

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ХІМІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан біологічного факультету

_____ Л.О. Омелянчик
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2017

МЕХАНІЗМИ ОРГАНІЧНИХ РЕАКЦІЙ

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 102 Хімія
(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Хімія
(назва)

Укладач Корнет Марина Миколаївна, к.б.н., доцент, доцент
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри хімії

Протокол № _____ від «___» _____ 2017 р.
Завідувач кафедри хімії

_____ О.А. Бражко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
біологічного факультету

Протокол № _____ від «___» _____ 2017 р.
Голова науково-методичної ради
біологічного факультету

_____ В.В. Перетяцько
(підпис) (ініціали, прізвище)

2017 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)	за вибором	
Розділів – 2	Спеціальність <u>102 Хімія</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин - 120		2-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Спеціалізація «Органічна хімія»	Лекції	
		12 год.	год.
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	Лабораторні	
		24 год.	год.
		Самостійна робота	
84 год.	год.		
Вид підсумкового контролю:		залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій» є: формування системи знань щодо закономірностей перебігу реакцій (механізмів реакцій), що визначаються особливостями будови та реакційної здатності органічних речовин; забезпечення знаннями про взаємозв'язки між будовою, зовнішнім оточенням, силою реагенту тощо та використання їх в організації й виконанні етапів органічного синтезу; здійснення формування професійних компетентностей майбутнього хіміка, вчителя хімії, лаборанта хімічної лабораторії тощо.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Механізми органічних реакцій» є: поглиблення знань студентів стосовно механізмів органічних реакцій, систематизація отриманих раніше знань, з метою прогнозування напрямку та швидкості перебігу досліджуваних реакцій, планування синтезу при виконанні науково-дослідних робіт, зокрема при виконанні кваліфікаційних робіт. Якість знань з цієї дисципліни залежить від формування образних уявлень про хімічну, електронну та просторову будову органічних молекул та її впливу на властивості речовин. Саме розуміння особливостей будови речовини дає змогу студенту прогнозувати її хімічні та фізичні властивості, визначити швидкість та напрям хімічного перетворення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- Теорію будови та реакційної здатності органічних сполук.
- Зміст явищ ізомерії, гібридизації, таутомерії, розрізнити їх та використовувати при поясненні причин зміни реакційної здатності органічних речовин.
- Закономірності електронного впливу у молекулах, класифікацію реакцій за характером розриву та утворення зв'язків, основні типи реагуючих частинок та шляхи їх перетворень.

- Вплив різних факторів (температура, природа розчинника, природа реагенту, концентрація, каталізатор) на швидкість, селективність та напрямок перебігу реакції.
- Методи добору умов для синтезу сполук.
- Способи розділення енантіомерів, методи асиметричного синтезу, стереохімічні особливості найважливіших класів органічних сполук.
- Основні механізми реакцій органічних сполук, та методи їх дослідження.
- Особливості різних спеціалізованих пакетів прикладних програм.

вміти:

- Володіти прийомами охорони праці та техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії.
- Оперувати основними поняттями теоретичної органічної хімії.
- Проводити лабораторні досліди, пояснювати сутність конкретних реакцій та їх ефекти.
- Пояснювати механізм перебігу реакції спираючись на сучасні теорії будови та реакційної здатності.
- Визначати розподіл електронної густини в молекулі за їх структурною формулою.
- Використовувати метод резонанса та теорію електронних ефектів для характеристики електронної будови сполук та інтермедіатів.
- Визначати напрямок перебігу реакції виходячи з структури субстрату, реагенту, умов реакції.
- Встановлювати кислотні та основні властивості органічних речовин, передбачати зростання чи зменшення їх сили у наслідок дії різних чинників.
- Визначати вплив стеричних факторів на перебіг органічних реакцій різних типів.
- Знаходити в молекулі елементи хіральності, використовуючи які можна передбачити кількість оптичних ізомерів.
- Називати різноманітні конформери, енантіо- та діастереомери.
- Планувати послідовність операцій щодо розділення антиподів молекул на індивідуальні енантіомери.
- Пропонувати логічне обґрунтування щодо ймовірного механізму перетворення та пропонувати методи його підтвердження.
- Застосовувати фундаментальні положення органічної хімії до вирішення конкретних хімічних завдань за допомогою спеціалізованих програмних продуктів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **результатів навчання (компетентностей)**: набуття знань про реагенти у органічних реакціях, фактори, що впливають на перебіг органічних реакцій, способи теоретичного обґрунтування механізмів взаємодії в органічній хімії; оволодіння навичками, що необхідні для проведення аналізу щодо можливого механізму певної взаємодії, необхідні для проведення певних етапів синтезу важливих органічних речовин, необхідні для використання теоретичних основ органічної хімії, фізики, геометрії для рішення задач з синтезу речовин.

Міждисциплінарні зв'язки із загальною хімією, органічною хімією, стереохімією та органічним синтезом. Механізми органічних реакцій – практичне застосування теоретичних основ органічної хімії, оскільки розглядає та надає відповіді на питання щодо різної поведінки сполук з однаковими функціональними групами у присутності різних реагентів. Цей курс розвиває уявлення про складні механізми реакцій між органічними речовинами та дає теоретичне підґрунтя для синтезу органічних сполук. Теоретична органічна хімія ще не досягла такого рівня, щоб давати надійні пророкування поведінки дуже складних за будовою сполук, але дає широке розуміння можливих ускладнень, які можна попередити та уникнути.

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Стереохімія органічних молекул та теоретичні основи органічної хімії

Тема 1. Закономірності розподілу електронної густини в молекулах органічних сполук. Теорія кислот та основ в органічній хімії.

Типи орбіталей. Кутова величина орбіталі. Моделі опису етилену, ацетилену. Особливості поведінки супряжених систем. Делокалізований зв'язок. Ароматичність. Опис методом МО. Використання методу ВС. Граничні структури. Типи хімічних зв'язків. Міжмолекулярні та внутрішньомолекулярні взаємодії. Класифікація реагентів та органічних частинок. Класифікація органічних реакцій. Поняття про електронегативність. Теорія електронних зміщень та ефектів: індуктивний та резонансний, статичний і динамічний. Ефект поля. Гіперкон'югація. Розкладання сумарних властивостей на властивості окремих зв'язків по адитивним схемам: енергії зв'язків, полярність зв'язків та груп. Експериментальні характеристики зв'язків. Енергія дисоціації, валентні кути, довжини, полярність, поляризованість, дипольні моменти. Рівняння Гамета і Тафта. Кислотно-основні властивості органічних сполук. Представники. Сила кислот та основ у світлі протолітичної теорії. Фактори, що впливають на силу кислотно-основних властивостей органічних речовин. Порівняння сили кислотних властивостей сполук залежно від наявності електронодонорних чи електроноакцепторних замісників. Порівняння сили основних властивостей сполук залежно від наявності електронодонорних чи електроноакцепторних замісників.

Тема 2. Основні типи проміжних частинок.

Гетеролітична дисоціація зв'язків. Карбокатиони та карбаніони, їх стабільність та фактори, що її визначають (просторові та електронні ефекти, ефект середовища). Будова. Основні методи генерації. Хімічні перетворення карбокатионів та карбаніонів. Гомолітична дисоціація. Вільні радикали, причини їх утворення та стійкості. Електронна будова. Методи визначення стабільності вільних радикалів. Ароматичні та аліфатичні вільні радикали. Методи їх отримання, хімічні властивості. Бірадикали, карбени, арини. Іон-радикали.

Тема 3. Основні поняття стереохімії. Таутомерія.

Оптична активність і хіральність органічних молекул. Знак обертання й конфігурація. Енантіомерія та діастереомерія, енантіо- та діастереотопність. Рацемічні модифікації – утворення, властивості, методи ідентифікації. Основи номенклатури стереоізомерів. Методи отримання оптичних стереоізомерів, синтези на основі природних оптично активних речовин. Розщеплення рацемічних модифікацій, роботи Л. Пастера. Критерії чистоти оптичного ізомера – енантіомерний надлишок, оптична чистота. Оптична ізомерія як результат деформації молекул. Особливості стереохімії аліциклічних сполук. Теорія напруги Байєра. Теорія Заксе й Мора. Конформації циклогексану. Розрахунок Тернера. Конверсія конформерів. Конформації монозаміщених циклогексанів. Конформації дизаміщених циклогексанів. Правило Ауверса-Скіта для циклічних систем. Напруження в ряду циклоalkanів і циклоалкенів. Види напруження та їх оцінка. Особливості малих, звичайних, середніх і великих циклів. Поняття явища тропізму атома Гідрогену (таутомерії). Види таутомерії в органічній хімії: кето-енольна, кільчато-ланюгова, амінно-імінна, лактам-лактимна таутомерія.

Розділ 2. Механізми хімічних взаємодій між органічними речовинами

Тема 4. Механізми нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону.

Кінетичні і стереохімічні критерії. Дисоціативний асинхронний механізм (SN1). Внесок електронного фактору. Стеричний фактор у механізмі SN1, роль розчинника у SN1. Участь сусідніх груп, взаємодія карбкатиону з нуклеофілом. Амбідентні іони. Синхронний асоціативний механізм (SN2). Стеричний і електронний фактор. Роль розчинника у SN2. Нуклеофільність і основність атакуючого реагенту.

Тема 5. Механізми реакцій елімінування.

Дисоціативний механізм E1. Порівняльна характеристика E1 та SN1. Бімолекулярне відщеплення E2; вплив структури субстрату та інших факторів. Стереохімія E2-відщеплення. Правила Зайцева та Гофмана. Варіативний перехідний стан. Регіо- і стереохімія процесу. Радикальне заміщення (ланцюгові реакції: ініціювання, ріст ланцюга, обривання ланцюга перетворення). Радикальне приєднання та полімеризація. Радикальні механізми реакцій за участю ароматичних та насичених карбоциклів.

Тема 6. Реакції за електрофільним механізмом.

Механізми електрофільного приєднання. Орієнтація у реакціях електрофільного приєднання. Правило Марковнікова. 1,2- та 1,4-приєднання до молекул дієнових вуглеводнів. Приєднання за Харашом (перекисний ефект). Супряжене та аномальне приєднання у світлі карбкатионного механізму. Перегрупування. Стереохімія приєднання. Місткові іони, доведення їх будови та присутності. Іони та іонні пари у електрофільному приєднанні. Синхронне приєднання до кратних зв'язків, механізм, стереохімія. Приєднання через утворення циклічного перехідного стану. Електрофільне заміщення у насиченого атому Карбону. Електрофільне заміщення в ароматичних системах. Дієновий синтез Дільса-Альдера.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			І.З.
л		лаб.	сам. роб.		
1	2	3	4	5	
Розділ 1. Стереохімія органічних молекул та теоретичні основи органічної хімії					
Тема 1. Закономірності розподілу електронної густини в молекулах органічних сполук. Теорія кислот та основ в органічній хімії.	20	2	4	14	
Тема 2. Основні типи проміжних частинок.	20	2	4	14	
Тема 3. Основні поняття стереохімії. Таутомерія.	20	2	4	14	
Разом за розділом 1	60	6	12	42	
Розділ 2. Механізми хімічних взаємодій між органічними речовинами					
Тема 4. Механізми нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону.	20	2	4	14	
Тема 5. Механізми реакцій елімінування.	20	2	4	14	
Тема 6. Реакції за електрофільним механізмом.	20	2	4	14	
Разом за розділом 2	60	6	12	42	
Усього годин	120	12	24	84	

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин
1	Закономірності розподілу електронної густини в молекулах органічних сполук. Теорія кислот та основ в органічній хімії.	2
2	Основні типи проміжних частинок.	2
3	Основні поняття стереохімії. Таутомерія.	2
4	Механізми нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону.	2
5	Механізми реакцій елімінування.	2
6	Реакції за електрофільним механізмом.	2
Разом		12

6. Теми лабораторних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин
1	Закономірності розподілу електронної густини в молекулах органічних сполук. Теорія кислот та основ в органічній хімії.	4
2	Основні типи проміжних частинок.	4
3	Основні поняття стереохімії. Таутомерія.	4
4	Механізми нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону.	4
5	Механізми реакцій елімінування.	4
6	Реакції за електрофільним механізмом.	4
Разом		24

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин
1	Закономірності розподілу електронної густини в молекулах органічних сполук. Теорія кислот та основ в органічній хімії.	14
2	Основні типи проміжних частинок.	14
3	Основні поняття стереохімії. Таутомерія.	14
4	Механізми нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону.	14
5	Механізми реакцій елімінування.	14
6	Реакції за електрофільним механізмом.	14
Разом		84

Індивідуальне завдання

Теми для індивідуального завдання з дисципліни «Механізми органічних реакцій»

1. Характерна особливість будови органічних сполук - наявність зв'язків між атомами Карбону. Основні типи зв'язків в органічних сполуках; П σ - та π -зв'язки.
2. Взаємодія валентних електронів (кон'югація). Полярність зв'язків.

3. Індуктивний та мезомерний взаємний вплив атомів та груп атомів в молекулах органічних сполук.
4. Поняття про ізомери. Ізомерія. Типи ізомерії органічних сполук: структурна та просторова.
5. Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій.
6. Будова речовини та основні фактори, що визначають механізм реакції.
7. Енергетика та кінетика реакції.
8. Швидкість реакції та вільна енергія активації. Кінетичний та термодинамічний контроль.
9. Методи дослідження механізмів: ідентифікація проміжних та кінцевих продуктів, кінетичні докази, ізотопні ефекти, стереохімічні докази.
10. Розчинники та їх роль в хімічних реакціях.
11. Загальні уявлення про міжмолекулярні взаємодії в розчинах. Кількісні параметри полярності розчинників.
12. Реакції заміщення. Нуклеофільне заміщення біля насиченого атома вуглецю. Кінетика та механізм реакції. Стереохімія заміщення.
13. Механізми мономолекулярного та біномолекулярного нуклеофільного заміщення (SN1 та SN2). Конкуренція механізмів. Вплив природи розчинника, будови субстрату, природи вступних та відхідних груп на механізм реакції. Участь сусідніх груп.
14. Механізм SN1. Нуклеофільне заміщення в ароматичних сполуках.
15. Механізм заміщення SN1. Механізм заміщення в активованих ароматичних структурах.
16. Комплекси Мейзенгеймера.
17. Заміщення атомів водню. Ариновий механізм заміщення. Іон-радикальний механізм заміщення. Електрофільне заміщення в ароматичних сполуках та комплекси.
18. Приклади електрофільного заміщення водню: нітрування, галогенування, сульфування, ацилювання, алкілювання, гідрокси-, аміно- та хлоралкілювання, нітрузування та азосполучення.
19. Орієнтація реакції замісниками I та II роду.
20. Фактори парціальних швидкостей та селективність реакції. Співвідношення орто- та пара-ізомерів. Іпсо-заміщення. Кінетичний та термодинамічний контроль реакції.
21. Механізми реакцій приєднання. Електрофільне приєднання до кратного зв'язку. Вплив замісників на швидкість приєднання. Орієнтація приєднання. Приклади електрофільного приєднання галогенів, галогеноводнів, гіпогалогенітів, води, карбокатионів. Реакції гідроксилювання, гідрогенації та озонлізу.
22. Електрофільне приєднання до супряжених дієнів. Механізм нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку. Ціанетилювання. Реакція Михаєля.
23. Нуклеофільне приєднання до супряженої системи кратних зв'язків.
24. Реакції по карбонільній групі. Приклади приєднання до карбонільної групи спиртів, тіолів, ціановодню, HSO_3^- , гідрид-іону.
25. Реакція Мейсрвейна-Понндорфа. Реакція Канніцаро.
26. Ацилоїнова конденсація.
27. Приклади реакцій приєднання-відщеплення.
28. Реакції з похідними аміаку.
29. Гідроліз естерів.
30. Приєднання нуклеофілів з вуглецевим центром.
31. Взаємодія з металорганічними сполуками.
32. Приєднання ацетилід-іонів.
33. Альдольна конденсація.
34. Приєднання нітроалканів.

35. Реакція Перкіна. Реакція Кневенагеля та Штоббе.
36. Складноєфірна конденсація Клайзена.
37. Бензоїнова конденсація.
38. Бензилове перегрупування.
39. Реакція Віттіга.
40. Стереоселективність реакцій приєднання до карбонільної групи.
41. Реакції елімінації. 1,2-Елімінація: механізми E1, E1cB та E2. Стереохімія процесів елімінації. Орієнтація елімінації за механізмом E2. Правила Зайцева та Гофмана. Приклади реакцій елімінації. Конкуренція реакцій елімінації та заміщення. Вплив активуючих груп.
42. 1,1-Елімінація. Піролітична син-елімінація.
43. Перегрупування карбокатионів та інші секстетні перегрупування.
44. Методи утворення карбокатионів: гетеролітичний розпад, приєднання катионів до нейтральних молекул, утворення шляхом розпаду інших карбокатионів.
45. Стабільність і структура карбокатионів. Перегрупування карбокатионів без зміни вуглецевого скелету. Алільні перегрупування. Перегрупування зі зміною вуглецевого скелету: неопентильне, пінаколінове, перегрупування Вольфа. Секстетні перегрупування азотовмісних та кисневмісних сполук.
46. Реакції Гофмана, Курціуса, Лоссена, Шмідта. Перегрупування Бекмана.
47. Окислення кетонів за Байсром-Вілігером.
48. Перегрупування пероксидів.
49. Реакції карбаніонів. Утворення, конфігурація та стабілізація карбаніонів. Таутомерні перетворення. Реакції приєднання та елімінації: карбоксилювання і декарбоксилювання. Приклади реакцій заміщенняж дейтеро-водневий обмін, реакція Раймера-Тімана.
50. Перегрупування карбаніонів. Реакції окислення.
51. Радикали та їх реакції. Методи утворення вільних радикалів: фотоліз, термоліз, окислювально-відновні реакції. Просторова будова й стабільність радикалів. Приклади реакцій приєднання: взаємодія з галогенами та бромоводнем. Вінільна полімеризація. Реакції заміщенняж галогенування, автоокислення, ароматичне заміщення. Перегрупування вільних радикалів.
52. Реакції, що контролюються симетрією. Симетрія орбіталей. Електроциклічні реакції. Реакції циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Реакції 1,3-біполярного приєднання. Сигматропні перегрупування. Зсуви атомів водню. Зсуви замісників, що містять атоми вуглецю. Кількісна оцінка впливу замісників на рівноважні процеси.
53. Загальні уявлення про кореляційний аналіз. Кореляційні рівняння Гаммета. Множинність -констант замісників.
54. Механізми окремих типів біохімічних реакцій.
55. Ферменти та їх комплекси - обов'язкові учасники більшості біохімічних перетворень. Висока ефективність та специфічність ферментативного каталізу, її причини. Принципи ферментативного каталізу.
56. Поняття про активний центр ферменту. Фермент-субстратні комплекси. Кінетика ферментативного каталізу. Модель Міхаеліса-Ментен.

8. Види контролю і система накопичення балів

При викладанні курсу використовується поточний і підсумковий контроль навчальних досягнень студентів. Контроль і оцінювання навчальної діяльності з дисципліни «Механізми органічних реакцій» здійснюється за 100-бальною шкалою. Співвідношення між поточним і підсумковим контролем у загальній оцінці навчальної діяльності студента з дисципліни становить 60:40.

Таблиця – Види контролю і система накопичення балів

	<i>Вид контрольного заходу</i>	<i>Кількість контрольних заходів</i>	<i>Кількість балів за 1 захід</i>	<i>Усього балів</i>
1	2	3	4	5
1	Виконання лабораторної роботи та її захист. Терміни виконання – тиждень після лабораторної роботи	6	0-5	30
2	Самостійне проходження тестів за матеріалом <i>Розділу 1, Розділу 2</i> у системі електронного забезпечення навчання ЗНУ (за умови виконання тестів не менше ніж на 85%. Кількість спроб: 2. Час обмежено)	2	0-3	6
3	Контрольна робота за результатами вивчення матеріалу <i>Розділу 1, Розділу 2</i> (Проводиться в письмовому вигляді)	2	0-12	24
4	Індивідуальне практичне завдання	1	0-20	40
	Залікове випробування в усній формі за питаннями (проводиться до сесії)	1	0-20	
Усього		12		100

Поточний контроль передбачає самостійне проходження тестів за матеріалом Розділу 1, Розділу 2 – **0-3 балів**, захист лабораторної роботи **0-5 балів** та написання контрольних робіт за результатами вивчення матеріалу Розділу 1, Розділу 2 – **0-12 балів**. **Підсумковий контроль** включає проведення заліку в усній формі за питаннями; тривалість заліку 2 академічні години. До складання заліку допускаються студенти, які набрали мінімально 35 балів з 60 можливих.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою
		<i>Залік</i>
A	90 – 100 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	
C	75 – 84 (добре)	
D	70 – 74 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)	
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)	

9. Рекомендована література

Основна:

1. Smith M.B., March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, 7th Edition. Wiley, 2013. – 2080 p.
2. Ким А.М. Органическая химия: Учебн. пособие. / А. М. Ким. – Новосибирск: Сиб. ун-т изд-во, 2002. – 971 с.
3. Марч Дж. Органическая химия, реакции, механизмы и структура. Углубленный курс для университетов и химических вузов. В 4-х томах. Пер. с англ. М: Мир - 1987.
4. Органическая химия [Электронный ресурс]: в 4 ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – 4-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. (Классический университетский учебник).
5. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. / Пер. с англ. Под ред. В.Ф. Травеня. М: Химия. – 1991. – 448 с.
6. Хоффман Р.В. Механизмы химических реакций. – Пер. с нем., М.: Химия, 1979. – 304 с.

Додаткова:

1. Bruckner R. Advanced Organic Chemistry. Reaction mechanisms: Elsevier, 2002. – 642p.
2. Carey F.A., Sundberg R.J. Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms. 5th ed. Springer, 2007. – 1199 p.
3. Tojo G. Two hundred exercises in mechanistic organic chemistry: Galchimia, S.L., 2002. – 123 p.
4. Джексон Р.А. Введение в изучение механизма органических реакций. – Пер. с англ. / Под ред. З.Н. Парнес. – М.: Химия, 1978. – 192 с.
5. Ким Д.Г. Задачи и упражнения по органической химии: учебное пособие / Д.Г. Ким, А.В. Журавлёва, Т.В. Тюрина, Е.А. Родионова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. – 119 с.
6. Ли Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Пер. с англ. В.М. Демьянович. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 456 с.
7. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. М.: Химия, 1986. – 248 с.

Інформаційні ресурси:

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Органическая химия.](http://ru.wikipedia.org/wiki/Органическая_химия)
2. [http://cnit.ssau.ru/organics/index.htm.](http://cnit.ssau.ru/organics/index.htm)
3. [http://www.informika.ru/text/database/chemy/Rus/org_.html.](http://www.informika.ru/text/database/chemy/Rus/org_.html)
4. [http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html.](http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html)
5. [http://alergia.net/rus/книги/5/54/547/.](http://alergia.net/rus/книги/5/54/547/)

Погоджено _____

навчальний відділ

«_____» _____