


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра неорганічної хімії

Затверджено

На засіданні кафедри неорганічної хімії
хімічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1/8 від 29.08.2022 р.)

Завідувач кафедри
академік НАН України,
доктор хімічних наук, професор
 Роман ГЛАДИШЕВСЬКИЙ

Силабус навчальної дисципліни
“Сучасні функціональні матеріали”,
що викладається в межах ОПП підготовки бакалавра хімії
(першого (бакалаврського) рівня вищої освіти)
для здобувачів за спеціальністю
014.06 Середня освіта (хімія)

Львів 2022 р.

Назва курсу	<i>Сучасні функціональні матеріали</i>
Адреса викладання курсу	Хімічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра неорганічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки 014.06 Середня освіта (хімія)
Викладачі курсу	Заремба Василь Іванович, канд. хім. наук, доцент
Контактна інформація викладачів	vasyl.zaremba@gmail.com vasyl.zaremba@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю зі студентами у режимі <i>off-line</i> , адреса хімічний факультет, кафедра неорганічної хімії, ауд. 407), а також можливі <i>on-line</i> консультації через мережу MStTeams, Zoom, Viber (для додаткового узгодження слід писати на електронну пошту викладача).
Сторінка курсу	https://chem.lnu.edu.ua/course/functionalmaterials
Інформація про курс	Курс розроблено таким чином, щоб пояснити студентам-бакалаврам характерні властивості класичних та сучасних функціональних матеріалів на основі теоретичних понять, а також окреслити їх області та галузі застосування, шляхи оптимізації властивостей та новітні методи синтезу як органічних, так і неорганічних сполук, з метою подальшого їх застосування як функціональних матеріалів. Він покликаний сформувати спеціаліста, який не тільки володіє певною системою знань, умінь та навичок, а й уміє самостійно мислити, аналізувати, доводити, якісно і кількісно інтерпретувати властивості композиційних, порошкових, надтвердих, та магнітних матеріалів, жароміцних та аморфних сплавів, сполук з різним типом провідності та наноматеріалів, передбачувати вплив зовнішніх чинників на властивості цих сполук, оптимізувати методи синтезу цих матеріалів.
Коротка анотація курсу	Курс “ <i>Сучасні функціональні матеріали</i> ” є нормативною дисципліною яка викладається в 7-му семестрі для підготовки Бакалавра хімії (першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) по спеціальності 014.06 Середня освіта (хімія) в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі курсу	Метою навчальної дисципліни “ <i>Сучасні функціональні матеріали</i> ” є формування в студентів уявлень про сучасні функціональні матеріали на основі неорганічних та органічних сполук, що використовуються в різних галузях промисловості, техніці та побуті. Завдання навчальної дисципліни “ <i>Сучасні функціональні матеріали</i> ” – розвиток у студентів навиків, необхідних для розуміння принципів функціонування різних типів матеріалів та теоретичних основ їхньої розробки.
Література для вивчення дисципліни	1. J. Emsley. <i>The Elements. 3rd Edition</i> . Clarendon Press. Oxford: 1998. – 300 p. 2. О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. <i>Металознавство</i> . К.: ІВІЦ Видавництво “Політехніка”, 2008. – 384 с. 3. A.R. West. <i>Solid State Chemistry and Its Applications</i> . Vol. 1,2, Chichester: John Wiley and Sons, 1984. – 894 p.

	<p>4. В.С. Кшнякин, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра. <i>Основи фізичного матеріалознавства: навчальний посібник</i>. - Суми: Сумський державний університет, 2015. – 466 с.</p> <p>5. О.В. Афанасьєва <i>Функціональні матеріали оптоелектронної техніки</i>. Частина перша. Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 168 с.</p> <p>6. <i>Магнітні матеріали</i> Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — 120 с.</p> <p>7. А. І. Кондир <i>Наноматеріалознавство і нанотехнології: навч. посіб.</i> Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. — 450 с. .</p> <p>8. І. В. Курило, С. К. Губа. <i>Основи технології напівпровідникових матеріалів</i> – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – 240 с.</p> <p>9. Будіщев М. С. <i>Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник</i>. — Львів: Афіша, 2001. — 424 с.</p> <p>10. Я. Довгий. <i>Чарівне явище – надпровідність</i>. Львів: Євросвіт, 2000. – 440 с.</p> <p>11. С.А. Неділько, О.Г. Дзязько, М.А. Зеленько. <i>Високотемпературна надпровідність</i>. К.: ВПЦ “Київський університет”, 2010. – 191 с.</p> <p>12. <i>Intermetallic Compounds</i>. Eds. J.H. Westbrook, R.L. Fleischer, Vol. 1,2, Chichester: John Wiley & Sons, 1993. – 754 p.</p> <p>13. Окремі статті в наукових журналах <i>Materials Letters, Chemistry of Metals and Alloys, Chemistry of Materials, Journal of Material Chemistry, Materias Research Letters, Advanced Materalials</i>.</p> <p>Допоміжна:</p> <p>Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Advanced Materials 2. Materials Today Physics 3. Materials Research Letters 4. Journal of Alloys and Compounds 5. Angewandte Chemie 6. Nano Letters 7. Applied Electronic Materials <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P. Villars, K. Cenzual (Eds.), <i>Pearson’s Crystal Data – Crystal Structure Database for Inorganic Compounds</i>, Release 2013/14, ASM International, Materials Park (OH). 2. www.sciencedirect.com. 3. http://onlinelibrary.wiley.com. 4. www.degruyter.com 5. www.pubs.acs.org
<p>Обсяг курсу</p>	<p>48 годин аудиторних занять. З них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 42 годин самостійної роботи.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>В результаті вивчення цього курсу студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні класи сполук за галузями практичного використання; - будову складових різних типів композиційних матеріалів; - структуру сплавів зі спеціальними властивостями;

	<ul style="list-style-type: none"> - методи виготовлення порошкових матеріалів; - особливості будови надміцних матеріалів на основі алмазів та модифікацій нітриду бору; - класифікацію, основні характеристики провідників та діелектриків; - класифікацію, методи синтезу та галузі застосування надпровідних матеріалів; - основні типи класичних та сучасних напівпровідникових матеріалів; - будову складових магнітотвердих і магнітом'яких матеріалів; - методи виготовлення матеріалів для магнітного запису; - методи отримання та особливості наноструктурованих об'єктів. <p style="text-align: center;">вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризувати різноманітні матеріалами (структурні, техніко-економічні параметри); - пояснювати принципи їхнього функціонування; - застосовувати методи утилізації відпрацьованих матеріалів; - аналізувати взаємозв'язки між складом, структурою та властивостями сполук з метою оптимізації властивостей існуючих матеріалів і пошуку нових матеріалів. <p>Навчальна дисципліна “Сучасні функціональні матеріали” покликана формувати у студентів сукупність загальних та спеціальних (фахових) компетентностей та досягнути програмних результатів навчання.</p> <p>В результаті успішного проходження курсу студент набуде загальні компетентності:</p> <p>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 6. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>та спеціальні фахові компетентності:</p> <p>ПК 3. Здатність характеризувати досягнення хімічної технології та сучасний стан хімічної промисловості, їх роль у суспільстві.</p> <p>Програмні результати навчання (ПРН):</p> <p>ПРЗ 2. Знає та розуміє основні концепції, теорії та загальну структуру хімічних наук.</p>
Ключові слова	Функціональні матеріали, фізичні властивості сполук, композити, наноматеріали
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних занять та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Тема 1. Класифікація неорганічних сполук за галузями практичного використання. Основні визначення та класифікація композиційних матеріалів.

Класифікація неорганічних сполук за галузями практичного використання. Основні визначення та класифікація композиційних матеріалів. Методи отримання КМ та області застосування.

Тема 2. Металічні композиційні матеріали. Вуглець-вуглецеві та керамічні композиційні матеріали. Кермети.

Металічні композиційні матеріали. Композиційні матеріали з металічними матрицями. Шаруваті композити на основі інтерметалічних сполук. Термічно стабільні композити на основі тугоплавких металів. Основні класифікаційні ознаки вуглецевих матеріалів. Армуючі каркаси вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів. Формування та характеристики вуглецевої матриці. Застосування ВВКМ. Загальна характеристика керамічних композиційних матеріалів. Кераміко-металічні композиційні матеріали – кермети.

Тема 3. Конструкційні та функціональні матеріали на основі сплавів. Чавуни та сталі. Броньовані сталі. Сплави на основі міді. Конструкційні сплави для атомної енергетики. Алюмінійвмісні функціональні сплави. Фрикційні та антифрикційні матеріали.

Тема 4. Порошкова металургія. Методи синтезу та основні характеристики порошкових матеріалів. Порошкові керамічні матеріали.

Основні характеристики порошкових матеріалів. Порошкові матеріали на основі металів, їхні характеристики та виробництво. Леговані порошкові сталі. Порошкові кераміки.

Тема 5-6. Жароміцні та корозійностійкі сплави. Аморфні матеріали. Скло.

Жаростійкі сплави. Суперсплави та інтерметаліди. Жаро- та високостійкі алюмінієві сплави. Конструкційні сталі та сплави підвищеної надійності. Аморфні металічні сплави і матеріали. Скло, його типи та галузі застосування.

Тема 7. Надтверді матеріали.

Сучасний рівень досліджень і виробництва надтвердих матеріалів. Надміцні полікристали з графіту, їхній синтез. Надміцні алмазні полікристали для виробництва інструментів. Вирощування монокристалів алмазу. Нітрид бору, його властивості та матеріали на його основі. Надтверді бориди і силіциди.

Тема 8. Провідникові матеріали.

Класифікація та основні властивості провідникових матеріалів. Характеристика та види основних промислових провідникових матеріалів.

Тема 9-10. Надпровідні матеріали, їхня класифікація, основні характеристики та області застосування.

Класичні та високотемпературні надпровідники. Основні характеристики (критичні параметри) надпровідників. Методи синтезу надпровідної кераміки та виготовлення надпровідних дротів і стрічок. Створення великих електромагнітних систем та інше застосування надпровідників. Надпровідність у інтерметалічних сполуках. Органічні надпровідники.

Тема 11-12. Матеріали для електроніки.

Класичні та сучасні напівпровідникові матеріали. Проблеми технології та матеріалознавства напівпровідників. Вирощування епітаксійних структур. Тонкоплівкові матеріали. Матеріали для сонячної енергетики.

	<p>Тема 13. Діелектрики. Види та основні характеристики промислових діелектриків. Загальні відомості про діелектрики, їх основні характеристики. Електропровідність діелектриків. Фізико-хімічні та механічні властивості. Види та характеристика промислових діелектриків.</p> <p>Тема 14. Магнітні матеріали. Магнітотверді та магнітом'які матеріали, їхні основні характеристики та класифікація. Матеріали для магнітного запису. Ферити. Гранати. Магнітострикційні матеріали.</p> <p>Тема 15-16. Нанокристалічні матеріали. Нанопорошки – отримання та властивості. Об'ємні наноструктуровані матеріали. Нановолокна, нанодропи та нанотрубки. Фулерени. Графен. Практичне застосування наноматеріалів.</p>
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін (нормативних та вибіркових), які читаються для студентів бакалаврів на хімічному факультеті.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції у форматі презентацій, наукові дискусії
Необхідне обладнання	Ноутбук, відеопроєктор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Контроль знань здійснюється за результатами двох доповідей на лабораторних (семінарських) заняттях (30 балів) і модульної контрольної роботи (20 балів) та іспиті (50 балів).</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лабораторні заняття курсу. В разі неможливості відвідати заняття, студенти повинні інформувати викладача. У будь-якому випадку вони зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані під час виступів з презентаціями на семінарах, бали отримані за результатами модульної контрольної роботи та бали за активність на заняттях. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття. Недопустиме користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними засобами під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	<p>Контрольні питання з курсу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Композиційні матеріали в автомобіле-, авіа- та суднобудуванні. 2. Керамікометалічні матеріали - кермети. Класифікація, основні характеристики та області застосування. 3. Спеціальні сплави для вимірювальної та нагрівальної апаратури. 4. Сучасні порошкові металокерамічні матеріали. Методи синтезу, основні характеристики та галузі застосування. 5. Поліморфізм, структурні та фізико-хімічні характеристики нітриду

	<p>бору. Надтверді матеріали на основі кубічної та гексагональної модифікацій VN та їх застосування.</p> <p>6. Провідність матеріалів, класифікація та основні характеристики. Промислові провідникові матеріали, їх застосування.</p> <p>7. Високотемпературні надпровідники на основі міді: структурні особливості, критичні температури. Промислові високотемпературні надпровідники.</p> <p>8. Основні класи неорганічних напівпровідників. Характеристика, методи синтезу та галузі застосування.</p> <p>9. Лазери. Будова і основні характеристики твердотільних лазерів, застосування в оптоелектроніці та військових технологіях. Лазери в побуті.</p> <p>10. Діелектрики, їх класифікація. Сегнетоелектричні матеріали.</p> <p>11. Основні магнітотверді матеріали. Магнітотверді матеріали на основі сполук рідкісноземельних та 3d-перехідних металів. Промислові магніти.</p> <p>12. Графен. Відкриття, будова, властивості та сфери застосування. Похідні графену.</p>
	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема курсу

Тижень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література. ***Ресурси в інтернеті	Завдання	Термін виконання
1	Тема 1. Класифікація неорганічних сполук за галузями практичного використання. Основні визначення та класифікація композиційних матеріалів.	Лекції, лабораторні заняття	Базова: 1.Ch. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i> . 8th Ed. – N.J.: John Wiley & Sons, Inc, 2005 2.N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, <i>Solid State Physics</i> . – Saunders, 1976.	Семинар	Вересень
2	Тема 2. Металічні композиційні матеріали. Композиційні матеріали з металічними матрицями. Шаруваті композити на основі інтерметалічних сполук. Термічно стабільні композити на основі тугоплавких металів. Основні класифікаційні ознаки вуглецевих матеріалів. Армуючі каркаси вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів. Формування та характеристики вуглецевої матриці. Застосування ВВКМ. Загальна характеристика керамічних композиційних матеріалів. Кераміко-металічні композиційні матеріали – кермети.	Лекції, лабораторні заняття	3.Довгий Я. <i>Чарівне явище надпровідності</i> . - Львів: Євросвіт, 2000. 4.A.R. West, <i>Basic Solid State Chemistry</i> , 2nd Ed., – N.J.: John Wiley & Sons, Ltd, 1999 5.K.H.J Buschow., F.R. de Boer, <i>Physics of magnetism and magnetic materials</i> . – N.Y.: Kluwer Academic Publishers, 2004. 6.S. Blundell, <i>Magnetism in Condensed Matter</i> . - N.Y.: Oxford University Press, 2001. 7. М. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк та ін. <i>Наноматеріали, нанопокриття, нанотехнології – 21 Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – 209 с.</i> 8.P. Villars, K. Cenzual, R. Gladyshevskii, <i>Handbook of Inorganic Substances 2015</i> . – Berlin: Walter de Gruyter, 2015.	Семинар	Вересень
3	Тема 3. Конструкційні та функціональні матеріали на основі сплавів. Чавуни та сталі. Броньовані сталі. Конструкційні сплави для атомної енергетики. Алюмініймісні функціональні сплави. Сплави на	Лекції, лабораторні заняття		Семинар	Вересень

	основі міді. Фрикційні та антифрикційні матеріали.		9.R.E. Gladyshevskii, K. Cenual, <i>Crystal Structures of Classical Superconductors</i> , in: <i>Handbook of Superconductivity</i> , Ch. 6, Academic Press, 2000.		
4	Тема 4. Порошкова металургія. Методи синтезу та основні характеристики порошкових матеріалів. Порошкові керамічні матеріали. Основні характеристики порошкових матеріалів. Порошкові матеріали на основі металів, їхні характеристики та виробництво. Леговані порошкові сталі. Порошкові кераміки.	Лекції, лабораторні заняття	10. G. S. Nolas, J. Sharp, H. J. Goldsmid, <i>Thermoelectrics—Basic Principles and New Materials Developments</i> , Springer, 2001. 10. Энциклопедия неорганических материалов. Т.1, 2. — Киев: УСЭ, 1977. 11. J. Emsley. <i>The Elements</i> . 3rd Edition. Clarendon Press. Oxford: 1998.	Семінар	Жовтень
5-6	Теми 5-6. Жароміцні та корозійностійкі сплави. Аморфні матеріали. Скло. Жаростійкі сплави. Суперсплави та інтерметаліди. Жаро- та високостійкі алюмінієві сплави. Конструкційні сталі та сплави підвищеної надійності. Аморфні металічні сплави і матеріали. Скло, його типи та галузі застосування.	Лекції, лабораторні заняття	12.A.R. West. <i>Solid State Chemistry and Its Applications</i> . Vol. 1,2, Chichester: John Wiley and Sons, 1984.	Семінар	Жовтень
7	Тема 7. Надтверді матеріали. Основні характеристики надтвердих матеріалів на основі алмазу та поліморфних модифікацій нітриду бору. Сучасні надтверді матеріали. Надтверді бориди і силіциди.	Лекції, лабораторні заняття	Допоміжна: Періодичні видання 1. <i>Chemistry of Metals and Alloys – Хімія металів і сплавів</i> 2. <i>Nature Materials</i> 3. <i>Advanced Materials</i> 4. <i>Materials Today Physics</i> 5. <i>Materials Research Letters</i> 6. <i>Journal of Alloys and Compounds</i> 7. <i>Angewandte Chemie</i> 8. <i>Chemistry of Materials</i> 9. <i>Applied Electronic Materials</i>	Семінар	Жовтень
8	Тема 8. Провідникові матеріали. Властивості провідників. Основні промислові провідникові матеріали.	Лекції, лабораторні заняття		Семінар	Жовтень
9-10	Теми 9-10. Надпровідні матеріали, їхня класифікація, основні характеристики та області застосування. Характеристика надпровідного стану. ВТНП. Синтез надпровідних матеріалів. Надпровідність в ІМС. Органічні надпровідники.	Лекції, лабораторні заняття	Інформаційні ресурси: 1. P. Villars, K. Cenual (Eds.), <i>Pearson’s Crystal Data – Crystal Structure Database for Inorganic Compounds</i> , Release 2013/14, ASM International, Materials Park (OH). 2. www.sciencedirect.com . 3. http://onlinelibrary.wiley.com . 4. www.degruyter.com 5. www.pubs.acs.org	Семінар	Листопад
11-12	Теми 11-12. Матеріали для електроніки. Класичні та сучасні напівпровідникові матеріали. Проблеми технології та матеріалознавства напівпровідників. Тонкоплівкові матеріали. Матеріали сонячної енергетики.	Лекції, лабораторні заняття		Семінар	Листопад
13	Тема 13. Діелектрики. Види та основні характеристики промислових діелектриків. Загальна характеристика діелектриків. Основні типи промислових діелектриків.	Лекції, лабораторні заняття		Семінар	Листопад

14	Тема 14. Магнітні матеріали. Магнітотверді та магнітом'які матеріали. Ферити. Гранати. Магніострикційні матеріали.	Лекції, лабораторні заняття		Семінар	Грудень
15-16	Теми 15-16. Нанокристалічні матеріали. Нанопорошки – отримання та властивості. Об'ємні наноструктуровані матеріали. Нановолокна, нанодроти та нанотрубки. Фулерени. Графен.	Лекції, лабораторні заняття		Семінар	Грудень