для проведення модельного експерименту було складено матрицю плану Бокса-Уїлсона (методу крутого сходження) [4], де передбачено всі можливі комбінації двох рівнів всіх трьох факторів відносно умовного середнього значення – так званого основного рівня (табл. 1).

Таблиця 1.

Матриця планування експерименту

	Умови дослідів	x ₁ , температура, °C	x ₂ , концентрація H ₃ PO ₄ , % (мас.)	x ₃ , тривалість синтезу, год.
	Основний рівень (x _i ⁰) – центр плану	50	30	2
	Інтервал варіювання (Δ x _i)	30	20	1
	Верхній рівень (x _{i max})	80	50	3
	Нижній рівень (x _{i min})	20	10	1

Технологія одержання цільового продукту базувалася на гетерогенній взаємодії реагентів – кобальт (II) гідроксокарбонату та розчину фосфатної кислоти реактивної чистоти:



Синтез $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ здійснювали наступним чином: деякий об'єм дистильованої води нагрівали у термостійкому стакані, закріпленому у штативі термостату, до заданої температури синтезу. При постійному перемішуванні за допомогою механічної мішалки додавали розчин ортофосфатної кислоти обраної концентрації до досягнення рН 3,0-3,3. Потім одночасно додавали кобальт (II) гідроксокарбонат та розчин кислоти у заданій умови синтезу кількості при дотриманні вказаного рівня рН. Після змішування реагентів продовжували перемішування заданий період часу тривалості синтезу. Об'єм суміші підтримували постійною додаванням дистильованої води, нагрітої до температури синтезу. Після закінчення суспензії охолоджували, відділяли осад фільтруванням на вакуумному фільтрі, промивали дистильованою водою і сушили до постійної маси при 40-60 °C.

Одержаний зразок аналізували:

1. На вміст CoO – комплексонометричним методом;
2. На вміст P_2O_5 – ваговим хінолінмолібденовим методом;
3. На вміст H_2O – методом фізичної гравіметрії.

Фільтрат (маточний розчин) збирали і визначали в ньому вміст P_2O_5 .

На рис. 1 наведено графічне зображення принципу трансформації двох параметрів якості продукту синтезу (вмісту домішки CO_2 та виходу) у безрозмірні величини функції бажаності та її шкали при односторонньому обмеженні параметрів.

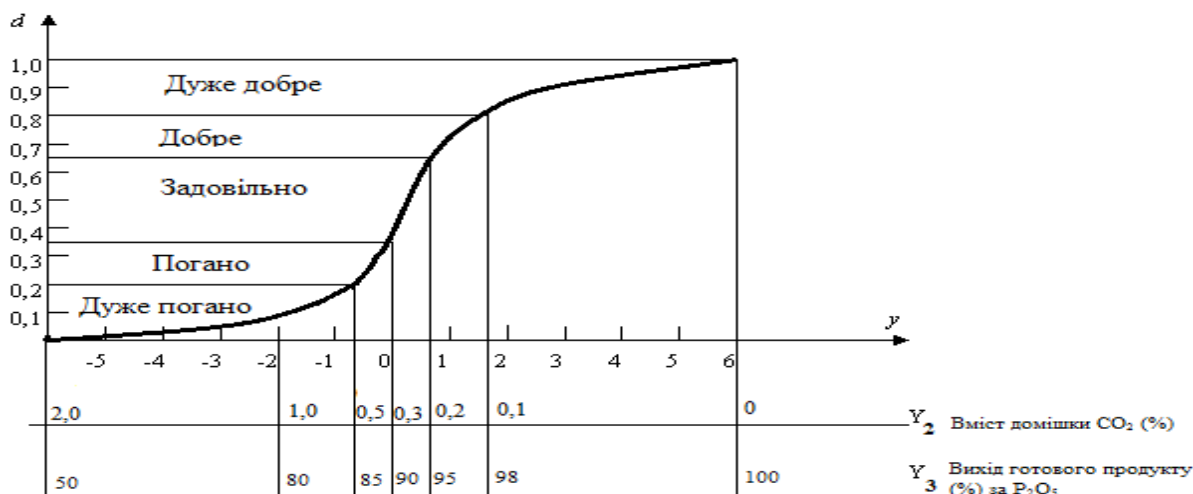


Рисунок 1. Функція бажаності Харрінгтона $d = f(y')$ для факторів з одностороннім обмеженням (Y_2 та Y_3)

У табл. 2 наведено результати реалізації восьми синтезів реактиву та оцінювання результатів аналізу цільового продукту та маточного розчину на вміст залишкового P_2O_5 .

Аналіз даних, наведених в табл. 2, свідчить про те, що вже в процесі реалізації матриці плану кругого сходження вдалося натрапити на оптимум, тобто досягти поставленої мети – оптимізувати параметри синтезу і при цьому досягти встановлених вимог до хімічного реактиву кваліфікації «хч», а саме вмісті домішки CO_2 рівному 0,03 % (дозволяється до 0,1 %), при мольному співвідношенні $CoO:P_2O_5 = 3,00$. Такі практично ідеальні результати одержано у досліді № 5, де параметри синтезу були наступними: температура 80 °С, концентрація H_3PO_4 50 % (мас.), тривалість синтезу 1 год. Об'єднана функція бажаності Харрінгтона, у якій одночасно оцінено всі вимоги до синтезу та якості продукту, рівна 0,98231, або 98,23 % - дуже добре.

Таблиця 2.

Умови проведення і результати дослідів за планом Бокса-Уїлсона типу 2^k , виконані для оптимізації процесу одержання $Co_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$

№ досліду	Умови дослідів – управляючі фактори						Результати дослідів – функції відклику						
	Фізичні x_i			Умовні X_i			Мольне співвідношення $K = CoO:P_2O_5 - Y_1$	Вміст домішки CO_2 (%) – Y_2	Вихід готового продукту (%) за $P_2O_5 - Y_3$	Часткові бажаності, d_i			$D_{об.}$
	x_1 , температура, °C	x_2 , концентрація H_3PO_4 , % (мас.)	x_3 , тривалість синтезу, год.	X_1	X_2	X_3				d_1	d_2	d_3	
1	80	50	3	+1	+1	+1	3,06	0,27	94,29	0,5793	0,4524	0,9383	0,24592
2	20	50	3	–1	+1	+1	2,97	0,03	98,18	0,8000	0,9905	0,9958	0,78910
3	80	10	3	+1	–1	+1	3,08	0,65	91,15	0,4773	0,0002	0,5632	0,00005
4	20	10	3	–1	–1	+1	3,03	0,53	96,48	0,8000	0,1000	0,9863	0,07960
5	80	50	1	+1	+1	–1	3,00	0,03	97,20	1,0000	0,9905	0,9917	0,98231
6	20	50	1	–1	+1	–1	3,00	0,30	96,43	1,0000	0,3676	0,9859	0,36273
7	80	10	1	+1	–1	–1	3,01	0,79	94,42	0,9851	0	0,9435	0
8	20	10	1	–1	–1	–1	3,08	0,90	92,63	0,4773	0	0,8157	0

Висновки. Традиційне проведення хімічного синтетичного експерименту шляхом покрокового перебору умов синтезу – тривалий та затратний процес. Для його прискорення та оптимізації розроблено математичні моделі та критерії оптимізації. Методом повнофакторного експерименту за планом Бокса-Уїлсона проведено 8 синтезів кобальт(II) ортофосфату октагідрату з врахуванням трьох управляючих факторів та трьох функцій відклику з метою використання одержаних результатів для побудови поліноміальної моделі. Функції відклику, різнорідні за фізичним змістом та розмірністю, було об'єднано за допомогою функції бажаності Харрінгтона, що одночасно враховувала вимоги як до хімічного складу продукту синтезу, так і виходу готового продукту. Показано, що в досліді № 5 вдалося одержати результати, що на 98,23 % відповідали максимально можливому значенню функції бажаності Харрінгтона. Таким чином, необхідності побудови математичної моделі та наступного пошуку її екстремуму вже не було.

Слід відмітити наступну обставину. Дана робота, представлена на конкурс МАН у номінації «Прикладна математика», не отримала схвалення конкурсної комісії. Головною претензією було те, що вона, на думку членів журі, не відповідала заявленій номінації, що це робота з хімії. Але на мій погляд, наше дослідження являло собою типовий продукт реалізації концепції STEM – інтеграції хімічної технології, прикладної математики та дата аналізу.

Список використаної літератури

1. Thomas R., Audrey R. Promises and perils of STEM education: synthesizing teacher, student, & research perceptions / In book: International Encyclopedia of Education, 4th Edition. – Elsevier, 2022. – P. 262-269.
2. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / кол. авт. : Г. Бичко (осн. автор), Т. Вакулєнко, Т. Лісова, М. Мазорчук, В. Терещенко, С. Раков, В. Горох та ін. ; за ред. В. Терещенка та І. Клименко // Український центр оцінювання якості освіти. – Київ, 2023. – 395 с.
3. Calculation of Harrington function (desirability function) values under interval determination of its arguments / V. Dubnitskiy, A. Kobylin, O. Kobylin [et al.] // Advanced Information Systems. 2022. – Vol. 7, Issue 1. – P. 71-81.
4. Вступ до планування оптимального експерименту: Навч. посібн. для студ. спец. 092502 – Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва/Уклад.: Г.О. Статюха, Д.М. Складанний, О.С. Бонаренко. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. – 117 с.

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ БІОЛОГІЇ: ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДИК ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Ганжа В. О.

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

У сучасному освітньому середовищі вчителі постійно шукають нові шляхи вдосконалення навчального процесу, які дозволяють учням краще розуміти складні наукові поняття та долучатися до вивчення біології. Одним із таких підходів є інтегрований підхід до навчання біології, який поєднує в собі традиційний та інноваційний підхід. У сучасному