

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра хімії та технологій

СИЛАБУС
вибіркової навчальної дисципліни

ХІМІЧНІ СЕНСОРИ

Підготовки Доктора філософії (PhD)

Галузь знань 10 Природничі науки

Спеціальності 102 Хімія

Освітньої-наукової програми Синтез та дослідження властивостей
неорганічних та органічних речовин

Луцьк – 2020

Силабус навчальної дисципліни «Хімічні сенсори» підготовки Доктора філософії (PhD), галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 102 Хімія, за освітньої програмою «Синтез та дослідження властивостей неорганічних та органічних речовин».

Розробник: Кормош Ж.О., професор кафедри хімії та технологій
кандидат хімічних наук, професор

Силабус навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри хімії та технологій

Протокол № 2 від 29 вересня 2020 р.

Завідувач кафедри,
доктор хімічних наук, професор



Олексеюк І.Д.

© Кормош Ж.О., 2020

І. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна/заочна форма навчання	10 10 Природничі науки 102 Хімія Синтез та дослідження властивостей неорганічних та органічних речовин. Доктора філософії (PhD)	Вибіркова
Кількість годин/кредитів <u>90 / 3</u>		Рік навчання <u>2</u>
		Семестр <u>4</u>
		Лекції <u>20/10</u> год.
		Практичні (семінарські) ____. Лабораторні <u>16/8</u> год. Індивідуальні ____ год.
		Самостійна робота <u>54/72</u> год. Консультації ____ год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Форма контролю: залік

ІІ. Інформація про викладача

Кормош Жолт Олександрович
Кандидат хімічних наук
професор
Професор кафедри хімії та технологій
0505009468, kormosh@vnu.edu.ua
<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n...>

ІІІ. Опис дисципліни

1. Анотація курсу. Навчальна дисципліна «Хімічні сенсори» передбачена як вибіркова дисципліна для підготовки Доктора філософії (PhD), галузі знань 10 «Природничі науки», спеціальності 102 «Хімія», за освітньої програмою «Синтез та дослідження властивостей неорганічних і органічних речовин».

Вивчення даної дисципліни спрямоване на вивчення питань хімічної сенсорики; добре структурований і широкий спектр умінь та навичок при розробці потрібних сенсорів; уміння порівнювати, класифікувати, грамотно описувати одержанні результати при аналізі; робити належну інтерпретацію, проведення паралелі, можливість попередньо оцінити чи спрогнозувати одержані результати, а також запропонувати власне вирішення тієї чи іншої

проблеми; уміння проаналізувати отримані результати, розвинути, сформулювати, дати їм власну оцінку та обгрунтоване пояснення.

2.Пререквізити „Аналітична хімія та інструментальні методи хімічного аналізу”, „Органічна хімія”, «Фізика».

3. Метою навчальної дисципліни “ Хімічні сенсори” є поглибити теоретичні знання про «Хімічні сенсори», а також можливості їх застосування при визначенні конкретних об’єктів. Основними **завданнями** навчальної дисципліни “ Хімічні сенсори ” є набуття знань про методологію хімічних сенсорів на основі вивчення більш широкого літературного матеріалу при підготовці фахівців; систематизувати набуті знання з попередніх курсів, які можна застосувати у сенсор-системах; детально розглянути хімічну основу та способи застосування кожного типу сенсор-методів;сформувати у здобувачів вміння, розуміння і навички володіти матеріалом не лише теоретичного плану, але й логічного підходу щодо застосування набутих знань у практиці.

4. Результати навчання (компетентності):

ІНТ. Здатність продукувати інноваційні наукові ідеї, оволодіти методологією наукової та педагогічної діяльності, вирішувати комплексні проблеми в процесі інноваційно-дослідницької та професійної діяльності, проводити оригінальні наукові дослідження на міжнародному та національному рівні **ЗК2.** Здатність до критичного аналізу, оцінки наявних знань, синтезу нових та складних ідей на основі логічних аргументів та перевірених фактів. **ЗК3.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Набуття гнучкості мислення, відкритого для застосування набутих хімічних знань для вирішення стратегічних та поточних завдань промислового розвитку, а також для застосування набутих знань у практичних ситуаціях. **ЗК4.** Здатність до проведення самостійних наукових досліджень. Набуття компетентностей ініціювання та виконання наукових досліджень, які дають можливість переосмислити наявні та отримати нові знання. **ЗК5.** Творчість. Здатність до генерування нових ідей, абстрактне мислення, досягнення наукових цілей, знаходити найкращі рішення в нових умовах та ситуаціях. **ЗК8.** Етичні установки. Дотримання етичних принципів в наукових дослідженнях, чесності та порядності в професійній діяльності та повсякденному житті. **ЗК9.** Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел. **СК1.** Глибинні знання зі спеціальності. Знання і розуміння поглибленого рівня в галузі хімії і споріднених областях, включаючи методи проведення експериментів, рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні останніх світових досягнень і направленим на їх розширення і поглиблення. **СК2.** Дослідницькі здатності. Здатність формулювати на сучасному рівні наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, виконувати оригінальні дослідження в галузі хімії, досягати наукових результатів, які створюють нові цілісні знання, розв’язувати проблеми та задачі шляхом розуміння їх фундаментальних основ та використання як теоретичних, так і експериментальних методів, засвоєних з освітньо-наукової програми. **СК3.** Технологічні здатності. Вміння вибирати та використовувати наукове обладнання, новітні інформаційні і комунікаційні технології та процедури, які відносяться до хімічних та фізико-хімічних методів досліджень. **СК4.** Здатність до критичного аналізу та оцінювання даних. Вміння аналізувати дані проведених експериментів, в тому числі із застосуванням обчислювальної техніки, інтерпретувати результати експериментів та брати участь у дискусіях стосовно наукового та практичного значення отриманих результатів. **СК7.** Здатність до саморозвитку та самовдосконалення. Здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові галузі науки, використовуючи здобуті фахові знання, уміння та навички.

Програмні результати навчання: Започатковувати, планувати, реалізовувати та коригувати послідовний процес ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності. **ПРУН 3.** Застосовувати знання про закономірності взаємозв’язку структури сполук і речовин з фізичними і хімічними властивостями під час розв’язання теоретичних та прикладних завдань. **ПРУН 4.**

Застосовувати знання хімічної термодинаміки до реальних процесів, прогнозувати термодинамічні властивості та реакційну здатність речовин. **ПРУН 5.** Здатність до використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях, презентувати результати наукових досліджень в усній та письмовій формі, організовувати та проводити навчальні заняття. **ПРЗН 3.** Отримати знання теоретичних та прикладних проблем прикладної хімії та методів неорганічного і органічного синтезу. **ПРЗН 4.** Отримати глибинні знання сучасних методів визначення складу та встановлення будови хімічних сполук, контролю проходження хімічних процесів. **ПРКОМ 1.** Уміння застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні інструменти і технології для забезпечення ефективних наукових та професійних комунікацій. **ПРАіВ 1.** Здатність самостійно проводити наукові дослідження та приймати рішення. **ПРАіВ 2.** Здатність формулювати власні авторські висновки, пропозиції та рекомендації. **ПРАіВ 3.** Здатність усвідомлювати та нести особисту відповідальність за одержані результати дослідження. **ПРАіВ 4.** Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					*Форма контролю/ Бали
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Конс.	Сам.	
Змістовий модуль 1. <u>Загальна характеристика хімічних сенсорів. Електрохімічні сенсори</u>							
Тема 1. Хімічні сенсори. Загальні поняття, термінологія, класифікація. Аналітичні та метрологічні характеристики сенсорів.	12/11	2/1	4/2			6/8	ДС*/РМГ*/5
Тема 2. Електрохімічні сенсори	10/10	4/2				6/8	
Тема 3. Мембрани для потенціометричних сенсорів, характеристики, застосування.	12/11	2/1	4/2			6/8	ДС*/РМГ*/5
Разом за змістовим модулем 1	34/32	8/4	8/4			18/24	15
Змістовий модуль 2. <u>Оптичні та інші сенсори</u>							
Тема 4. Оптичні сенсори.	12/10	4/1	2/1			6/8	ДС*/РМГ*/5
Тема 5. Мас-чутливі сенсори. Сенсори з фізичними і фізико-хімічними перетворювачами. Біохімічні сенсори.	7/9	1/1				6/8	
Тема 6. Нові матеріали і технології створення хімічних сенсорів.	9/10	1/1	2/1			6/8	ДС*/РМГ*/5
Разом за змістовим модулем 2	28/29	6/3	4/2			18/24	15
Змістовий модуль 3. <u>Імобілізовані системи</u>							
Тема 7. Хімічні тест-системи спрощеного експресного контролю Матеріали та середовища для тест-реакцій	10/10	2/1	2/1			6/8	ДС*/РМГ*/3

Тема 8. Способи іммобілізації реагентів на твердій матриці	8/9	2/1				6/8	<i>ДС*/РМГ*/3</i>
Тема 9. Приклади застосування хімічних сенсорів та тест-систем в аналізі об'єктів довкілля, промислових та біологічних об'єктів, лікарських форм.	10/10	2/1	2/1			6/8	<i>ДС*/РМГ*/4</i>
Разом за змістовим модулем 3	28/29	6/3	4/2			18/24	10
Усього годин	90	20/10	16/8			54/72	40
Модульна контрольна робота 1							20
Модульна контрольна робота 2							20
Модульна контрольна робота 3							20
Разом							100

6. Завдання для самостійного опрацювання

1. Поясніть основні тенденції розвитку сучасної аналітичної хімії.
2. Сформулюйте основні вимоги, що висуваються до методів та засобів експресного аналізу.
3. Назвіть тенденції та особливості розвитку портативних аналітичних приладів та пересувних лабораторій.
4. Наведіть приклади застосування портативних приладів в експресному аналізі різних об'єктів.
5. Назвіть складові сенсору та дайте їх означення.
6. Класифікація сенсорів за способом реєстрації аналітичного сигналу.
7. Наведіть основні означення та термінологію тестового методу аналізу.
8. Класифікація тест-методів.
9. Якими достоїнствами володіють тест-системи?
10. В чому полягає сутність різних способів іммобілізації аналітичних реагентів на твердій матриці?
11. Матеріали та середовища для проведення тест-реакцій. Наведіть приклади їх практичного застосування в аналізі.
12. Які вимоги висуваються до реакцій заміщення у разі застосування реактивних індикаторних паперів для визначення йонів металів?
13. У чому полягає принцип іонометричного методу аналізу?
14. Дайте визначення хімічного сенсора. У чому полягає відмінність між фізичними, хімічними сенсорами і біосенсорами?
15. Що таке активність? Наведіть приклади біохімічних і інших процесів, що залежать від активності іонів.
16. Запропонуйте методи визначення активності іонів у розчині.
17. Які чинники необхідно враховувати при визначенні активності іонів у розчині?
18. Для яких розчинів поняття активності та концентрації співпадають?
19. Які характеристики ІСЕ входять до рівняння Нікольського? Чи є відмінності при записі цього рівняння для електрода, селективного до катіонів і аніонів?
20. Запропонуйте класифікацію ІСЕ за типами мембран.
21. Що таке коефіцієнт селективності?
22. Чому для оцінки селективності на практиці не використовують константу селективності, а рекомендується коефіцієнт селективності?
23. Які методи оцінки коефіцієнтів селективності відомі? Чому найчастіше використовують метод змішаних розчинів?
24. Що таке градувальна характеристика? У яких межах вона знаходиться?

25. Що таке крутизна градувальної характеристики? Які чинники впливають на її величину?
26. Дайте поняття межі виявлення. Запропонуйте способи оцінки.
27. Які чинники впливають на величину межі виявлення?
28. Перерахуйте чинники, що впливають на час відгуку ІСЕ.
29. Укажіть джерела погрішностей в іонометрії.
30. Запропонуйте способи оцінки правильності результатів аналізу іонометричного визначення.
31. Поясніть механізм дії скляної мембрани.
32. Дайте схему формування мембранного потенціалу скляного електрода.
33. Чому рН-чутливою є тільки добре вимочена скляна мембрана?
34. Чому результати вимірювань рН у сильнолужних розчинах занижені? Для створення яких електродів використовували цей факт?
35. Чому скляний електрод дає неправильні результати при вимірюванні рН у сильноокислих розчинах? Який електрод можна використовувати в цій ситуації замість скляного?
36. Для визначення яких катіонів металів використовують скляні електроди?
37. Що таке потенціал асиметрії? Які можливі причини його виникнення? Як його можна усунути?
38. Прогнозуйте й експериментально підтвердіть значення рН для деяких біологічних і інших систем: морська вода; кров людини; молоко; слина; столовий оцет; водний розчин харчової солі; водний розчин кальційованої солі; сльози; дистильована вода; питна вода; молоко; апельсиновий сік; томатний сік.
39. Запропонуйте ЕАР для фторидселективного електрода.
40. Як пояснити електричну провідність кристалічних мембран?
41. Які хімічні речовини використовують як первинний стандартний зразок для визначення рН розчину?
42. Які чинники впливають на величину рН розчину?
43. Що означає термін "робочий зразок порівняння рН"?
44. Наведіть приклади неорганічних солей як основи твердих мембран ІСЕ.
45. Чим зумовлена селективність мембрани на основі LaF_3 для визначення фторид-іонів?
46. Перерахуйте джерела похибок при вимірюванні рН скляним електродом і причини їх виникнення.
47. Які електродноактивні речовини можна використовувати для виготовлення рідких мембран ІСЕ?
48. Чому рН-метри необхідно калібрувати?
49. Чому дегідратація скляного електрода призводить до похибок у результатах вимірювань?
50. Які іони заважають визначенню фторид-іонів у воді?
51. Чому визначення фторид-іонів рекомендується проводити в слабкокислому середовищі?
52. Як усунути вплив Fe(III) і Al(III) при іонометричному визначенні фторид-іонів у воді?
53. Які вимоги пред'являються до ЕАР рідинних мембран?
54. Поясніть механізм дії газових електродів.
55. Що таке ферментний електрод? Наведіть приклади ферментних електродів.
56. Поясніть механізм дії ІСЕ з рідинними мембранами.
57. Чим зумовлена висока вибірковість ферментних електродів?
58. Що таке іонофор?
59. Наведіть приклади ІСЕ на основі іонофорів і поясніть механізм їх дії.
60. Які чинники впливають на потенціометричну вибірковість іонофорів?

61. Дайте схему формування мембранного потенціалу ICE на наступні компоненти: Ca^{2+} , $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, NO_3^- , NH_3 , CO_2 , S^{2-} , Ag^+ .
62. Які загальні властивості мембран, що використовують для виготовлення ICE?
63. У чому полягають переваги ICE з полімерними мембранами? Який механізм їх дії?
64. Опишіть методику приготування ICE плівкового типу.
65. Наведіть приклади твердоконтактних електродів. Перерахуйте їх переваги і недоліки.
66. Наведіть приклади ICE на аніонні комплекси металів. Поясніть механізм їх дії.
67. Які ЕАР мембран використовують для виготовлення ICE на аніонні комплекси металів?
68. Які переваги та недоліки ICE на аніонні комплекси металів?
69. Наведіть приклади іонометричних методик визначення компонентів у воді, ґрунті, повітрі, харчових продуктах відповідно до міжнародних і державних стандартів. Укажіть інтервал визначуваних концентрацій і методологічні характеристики аналізу.
70. Наведіть приклади визначення компонентів електролітів гальванічних ванн із застосуванням ICE.
71. Опишіть принцип іонометричного визначення жорсткості води.
72. Оцінити можливість потенціометричного визначення кислотності темних сортів пива, гальванічних ванн хромування.
73. Запропонуйте методи визначення аміаку й амонію, сірководню в природних і стічних водах. Опишіть принцип цих методів.
74. Запропонуйте методи визначення загального вмісту рухомих форм фторидів у ґрунтах.
75. Запропонуйте методики іонометричного визначення міді, свинцю, кальцію, паладію, срібла, калія, магнію, хрому(VI), золота в природних і промислових об'єктах. Опишіть склад і механізм дії мембрани для ICE на ці елементи.
76. Запропонуйте методики іонометричного визначення перхлоратів, роданіду, нітратів, бромідів, хлоридів, йодидів, фторидів, хромат-іонів, сульфідів, ціанідів у природних і промислових об'єктах.
77. Запропонуйте методики визначення глюкози, сечовини в біорідинах. Поясніть механізм формування електродного потенціалу з даним ICE.
78. Запропонуйте й обґрунтуйте інтервал рН при визначенні фторидів у воді, ґрунті.

IV. Політика оцінювання

У разі пропуску здобувачем практичних занять та модульних контрольних передбачається їх відпрацювання.

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік і у випадку незадовільної підсумкової оцінки (нижче 60 балів), здобувач може добрати бали, виконавши певний вид робіт (наприклад, усно здати одну із тем, або перездати якусь тему). Якщо оцінка за семестр 60 і вище, то за згодою сторін оцінка виставляється автоматом.

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре

75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Проблемы аналитической химии. Т. 13: Внелабораторный химический анализ [Текст] / под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Наука, 2010. –564 с.
2. Нанотехнология в ближайшем десятилетии [Текст] / под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса, П. Аливасатова. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
3. Золотов, Ю.А. Химические тест-методы анализа [Текст] / Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, В.Г. Амелин. – М.: Едиторал УРСС, 2002. – 304 с.
4. Островская, В.М. Вода. Индикаторные системы [Текст] / В.М. Островская, О.А. Запорожец, Г.К. Будников, Н.М. Чернавская. – М.: ФГУП ВТИИ, 2002. – 266 с.
5. Проблемы аналитической химии. Т. 14: Химические сенсоры [Текст] / под ред. Ю. Власова. – М.: Наука, 2010. –400 с.
6. Зими́на, Т.М. От сенсоров к микроаналитическим системам [Текст] / Т.М. Зими́на, В.В. Лучинин. – М.: Техносфера, 2005. – 302 с.
7. Шредер, Г. Швидкі аналітичні тести в хімічних дослідженнях довкілля [Текст] / Г. Шредер, А. Ніколаєвський, В. Рибаченко, Л. Опейда. – Донецьк: вид-во Юго-Восток, 2003. – 161 с.
8. Егорова, Л.С. Тест-определение меди(II) с использованием бумаг, пропитанных комплексами цинка и свинца с диэтилдитиокарбаминатом [Текст] / Л.С. Егорова, В.К. Чеботарев, Л.В. Трабер, О.В. Варламова / Известия АГУ. Раздел Химия, 2008. – № 3. – С. 57-61.
9. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природного середовища / Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В.- К. : Либідь, 1996. - 301 с.
10. Форте́ськю Дж. Геохимия окружающей среды / Форте́ськю Дж. - М.: Прогресе, 1985. - 359 с.
11. Прима́к А.В. Системный анализ контроля и управления качества воздуха и воды / Прима́к А.В., Кафаров В.В., Качиашвили К.И. / - К. : Наук. думка, 1991. - 360 с.
12. Баркер Ф. Компьютеры в аналитической химии / Баркер Ф.- М : Мир, 1987. - 520 с.
13. Ферсман А.Е. Очерки по минералогии и геохимии / Ферсман А.Е. – М. : Наука, 1977. – 192 с.
14. Яршева Н.Ф. Природа України / Яршева Н.Ф. – К. : Вища шк., 1995. – 335 с.
15. Лейте В. Определение загрязнений воздуха в атмосфере и на рабочем месте / Лейте В. – Л. : Химия, 1980. – 342 с.
16. Фалюш В.В. Методика польового визначення ґрунтів / Фалюш В.В., Олексеюк С.Т. - Луцьк: Надстир'я, 1989. – 70 с.
17. Полюжин І. Фізико-хімічні методи аналізу стану об'єктів навколишнього середовища / Полюжин І. - Львів: Львівська політехніка, 1997. - 543 с.
18. Даценко И.И. Химическая промышленность и охрана окружающей среды / Даценко И.И., Банах О.С., Баранский Р.И. - К. : Вища шк., 1986. – 1776 с.
14. Беспамятов Г.В. Предельнодопустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Беспамятов Г.В., Кротов Ю.А. – Л. : Химия, 1985.-528 с.

15. Гусев Н.Г. Радиоактивные выбросы в биосфере / Гусев Н.Г., Беляев В.А. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.
16. Муравьева С.И. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны / Муравьева С.И., Буковский М.И., Прохорова Е.К. – М.: Химия, 1991. – 368 с.
17. Бокриса Дж. Химия окружающей среды / Дж. Бокриса – М. : Химия, 1982. – 672 с.
18. Бурдіян Б.Г. Навколишнє середовище та його охорона / Бурдіян Б.Г., Дерев'янка В.О., Кривульченко А.І. - К. : Вища шк., 1993.-227 с.
19. Аранович Г.И. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды / Аранович Г.И., Коршунов Ю.Н., Ляликов Ю.С. – Л. : Судостроение, 1979. – 647 с.
20. Шпигун О.А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод / Шпигун О.А., Золотов Ю.А. – М. : МГУ, 1990. – 199 с.
21. Кальвода Р. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / Кальвода Р., Зыка Я., Штулик К. – М. : Химия, 1990. – 240 с.
22. Демина Л.А. Ионметрия в неорганическом анализе / Демина Л.А., Краснова Н.Б., Юрищева Б.С., Чуяхин М.С. – М. : Химия, 1991. – 192 с.
23. Хмельницкий Р.А. Масс-спектропия загрязнений окружающей среды / Хмельницкий Р.А., Бродский Е.С. - М. : Химия, 1990. – 184 с.
24. Ж. А. Кормош, О. Ю. Матвийчук, И. П. Антал, Я. Р. Базель. Сенсоры на основе одно- и двухслойных пластифицированных мембран для потенциометрического определения мефенаминовой и фенилантраниловой кислот // Журнал Аналитической Химии, 2020, том 75, № 6, с. 553–562. DOI: 10.31857/S0044450220060134.
25. Ж.А. Кормош, Е.С. Журба, И.П. Антал, Я.Р. Базель, А.Ж. Кормош. Спектрофотометрическое определение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты // Журнал Аналитической Химии, 2020, том 75, № 7, с. 649–653. DOI: 10.1134/S1061934820070114.
26. Z.A. Kormosh, T.I. Savchuk, D.I. Semenishin, S.V. Suprunovich, V.V. Kochubei, S.I. Korolchuk. Potentiometric Sensor for Analgin Determination in Pharmaceutical formulations // Methods and objects of chemical analysis, 2020, Vol. 15, No. 2, 66-72. <https://doi.org/10.17721/moca.2020.66-72>
27. Кормош Ж., Марковская Н., Кормош Н. Потенциометрический сенсор для определения бензилпенициллина // Химико-фармацевтический журнал. – 2019. – Т. 53, № 6. – С. 76-78. Kormosh, Z.A., Markovska, N.A. & Kormosh, N.N. Potentiometric Sensor for Benzylpenicillin Determination. Pharm. Chem. J. 53, 577–579 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11094-019-02040-w>
28. Tkach V.V., Kushnir M.V., de Oliveira S.C., Kormosh Z.O., Luganska O.V., Parchenko V.V., Ivanushko Y.G., Yagodynets' P.I. A descrição matemática do processo da detecção eletroquímica do ácido ascórbico sobre o polímero condutor, dopado pelo íon triiodeto // Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm. – 2019. – V. 48, № 1. – P. 159-169.
29. Zubenia N., Kormosh Z., Antal I., Gorbatiyuk N., Bokhan Y., Zhylko V., Dombrova I., Semenishyn D. and Kochubei V. Potentiometric Sensor for Determination of Amprolium in Pharmaceutical Formulation // Anal. Bioanal. Electrochem. 2019, Vol. 11, No. 9, 1228-1239. [http://www.abechem.com/No.%209-2019/2019,%2011\(9\),%201228-1239.pdf](http://www.abechem.com/No.%209-2019/2019,%2011(9),%201228-1239.pdf)
30. Пат. u201807870, МПК⁵¹ G 01 N 33/15. Спосіб визначення цикламату / Кормош А.Ж., Кормош Ж.О., Савчук Т.І., Горбатюк Н.М., Бохан Ю.В., Корольчук С.І., Кормош Н.М. –

№135480; – заявл. 13.07.2018. опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13.

31. <https://www.open.edu/>
32. <https://online.stanford.edu/>