

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра хімічного матеріалознавства

Кафедра органічної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 20 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

СУЧАСНИЙ ОРГАНІЧНИЙ СИНТЕЗ

рівень вищої освіти	<u>бакалавр</u>
галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
напрямок підготовки	<u>102 Хімія</u>
освітня програма	<u>освітня-професійна програма “Хімія”</u>
вид дисципліни	<u>за вибором</u>
факультет	<u>хімічний</u>

2019/2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету « ____ » _____ 2019 року, протокол № _____

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Шкумат Анатолій Петрович, канд. хімічних наук, доцент кафедри хімічного матеріалознавства;

Колосов Максим Олександрович, канд хімічних наук, доцент кафедри органічної хімії

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічного матеріалознавства

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2019 р.

Завідувач кафедри хімічного матеріалознавства

_____ Коробов О.І.
(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри органічної хімії

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2019 р.

Завідувач кафедри органічної хімії

_____ Дорошенко А.О.
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2019 р.

Голова методичної комісії хімічного факультету

_____ Єфімов П.В.
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасний органічний синтез» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 102 хімія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

1.1 Метою викладання навчальної дисципліни є сформувати чіткі уявлення щодо стратегії і тактики сучасного органічного синтезу, освоїти теоретичні основи органічної хімії та принципи використання фізичних методів дослідження для створення якісного протікання хімічних процесів; навчити студентів виявляти відповідність між структурою речовини, її фізико-хімічними властивостями, реакційною здатністю та методами її синтезу; надати студентам теоретичні знання та навички складних хімічних експериментів під час препаративного синтезу органічних речовин та одержання цільових матеріалів. Сформувати уявлення про основні положення теорії планування експеримента.

Важливим є формування системи фундаментальних знань, що дозволяють майбутнім фахівцям використовувати на практиці отримані ними базові знання для планування багатостадійних синтезів, рішення синтетичних задач, розгляду описаних в літературі синтезів складних органічних сполук. Важливо надати студенту підґрунтя для наукового аналізу проблеми в його професійній області, що дозволить підготувати студента до участі в дослідженнях хімічних процесів, що проводяться в лабораторних умовах, виявленню загальних закономірностей їх протікання і можливості управління ними, сформувати чіткі уявлення щодо стратегії і тактики сучасного органічного синтезу на основі новітніх теоретичних основ органічної хімії. Метою також є навчити студентів виявляти відповідність між структурою речовини, її фізико-хімічними властивостями, реакційною здатністю та методами її синтезу.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Сучасний органічний синтез» є освоєння технології сучасного препаративного органічного синтезу, яка базується на застосуванні новітніх уявлень з теоретичних основ органічної хімії, що дозволяє широко використовувати знання зі стратегії і тактики сучасного органічного синтезу. Під час вивчення курсу особлива увага приділяється вивченню основних тенденцій створення нових органічних матеріалів, ознайомленню студентів з проблемами сучасного органічного синтезу, із загальними принципами, із стратегією і тактикою органічного синтезу, основними закономірностями складання плану синтезу органічної сполуки, що відноситься до будь-якого класу (чи поліфункціональної), має будову досить високої міри складності, формуванню навичок складних хімічних експериментів та специфічних прийомів синтетичної органічної хімії для комплексного їх використання під час препаративного синтезу органічних речовин різних класів та одержання цільових матеріалів. В курсі розглядаються особливості синтезу основних класів органічних сполук, реакції яких протікають з утворенням нових С-С, С-N, С-O зв'язків, механізми хімічних взаємодій, даються основні навички виконання органічного синтезу, очистки речовин, аналітичного дослідження цільових продуктів. Важливим є також глибоке вивчення основ сучасного промислового синтезу важливих для людства органічних матеріалів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основним завданням вивчення дисципліни є поглиблене вивчення теоретичних і методологічних основ органічної хімії, специфічних прийомів синтетичної органічної хімії для комплексного їх використання під час одержання органічних речовин різних класів, які реально використовуються в найрізноманітніших сферах діяльності людей, формування практичних навичок і вмінь для планування і проведення складних хімічних

експериментів, формування і розвиток цілісного уявлення про методи синтезу органічних сполук.

1.3. Кількість кредитів - 9

1.4. Загальна кількість годин – 270

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
8-й	8-й
Лекції	
32 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	
-	-
Лабораторні заняття	
64 год.	12 год.
Самостійна робота	
174 год.	246 год.

1.6. Заплановані результати навчання

Загальнокультурні і професійні компетенції бакалавра, сформовані в результаті освоєння дисципліни "Сучасний органічний синтез":

- буде володіти основами теорії фундаментальних розділів хімії (передусім органічною, хімії високомолекулярних сполук, хімічної технології);
- зможе самостійно здійснювати науково-дослідну діяльність в області хімії з використанням сучасних методів дослідження і інформаційно-комунікаційних технологій та отримання наукових результатів, що задовольняють встановленим вимогам;
- буде готовим організувати роботу дослідницького колективу в області хімії і суміжних наук.

В результаті проходження спецкурсу «Сучасний органічний синтез» студент повинен набути такі практичні навички, уміння, універсальні та професійні компетенції:

знати:

- актуальні проблеми сучасної теоретичної і експериментальної хімії;
- сучасний стан науки в області органічної хімії ;
- сучасний стан експериментальних методів в області органічної хімії;
- методологію проведення синтезу і дослідження в області органічної хімії;
- теоретичні основи новітніх методів синтезу та дослідження органічних речовин;
- правила експлуатації сучасного дослідницького устаткування і приладів;
- основні методи отримання органічних речовин різних класів;
- сучасні уявлення та концепції будови органічних сполук, основні типи механізмів хімічних реакцій;
- зв'язок електронної та просторової будови органічних сполук з їх реакційною здатністю і фізико-хімічними властивостями;
- основні засади створення цільових матеріалів на основі органічних речовин;
- принципи утворення зв'язку вуглець-вуглець, синтетичні методи побудови вуглецевого скелету молекул;

- методи цілеспрямованого одержання і перетворення функціональних груп;
- особливі методи синтезу (методи ведення захисних груп, електрохімічні методи претворення органічних сполук, звукохімічні реакції, хемо-, та регіостереоселективні реакції, краун-ефіри в органічному синтезі);
- основи синтезу органічних барвників, люмінофорів, аналогів природних сполук, біологічно активних речовин;
- сучасні фізичні методи дослідження органічних сполук;

уміти:

- планувати стратегію рішення поставлених завдань, скласти план синтезу органічної сполуки, що відноситься до будь-якого класу (чи поліфункціональної), має будову досить високої міри складності;
- приймати нестандартні рішення;
- вільно і свідомо вміти використовувати методи та прийоми тонкого органічного синтезу при плануванні та проведенні синтетичного експерименту;
- проводити ре-синтези та вміти адаптувати та оптимізувати методики синтезу до конкретних умов проведення синтезу та наявності реактивів;
- планувати і проводити функціоналізацію органічних сполук та використовувати особливі методи в препаративній органічній хімії (одержання і перетворення функціональних груп; особливі методи синтезу - методи ведення захисних груп, електрохімічні методи претворення органічних сполук, звукохімічні реакції, хемо-, регіо- та стереоселективні реакції, використовувати краун-ефіри в органічному синтезі, сучасні реагенти та каталізатори, проводити синтез органічних барвників, люмінофорів, аналогів природних сполук, біологічно активних речовин);

володіти:

- основами теорії хімії, необхідних для розуміння механізмів реакцій отримання органічних сполук;
- навичками хімічного експерименту, основними синтетичними і аналітичними методами отримання і дослідження хімічних речовин і реакцій;
- методами синтезу органічних сполук на основі отриманих фундаментальних знань;
- теоретичними основами і практичними навичками роботи на експериментальних установках.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Теоретичні основи реакційної здатності органічних сполук.

Тема 1. Хімічний зв'язок та будова органічних сполук.

Сучасний погляд на природу хімічного зв'язку. Електронні уяви про будову зв'язку. Теорія електронних зміщень та ефектів. Прояв характеристичності та адитивності властивостей атомів і зв'язків. Основні положення квантової хімії. Співвідношення класичної та квантової хімії. Поняття спряження в класичній та квантовій хімії. Ароматичність та антиароматичність.

Тема 2. Стереохімія.

Конформація, обертання навколо зв'язків різних типів, номенклатура конформерів. Конформаційна поведінка різних класів сполук. Взаємозв'язок конформації та реакційної здатності. Енантіомерія. Поняття конфігурації. Асиметрія (хіральність) молекули. Діастереомерія.

Тема 3. Загальна теорія реакцій органічних сполук.

Загальні принципи реакційної здатності. Класифікація реакцій. Теорія перехідного стану. Кінетичний та термодинамічний контроль. Статичний підхід до проблеми реакційної здатності. Емпіричний підхід до реакційної здатності: кореляційні рівняння, принцип лінійності вільних енергій. Кислоти та основи – існуючі теорії. Сольватація.

Основні типи проміжних часток, їх генерація, будова та фактори, що впливають на стабільність.

Використання каталізу в органічному синтезі. Загальний механізм каталітичного циклу. Каталітично-активні комплекси металлов. Приклади механізмів реакцій, щокаталізуються комплексами металів: гідрування, гідрокарбонілювання, карбонілювання; окиснення и метатезис олефінів, ізомеризація, олігомеризація та полімеризація олефінів. Багатоелектронні процеси й каталіз кластерами. Приклади найбільш важливих реакцій. Типічні реакції кросс-сполучення. Каталітичне утворення зв'язків карбон-гетероатом. Гідроформілювання олефінів.

Розділ 2. Стратегія побудови вуглецевого скелету органічних молекул

Тема 1 Принципи сучасного органічного синтезу

Принципи сучасного органічного синтезу і встановлення будови органічних сполук. Стратегія органічного синтезу. Синтез за літературними даними, синтез за аналогією. Планування ланцюга перетворень, оптимізація плану синтезу. Типи вуглецевих скелетів і основні шляхи їх побудови. Методи активації реакційних центрів. Моделювання перехідного стану.

Класифікація реагентів і реакцій. Однореакторні синтези, «доміно»-реакції, темплатний синтез, ізогіпсичені та неізогіпсичні, паралельні та послідовні реакції, молекулярний дизайн.

Тема 2. Принципи утворення зв'язку Карбон–Карбон

Ретросинтетичний аналіз: цільова молекула, трансформ, синтон, ретрон. Ретросинтетичний аналіз як евристичний підхід в пошуку шляху синтезу органічної сполуки. Типи стратегій в ретросинтетичному аналізі. Стратегії, що базуються на трансформах, на ретронах, на функціональних групах; топологічних і стереохімічних стратегій.

Синтони як фрагменти молекул (радикальні та йонні). Синтетичні еквіваленти синтонів. Електрофільні частинки (алкілюючі реагенти, карбонільні сполуки, електрофільні Нітроген-Карбонові реагенти, алкени, карбени) у реакціях з нуклеофілами. Нуклеофільні частинки (реактиви Гриньяра та інші металорганічні реагенти, стабілізовані карбаніони, алкени, арени та гетарени).

Реакція Дільса-Альдера як одна із найважливіших реакцій ([4+2]- циклоприєднання) для створення шестичленного циклу. Стереохімія реакції, ендо-правило. Регіоселективність циклоприєднання у випадку несиметричних дієнів і дієнофілів. Регіоселективність гетерореакції. Енантіоселективний варіант реакції Дільса-Альдера.

Тема 3. Синтетичні методи побудови карбонового скелету молекул

Утворення зв'язків Карбон – Карбон в реакціях з металорганічними сполуками – реактивами Гриньяра, літій-, цинк-, кадмій та мідьорганічними сполуками; в реакціях з нуклеофілами, утвореними з алкінів-1.

Утворення зв'язків Карбон–Карбон з використанням стабілізованих карбаніонів (стабілізованих однією або двома /-M/ групами) – алкілювання, ацилювання. Конденсації, самоконденсації альдегідів та кетонів, реакцією Міхаеля; стабілізованих сусідніми атомами фосфору або сірки або двома атомами сірки; алкенів, аренів та гетероаренів як нуклеофілів.

Класичні методи синтезу алканів, циклоалканів та аренів – відновлення альдегідів, кетонів, гідроксилохідних, галогенідів, третичних амінів та четвертичних солей амонію, алкенів, аренів, хінонів, тіоспиртів та сульфідів, солей діазонію, алкоголятів, вуглеводнів; перетворенням металорганічних сполук – їх гідролізом, конденсацією з галогеналканами, конденсацією по Ульману; нуклеофільними реакціями із алкенів, алкенів та карбаніонів, альдолів, аренів та карбаніонів; алкілюванням по Фріделю-Крафтсу і спорідненими реакціями; дегідруванням гідроароматних вуглеводнів; декарбоксілюванням кислот, адуктів з малейновим ангідридом; використанням вільно-радикальних реакцій – реакцією

Гомберга-Бахмана, виходячи із перекисних сполук, фотохімічними перетвореннями арильо-дидів, олефінів, карбонових кислот, фотолізом діазоалканів, реакцією Кольбе.

Перегрупування органічних молекул із збереженням карбонового скелету, перегрупування з побудовою карбонового скелету, перегрупування з розщепленням карбонового скелету, перегрупування з перебудовою карбонового скелету.

Розділ 3. Одержання і перетворення функціональних груп

Тема 1. Класичні методи введення функціональних груп

Класичні методи введення функціональних груп – безпосереднє хлорування, бромовання аренів, карбонових кислот, альдегідів та кетонів, фенолів та амінів, йодування; нітрування (азотною кислотою, сумішшю азотної та сульфатної кислот, нітратів лужних металів в присутності концентрованої сульфатної кислоти, з допомогою інших нітруючих агентів – сумішей нітратів з оцтовою кислотою та оцтовим ангідридом, сумішами азотної кислоти з оцтовим ангідридом або оцтовою кислотою, ефірами азотної кислоти, азотистою кислотою та чотирьохоксидом азоту), нітрузування; сульфування (ароматичних сполук сульфатною кислотою, хлорсульфоною кислотою, сірчанним ангідридом, олеумом; сульфування похідних нафталіну – нафтолів та нафтіламінів у виробництві барвників; сульфування гетероциклічних сполук; сульфування насичених аліфатичних сполук сірчанним ангідридом, хлористим сульфурилом, сумішшю оксида сульфуру (IV) та хлору; алкілування та ацилювання (реакція Фріделя-Крафтца, реакція Гетермана-Коха, перегрупування Фріса, алкілування спиртами у присутності сульфатної кислоти); хлорметилування; введення альдегідної групи (реакція Реймана-Тімана, реакція Вільсмайера, окислення та ін.); карбоксилювання фенолів; одержання етерів та естерів; алкілювання та ацилювання амінів; безпосереднє введення аміногрупи в піридин за реакцією Чичибабіна; ціанацетилування; реакції конденсації (кротонова, Перкіна, Кньовенагеля, Кньовенагеля-Дьобнера, Клайзена, бензоїнова); заміщення гідроксильної та аміногрупи на галоїди; діазотування та деякі реакції діазосполук – заміщення, відновлення та азосполучення; відновлення та каталітичне гідрування – амальгамою натрію, натрієм та спиртом, оловом та хлористим оловом, залізом та сульфатом заліза(II), цинком, сульфітами натрію та амонію, гідросульфідом натрію, йодистим воднем, амальгамою цинку (за Клеменсенем), воднем в присутності каталізаторів - нікелю, платини, паладію та ін.; окислення перманганатом, хромовим ангідридом, хромовою сумішшю, азотною кислотою, гіпохлоридами, хлоратами, персульфатами, надкислотами, сполуками свинцю (IV) та ін.

Тема 2. Трансформація функціональних груп

Заміна функціональних груп унаслідок реакцій обміну, заміщення, гідролізу та приєднання.

Розділ 4. Особливі методи синтезу органічних сполук

Тема 1 Методи введення захисних груп.

Захисні групи в органічному синтезі: захист спиртів, діолів, тіолів, карбонових кислот, аміногруп, карбонільних сполук – задачі та стратегія.

Тема 2 Електрохімія органічних сполук

Електрохімічні реакції – катодне відновлення вуглеводнів, алкіл- та арилгалогенідів, нітросполук, оксосполук, карбонових кислот та їх похідних, анодне окислення амінів, оксо- та гідроксисполук, анодне заміщення з утворенням зв'язків Карбон–Оксиген, Карбон–Сульфур, Карбон–Нітроген, Карбон–Галоген, електроліз гетероциклічних сполук. Практичні питання електролізу: матеріали, розчинники, електроліти та ін.

Тема 3 Хімічні реакції в акустичних полях

Енергетика та кінетика ультразвукових хімічних реакцій. Звукохімія водних розчинів. Соноліз розчинів хлороцтової кислоти, стереоізомеризація етилен-1,2-дикарбонової кислоти.

Тема 4. Хімічні реакції в умовах мікрохвильової активації

Особливості протікання реакцій в умовах мікрохвильової активації. Енергетика та кінетика реакцій: альдольно-кратонової конденсації, гетероциклізації тощо.

Тема 5. Краун-ефіри в органічному синтезу

Макрогетероциклічні органічні сполуки, які містять у своїх циклах понад 11 атомів, з яких не менше чотирьох — гетероатоми, що зв'язані між собою етиленовими містками. Бензокраун-, циклогексанкраун-етери та етери, що містять в гетероциклі атоми Фосфору, Силіцію, Арсену, амідні, естерні та інші функціональні групи. Номенклатура краун-ефірів. Специфічні методи отримання краун-ефірів, їх властивості та застосування, зокрема, в органічному синтезі.

Розділ 5. Хемо-, регіо- та стереоселективні реакції. Синтез аналогів природних сполук та біологічно активних сполук

Хемоселективність реагента. Реакції регіоселективні та регіоспецифічні. Стереоселективні та стереоспецифічні реакції. Енантіо- та диастереоселективні реакції.

Використання хіральных каталізаторів. Органічний і металокомплексний асиметричний синтез.

Створення імітаторів ензимів (мім-ензимів) - біокаталізаторів органічних реакцій високоспецифічної дії. Каталітичні антитіла. Синтезування сполук із заданою просторовою будовою. Новітні напрями в органічній хімії. Молекулярне розпізнавання, штучні сенсори. Самозбірка, реплікація органічних молекул.

Розділ 6. Синтез органічних барвників, люмінофорів

Ароматичні вуглеводні і їх похідні: поліфенільні вуглеводні (лінійно анельовані); вуглеводні з конденсованими ароматичними ядрами; вуглеводні з арилетиленовим і арилацетиленовим угрупованнями.

Сполуки, що містять гетероцикли: похідні п'ятичленних гетероциклів; похідні шестичленних гетероциклів.

Сполуки з карбонільною групою. Сполуки з двома і більше флуорофорами. Комплекси металів з органічними лігандами.

Хімічна класифікація барвників (нітробарвники, нітрозобарвники, азобарвники, арилметанові барвники, ариламинові барвники, сульфурвмісні барвники, індигоїдні барвники, барвники ряду антрахінону, кубові поліциклічні барвники, фталоціанінові барвники, поліметинові барвники, азометинові барвники). Синтез барвників та їх використання (барвники для натуральних волокон, барвники для хімічних волокон, барвники для нетекстильних цілей, харчові барвники тощо).

Розділ 7. Синтез поверхнево-активних речовин

Аніонні (алкіларилсульфонати, карбоксиетоксилати, алкілсульфати, алкілефіросульфати, сульфосукцинати, фосфати та поліфосфати, мила) катіонні (кватернізовані аміни та гетероциклічні сполуки), нейногенні (поліоксиетильовані алкілфеноли, карбонові кислоти, вищі спирти, амідні, сульфамідні, аміни та високомолекулярні сполуки, алкілглікозиди), амфолітні та цвіттер-йонні (природні лецитини, фосфоліпіди, ПАВ бетаїнового типу, цвіттер-йонні, сульфобетаїни тощо) та високомолекулярні ПАВ.

Проблеми синтезу ПАВ, що біодоступні для розкладання.

Харчові ПАВ – емульгатори.

Розділ 8. Синтетична органічна хімія під час виробництва та переробки жирів

Виробництво та основні напрями використання жирів. Харчова промисловість: нерафіновані жири; рафіновані жири; гідрогенізовані жири.

Виробництво поверхнево-активних речовини на основі переробки жирів: мило, косметичні вироби, емульгатори для харчової промисловості.

Фармацевтична промисловість. Виробництво лакофарбних матеріалів. Виробництво біодизеля. Виробництво мастильних матеріалів.

Розділ 9. Лабораторний практикум

Програма лабораторного спецпрактикуму

Тема 1. Пошук інформації про органічні сполуки і реакції

(Основні джерела інформації. Стратегія пошуку хімічної інформації. Інформаційні служби і банки даних. Алгоритми роботи у базах даних хімічної інформації.)

Тема 2. Організація роботи в хімічній лабораторії з органічного синтезу

Планування, підготовка і проведення хімічних реакцій. Лабораторні прилади й устаткування. Техніка безпеки в лабораторії.

Тема 3. Базові засади полумікро- і мікросинтезу органічних сполук.

Тема 4. Елементний та функціональний аналіз органічних сполук.

Тема 5. Методи функціоналізації органічних сполук:

- ацилювання;
- формілювання;
- відновлення;
- галогенування;
- конденсації та гідроліз;
- нітрування;
- окислення;
- сульфування

Тема 6. Синтези люмінофорів

Тема 7. Синтези органічних барвників

Тема 8. Синтези фармацевтичних препаратів

Тема 9. Захисні групи в органічному синтезі

Тема 10. Синтез ПАВ

Тема 11. Синтез полімерних матеріалів

(Із вказаних робіт кожен студент за вибором викладача виконує не менше 15 практичних робіт різного ступеня складності на кафедрі хімічного матеріалознавства та на кафедрі органічної хімії).

3. Структура навчальної дисципліни

	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	сп		л	п	лаб	інд	сп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Лекції – Розділи 1 – 8												
Розділ 1.	6	2				4	12	2				10
Розділ 2.	30	10				20	12	2				10
Розділ 3.	30	10				20	12	2				10
Розділ 4.	7	2				5	6	1				5
Розділ 5.	7	2				5	12	2				10
Розділ 6.	3	1				2	11	1				10
Розділ 7.	6	3				3	11	1				10
Розділ 8	7	2				5	6	1				5
Разом розділи 1-8	96	32				64	82	12				70
Розділ 9. Лабораторний практикум												
Тема 1.	4			4			6					6

Тема 2.	40			20		20	20					20
Тема 3.	14			4		10	20					20
Тема 4.	14			4		10	20					20
Тема 5.	18			8		10	38			8		30
Тема 6.	22			12		10	12			2		10
Тема 7.	18			8		10	10					10
Тема 8.	14			4		10	10					10
Тема 9.	10					10	20					20
Тема 10.	10					10	22			2		20
Тема 11.	10					10	10					10
Разом за розділом 9	174			64		110	188			12		176
Усього годин	270	32		64		174	270			12	12	246

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тема 1-4. Хімічне лабораторне устаткування, прилади, загальні і спеціальні прийоми роботи в лабораторіях органічного синтезу	4	
2	Тема 5. Методи функціоналізації органічних сполук: ацилювання, галогенування, нітрування, сульфування, окиснення, відновлення, конденсації, гідроліз та інші.	20	8
3	Тема 6. Синтези люмінофорів	4	2
4	Тема 7. Синтези органічних барвників	4	
5	Тема 8. Синтези фармацевтичних препаратів	8	
6	Тема 9. Захисні групи в органічному синтезі	12	
7	Тема 10. Синтез ПАВ	8	2
8	Тема 11. Синтез полімерних матеріалів	4	
	Разом	64	12

5. Самостійна робота

Назва теми	Денна форма	Заочна форма
Лекції		
Розділ 1.	4	10
Розділ 2.	20	10
Розділ 3.	20	10
Розділ 4.	5	5
Розділ 5.	5	10
Розділ 6.	2	10
Розділ 7.	3	10
Розділ 8.	5	5
Разом розділи 1-8	64	70
Лабораторний практикум		
Тема 1.		6
Тема 2.	20	20
Тема 3.	10	20
Тема 4.	10	20

Тема 5.	10	30
Тема 6.	10	10
Тема 7.	10	10
Тема 8.	10	10
Тема 9.	10	20
Тема 10.	10	20
Тема 11.	10	10
Разом за розділом 9	110	176
Усього годин	174	246

6. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

Не передбачено навчальним планом

8. Методи контролю

Поточний контроль **самостійної роботи** (підготовка до практичних занять за попередньо визначеною для кожного студента темою заняття) з метою встановлення у студентів рівня знань, необхідних для успішного і **безпечного** виконання лабораторної роботи здійснюється **в письмовій формі** (перед кожною лабораторною роботою); лабораторні роботи виконуються індивідуально і оцінюються в цілому, але з урахуванням підготовки синтезу, його проведення та якості отриманого продукту; **захист лабораторних робіт** включає оформлення звіту про виконання роботи (згідно умов практикуму), передачу одержаних матеріалів навчально-допоміжному персоналу.

По завершенню вивчення дисципліни складається **іспит** (в 8-му семестрі).

Форми контролю: поточні, рубіжні оцінювання, контрольна робота та іспит.

Контроль вивчення курсу:

А) Загальний поточний контроль знань здійснюється у формі короткотермінових (5 – 10 хвилин) письмових контрольних робіт за матеріалами поточних лекцій, який проводиться на лабораторних заняттях з метою активізації систематичної роботи студентів і перевірки готовності кожного студента до виконання завдань лабораторного практикуму.

Б) Контроль проходження практикуму здійснюється у формі письмової перевірки знання теоретичного матеріалу, перевірки знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи та перевірки оформлення звітів в лабораторному журналі.

В) Умовою допуску до іспиту є виконання і захист усіх лабораторних робіт, успішне проходження лабораторного практикуму на кафедрі хімічного матеріалознавства та кафедрі органічної хімії.

Г) **Рубіжний контроль № 1** - **дві тестова контрольна робота** тривалістю по 25 хвилин за лекційними матеріалами частин робочої програми, які студенти пишуть після вивчення її в лекційному курсі.

Рубіжний контроль № 2 - на основі підведення підсумку **виконання відповідних практичних робіт на лабораторному практикуму**.

Д) Екзаменаційна оцінка виставляється на підставі всіх елементів контролю та письмового іспиту за матеріалами наведеної програми.

Критерій оцінювання: Оцінка **“відмінно”** (рівень **А - 90 – 100 балів**) - студент вільно володіє матеріалом відповідно до наведеної програми і може творчо використовувати свої знання.

Оцінка **“добре”** (рівень **В – 80 – 89 балів**, рівень **С – 70 – 79 балів**)- студент має теоретичні знання відповідно до програми, але практичні питання нерідко вирішує помилково.

Оцінка “задовільно” (рівень **D** – 60 – 69 балів, рівень **E** – 50 – 59 балів) – студент освоїв курс, але непереконливо відповідає, путає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань, відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища тощо.

Оцінка “незадовільно” (рівень **F** – студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані та отримав менше ніж 50 балів).

Елементи оцінювання:

Рубіжний контроль № 1 (за лекціями):

Тестова контрольна № 1 – 4 балів

Тестова контрольна № 2 – 4 балів

Рубіжний контроль № 2(за лабораторним спецпрактикумом)

- 52 балів

Враховуються лабораторні роботи за темами:

1. Методи функціоналізації органічних сполук: - 4 балів за кожну виконану роботу
 - 1.1 ацилювання;
 - 1.2 формілювання;
 - 1.3 Відновлення;
 - 1.4 галогенування;
 - 1.5 конденсації та гідроліз;
 - 1.6 нітрування;
 - 1.5 окислення;
 - 1.6 сульфування
2. Синтези люмінофорів - 4 балів за роботу
3. Синтези органічних барвників - 4 балів за роботу
4. Синтези фармацевтичних препаратів - 4 балів за роботу
5. Захисні групи в органічному синтезі - 4 балів за роботу
6. Синтез ПАВ - 4 балів за роботу
8. Синтез полімерних матеріалів - 4 балів за роботу

(Із вказаних робіт кожен студент за вибором викладача виконує не менше 13 практичних робіт різного ступеня складності під час проходження лабораторного практикуму на кафедрах хімічного матеріалознавства та органічної хімії).

Критерії цінювання за лабораторним спецпрактикумом (в рамках 4 балів за виконану лабораторну роботу):

1. **Допуск** до виконання всіх лабораторних робіт (письмове або усне опитування - обговорення особливостей варіантів методів синтезу органічних речовин). - **0,5 бала**.
2. **Враховують готовність до 15 лабораторних занять:** наявність спецодягу, своєчасну присутність на заняттях та наявність попередніх записів у лабораторному журналі, які виконані під час самостійної підготовки до заняття, виконання правил техніки безпеки та протипожежних правил, дисциплінованість тощо. - **0,5 бала**.

При несумлінному ставленні до практичних занять:

- відсутність спецодягу
- запізнення більше 5 хв.
- відсутність лабораторного журналу
- серйозні порушення правил пожежної безпеки та безпечного проведення органічного синтезу -

студент відсторонюється від виконання даної роботи.

3. Якість виконання практичної частини лабораторної роботи:

- підготовчі операції (підбір посуду, підготовка апаратури до роботи, підготовка реактивів тощо);

- проведення роботи відповідно до методики;
- виділення та очистка цільового продукту. - **2 бала**.

- 4. Якість оформлення звіту про виконання роботи** - лабораторного журналу (виконання практичної частини **обов'язково** візують працівники практикуму) - **1 бала**

Підсумкова таблиця рейтингового оцінювання

Види контролю якості навчання	Тестування (на лекціях)	Поточне оцінювання (на лабор. заняттях: Д+ПР+З+К+КР) [#]	Іспит	Сума балів
Контроль 1	8		-	8
Контроль 2	-	52	-	52
Іспит	-	-	40	40
Сума балів	8	52	40	100

[#] Д – поточний контроль на лабораторних заняттях; ПР – оцінювання якості виконання лабораторної роботи; З - оформлення лабораторних журналів; К – групове обговорення, КР – контрольна робота тощо.

Залежно від загального підсумкового балу встановлюються такі критерії оцінювання за європейською системою оцінювання (ECTS) та національною системою оцінювання:

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Рекомендована література

Загальні питання

1. Беккер Г. Введение в электронную теорию органических реакций. - М: Мир, 1977.
2. Джилкрист Т., Старр Р. Органические реакции и орбитальная симметрия. - М: Мир, 1976.
3. Днепровский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. - Л., "Химия", 1991.
5. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. - М.: Химия, 1981. Книга 1. М.: Высшая школа, 1987; Книга 2. М.: Высшая школа, 1989.
6. Потапов В.М. Стереохимия. - М.: Химия, 1988.
7. Смит В., Бочков, Кейпл Р. Органический синтез. Наука и искусство: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 573с.
8. Грин М.А., Миронов А.Ф. Перегруппировки в тонком органическом синтезе: Учебное пособие - М., МИТХТ им. М.В.Ломоносова, 2005 – 42 с.
9. Ласло П. Логика органического синтеза: В 2-х томах: Пер. с франц.
Т. 1 – М.: Мир, 1998. – 229с.
Т. 2 – М.: Мир, 1998. – 200с.
10. Дядченко В.П., Трушков И.В., Брусова Г.П. Синтетические методы органической химии: Части 1-2 – М.: МГУ, 2004. – 148с.
11. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х томах. М., Бином, 2004.

12. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1977. – 592с.
13. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений/ Под ред. С. Сиггиа. – М.: Мир, 1974. - 464с.
14. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия. - М.: Мир,1987. - 368с.

Базова до лабораторного практикуму

1. Абрамзон А. А., Зайченко Л. П., Файнгольд С. Н. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение. – М.: Химия. 1988. – 200 с.
2. Беленький Е. Ф., Рискин Н. В. Химия и технология пигментов. – Л.: ГНТИХТ, 1960. – 756 с.
3. Беликов В. Г. Фармацевтическая химия. – М.: Высш. шк., 1985. – 768 с.
4. Бюлер К., Пирсон Д. Органические синтезы. В 2-х частях. – М: Мир, 1973. – (Ч. 1 – 622 с.; Ч. 2 – 593 с.).
5. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. – М.: Химия, 1968. – 944 с.
6. Винюкова Г. Н. Химия красителей. – М.: Химия, 1979. – 296 с.
7. Гордон П., Грегори П. Органическая химия красителей. – М.: Мир, 1987. – 344 с.
8. Грагеров И. П. Краун-соединения в органическом синтезе. – Киев: Наукова думка, 1994. – 344 с.
9. Гутман Ф., Лайонс Л. Органические полупроводники. – М.: Мир, 1970. – 696 с.
10. Днепровский А. С., Темникова Т. М. Теоретические основы органической химии. – Л.: Химия, 1991. – 560 с.
11. Защитные группы в органической химии. М.: Мир, 1976. – 392 с.
12. Ингольд К. К. Теоретические основы органической химии. – М.: Мир, 1973. – 1055 с.
13. Колесников Г. С. Синтез винильных производных ароматических и гетероциклических соединений. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 304 с.
14. Красовицкий Б. М., Афанасиади Л. М. Препаративная химия органических люминофоров. – Харьков: «Фолио», 1997. – 208 с.
15. Красовицкий Б. М., Афанасиади Л. М. Моно- и би-флуорофоры. – Харьков: Институт монокристаллов, 2002. – 448 с.
16. Красовицкий Б.М., Болотин Б.М. Органические люминофоры. – М.: Химия, 1984. – 336 с.
17. Лабораторный практикум по синтезу промежуточных продуктов и красителей. /Под ред. проф. А.В. Ельцова. – Л.: Химия, 1985. – 352 с.
18. Лазеры на красителях. /Под ред Ф. П. Шеффера. –М.: Мир, 1976. – 330 с.
19. Маки Р., Смит Д. Путеводитель по органическому синтезу. – М.: Мир, 1985. – 352 с.
20. Мандельштам Т. В. Стратегия и тактика органического синтеза. – Л.: Изд-во Ленинград. Ун-та, 1989. – 212 с.
21. Маргулис М. А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция. – М.: Мир, 1986. – 288 с.
22. Маргулис М. А. Основы звукохимии (химические реакции в акустических полях). – М.: Высшая школа, 1984. – 272 с.
23. Матье Ж., Панико Р., Вейль-Рейналь Ж. Изменение и введение функций в органическом синтезе. – М.: Мир, 1980. – 438 с.
24. Матье Ж., Панико Р.. Курс теоретических основ органической химии – М.: Мир, 1975. – 556 с
25. Мозгов И. Е. Фармакология. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
26. Онищенко А. С. Диеновый синтез. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 652
27. Органикум. Практикум по органической химии. В 2-х т. – М.: Мир, 1979. – (Т. 1 – 454 с.; Т. 2 – 444 с).
28. Органические фотохромы. /Под ред. А.В. Ельцова. – Л.: Химия, 1982. – 288 с.

29. Плетнев М. Ю. Косметико-гигиенические моющие средства. – М.: Химия, 1990. – 272 с.
30. Пономарев А. А. Синтезы и реакции фурановых соединений. – Изд. Саратов. Ун-та, 1960. – 244 с.
31. Правдин П. В. Лабораторные приборы и оборудование из стекла и фарфора. – М.: Химия, 1988. – 336 с.
32. Практикум по химии углеводов. /Ю. А. Жданов, Г. Н. Дорофеев, Г. А. Корольченко, Г. В. Богданова. – М.: Высшая школа, 1973. – 204 с.
33. Препаративная органическая химия. – М.: ГНТИ хим. Лит., 1959. – 888 с.
34. Рубцов М. В., Байчиков А. Г. Синтетические химико-фармацевтические препараты. – М.: Медицина, 1971. – с.
35. Сенов П. Л. Фармацевтическая химия. – М.: Медицина, 1978. – 480 с.
36. Степаненко Б. М. Химия и биохимия углеводов (Полисахариды). – М.: Высшая школа, 1978. – 256 с.
37. Степаненко Б. Н. Химия и биохимия углеводов (Моносахариды). – М.: Высшая школа, 1977. – 224 с.
38. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. – М.: Мир, 1999. – 704 с.
39. Хейнс А. Методы окисления в органической химии: Алканы, алкины и арены. – М.: Мир, 1988. – 400 с.
40. Хираока М. Краун-соединения. Свойства и применения. – М.: Мир, 1986. – 364 с.
41. Шкумат А.П. Основи синтезу органічних речовин і створення матеріалів. Лабораторний практикум вибіркового курсу: Навч. Посібник...- Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – 312с.
42. Шварц А., Перри Дж., Берч Дж. Поверхностно-активные вещества и моющие средства. – М.: Изд. иностр. лит., 1960. – 556 с.
43. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. – М.: Химия, 1982. – 752 с.
44. Электрохимия органических соединений. – М.: Мир, 1976. – 731 с.
45. Яновская Л. Я., Юфит С. С. Органический синтез в двухфазных системах. – М.: Химия, 1982. – 184 с.

Допоміжна

1. Берлин А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии. – М.: Химия, 1973. – 368 с.
2. Воскресенский П. И. Техника лабораторных работ. М.: Химия, 1973. – 717 с.
3. Вацуру К. В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. – М.: Химия, 1976. – 528 с.
4. Захаров Л. Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л.: Химия, 1991. – 336 с.
5. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. В 2-х кн. – Кн.1. Структуры и механизмы. – М.; Мир, 1981. – 520 с. Кн.2. Реакции и синтезы. – М.: Мир, 1981. – 456 с.
6. Марч. Дж. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура. В 4-х т. – 1987. – (Т. 1 – 382 с.; Т. 2 – 504 с.; Т. 3 – 459 с.; Т. 4 – 468 с.).
7. Лернер И. М., Гонор А. А. Указатель препаративных синтезов неорганических, комплексных и элементарорганических соединений. – Л.: Химия, 1986. – 152 с.
8. Лернер И. М., Гонор А. А., Славачевская Н. М., Берлин А. И. Указатель препаративных синтезов органических соединений. – Л.: Химия, 1982. – 280 с.
9. Общая органическая химия. В 12-и т. – М.: Мир, – 1981– 1988.
10. Химия органических соединений серы. Общие вопросы./ Л. И. Беленький, В. М. Бжезовский, Н. Н. Власова и др. – М.: Химия, 1988 – 320 с.
11. Физер Л., Физер М. Реагенты для органического синтеза. В 7-и т. – М.: Мир, 1970– 1978; – (Т. 1 1970. – 448 с.; Т. 2 – 1970. – 480 с.; Т. 3. – 1970. – 480 с.; Т. 4. – 1971. – 288 с.; Т. 5. – 1971. – 720 с.; Т. 6. – 1975. – 400 с.; Т. 7. – 1978. – 728 с.).

12. Терней А. Современная органическая химия. В 2-х т. – М.: Мир, 1981. – (Т. 1–680 с., Т. 2–652 с.)
13. Хроматография. Практическое приложение метода. В 2-х частях./Под ред. Э. Хефтмана – М.: Мир, 1986. – (Ч. 1 – 336 с.; Ч. 2 – 422 с).
14. Яновская Л. А. Современные теоретические основы органической химии.- – М.: Химия, 1978. – 360 с.

Навчально-методичне забезпечення:

- Програма курсу: програма лекцій, програма лабораторного спецпрактикуму; програма колоквиумів в лабораторному практикумі;
- Календарний план вивчення дисципліни;
- Підручники та монографії (в ЦНБ ХНУ) - обмежена кількість;
- Навчальний посібник кафедри хімічного матеріалознавства:

Шкумат А.П. Основи синтезу органічних речовин і створення матеріалів. Лабораторний практикум вибіркового курсу: Навч. Посібник...- Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – 312с.

- Питання для поточного контролю знань та заліку
(Набори завдань для поточного контролю знань та тестові завдання для модульного контролю).

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://window.edu.ru/resource/469/77469/files/OrgChemTutorLab.pdf>
2. www.twirpx.com/files/chidnustry/pbooks/
3. ru.wikipedia.org/wiki/Органическая_химия
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
5. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3125.html>
6. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/HIMIYA_ORGANICHESKAYA.html
7. www.y10k.ru › Книги › Химия › Органическая химия