



## Механізми органічних реакцій

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус дисципліни	<i>Вибіркова (Ф-каталог)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 6 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<b>4 кредити: лекції – 36 год., практичні заняття – 36 год. СРС – 48 год.</b>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри ОХ і ТОР, Кушко Андрій Олегович, <a href="mailto:kushko@xtf.kpi.ua">kushko@xtf.kpi.ua</a> , <a href="mailto:andrey_kushko@ukr.net">andrey_kushko@ukr.net</a> , <a href="mailto:a.kushko@enamine.net">a.kushko@enamine.net</a> , Практичні: кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри ОХ і ТОР, Кушко Андрій Олегович, <a href="mailto:kushko@xtf.kpi.ua">kushko@xtf.kpi.ua</a> , <a href="mailto:andrey_kushko@ukr.net">andrey_kushko@ukr.net</a> , <a href="mailto:a.kushko@enamine.net">a.kushko@enamine.net</a> ,
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/Mzg1NDc0MjQxNDcy">https://classroom.google.com/c/Mzg1NDc0MjQxNDcy</a>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія за денною формою навчання. Навчальна дисципліна належить до циклу вибіркових дисциплін.

Предметом навчальної дисципліни є знайомство з методами дослідження механізмів органічних реакцій, загальною класифікацією органічних реакцій за типами механізмів, типами перетворень та з факторами, які сприяють проходженню реакцій у певному напрямку.

**Метою** кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність використовувати теоретичні знання й практичні навички природничо-

наукових та професійно орієнтованих навчальних дисциплін для оволодіння основами організації та методології наукових досліджень хіміко-технологічних систем (КСП – 4);

– здатність використовувати професійно профільовані знання й практичні навички в галузі основ хімічної технології органічних сполук для оцінювання техніко-економічних показників хімічних та хіміко-технологічних процесів (КСП -5);

– здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін для теоретичного освоєння професійних дисциплін і вирішення практичних завдань з хімічної технології органічних речовин (КСП -10).

– Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- сучасних уявлень стосовно механізмів органічних реакцій;
- основних факторів, які забезпечують реакційну здатність органічних сполук та шляхи реалізації тих чи інших механізмів реакцій;
- сучасних уявлень стосовно найбільш важливих інтермедіатів органічних реакцій, їх будови та реакційної здатності.

#### **уміння:**

- Використовуючи наукові знання синтезу органічних речовин, в умовах лабораторії або виробництва, для визначення даних до технічного завдання вміти сформулювати мету виконання дослідження (створення нового об'єкту, напрямом вдосконалення існуючого, визначення або прогнозування ключових параметрів і властивостей системи та ін.);
- Використовуючи наукові положення хімічних і інженерно-хімічних наук, інформатики, математики, методи досліджень процесів органічного синтезу, комп'ютерного моделювання, в умовах лабораторії або виробництва, розробити програму виконання досліджень технологічного об'єкта (сформулювати адекватну фізичну модель, розробити схему компоновки експериментального обладнання та приладів, визначити групу інформаційних параметрів, способи і послідовність їх визначення та аналізу) з метою одержання даних для складання ТЕО;

#### **досвід:**

- планувати вибір можливих оптимальних шляхів проведення синтезу складних органічних сполук, вибір реагентів, розчинників, фізико-хімічних умов реакцій, тощо;
- адекватно інтерпретувати результати експериментальних досліджень, пов'язаних з розробкою нових методів органічного синтезу.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Міждисциплінарні зв'язки: матеріал кредитного модуля базується на дисциплінах «Органічна хімія», «Фізична хімія», «Стереохімія органічних сполук» та буде використаний у підготовці до написання бакалаврської роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Кредитний модуль «Механізми органічних реакцій» складається з 36 годин лекцій та 36 годин практичних занять. Головним завданням курсу є набуття студентами навичок практичного використання знань стосовно реакційної здатності та механізмів органічних реакцій при плануванні складних органічних синтезів, аналізі та прогнозуванні можливих шляхів перетворень багатofункціональних сполук. Курс розрахований на систематизацію

та подальший розвиток знань, які були отримані за попередні роки навчання в галузі органічної хімії та стереохімії органічних сполук. Цей курс складається з п'яти розділів:

- 1) Загальні методи вивчення механізмів органічних реакцій.
- 2) Реакції за участю нуклеофільних реагентів та нуклеофільні перегрупування
- 3) Стереоелектронні ефекти, реакції елімінування та фрагментації.
- 4) Електрофільне приєднання
- 5) Перициклічні реакції

Перший розділ містить дві теми – загальна класифікація органічних реакцій за типами механізмів та характером перетворення та найбільш важливі фактори, які треба враховувати при аналізі можливих механізмів органічних реакцій. У другому розділі розглянуті реакції за участю нуклеофільних реагентів (аліфатичне, вінільне та ароматичне нуклеофільне заміщення), ключові інтермедіати (карбокатиони, катіон- та аніон-радикали, карбени та нітрени) та їх можливі перетворення. Розглянуті найбільш важливі типи нуклеофільних перегрупувань. Третій розділ присвячений складним процесам елімінування та фрагментації, які контролюються за рахунок стереоелектронних ефектів. Розглянуто роль орбітальних взаємодій в органічних реакціях. Четвертий розділ присвячено вивченню процесів електрофільно приєднання та місця цього типу перетворень у складних багатостадійних процесах перетворень та особливо у реакціях циклізації, перш за все в реакціях гетероциклізації. П'ятий розділ присвячено вивченню синхронних перициклічних реакцій циклоприєднання та сигматропних процесів; значенню правил збереження орбітальної симетрії Вудворда-Хофмана при оцінці стереохімічних результатів таких реакцій та можливості їх проведення.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література:

1. *March's Advanced Organic Chemistry : Reactions, Mechanisms, and Structure*. 7th Edition, John Wiley & Sons, **2013**.
2. F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry*, Fifth Edition, Springer Science, **2007**.
3. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, *Organic Chemistry*, Second Edition, Oxford University Press, **2013**.

##### Додаткова література:

1. Hua-Jie Zhu, *Organic Stereochemistry: Experimental and Computational Methods*, **2015**, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
2. C. Wolf, *Dynamic Stereochemistry of Chiral Compounds: Principles and Applications*, The Royal Society of Chemistry, **2008**.
3. V. Alabugin, *Stereoelectronic Effects: A Bridge Between Structure and Reactivity*, **2016** by John Wiley & Sons, Ltd.
4. *Stereochemistry and Stereoselective Synthesis: An Introduction*, Edited by L. Poppe and M. Nygradi, **2016**, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.

Курс лекцій розташовано на ресурсі: <https://classroom.google.com/c/Mzg1NDc0MjQxNDcy>

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### 6. Лекції

- Загальні методи вивчення механізмів органічних реакцій.
- Реакції за участю нуклеофільних реагентів та нуклеофільні перегрупування
- Стереоелектронні ефекти, реакції елімінування та фрагментації.
- Електрофільне приєднання

#### 7. Практичні завдання

На практичних завданнях закріплюють матеріал лекцій. Завдання для самостійної роботи викладені у кампусі.

#### 8. Розрахунково-графічна робота

Виконання РГР має на меті застосування теоретичних знань, та умінь, отриманих на лекціях, і в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій». РГР містить 4 завдання. Завдання до РГР наведені в методичних вказівках для розрахунково-графічних робіт. Задачі складені у 30-ти варіантах. Кожен студент виконує завдання того варіанту, який визначає йому викладач.

#### 9. Модульна контрольна робота

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, та при самостійній роботі проводяться п'ять поточні контрольні роботи. Запитання і завдання контрольних робіт практичний характер. Контрольні роботи проводиться за всіма темами кредитного модуля.

#### 10. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення Розрахунково-графічної роботи, підготовка до контрольних робіт та заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку 48 годин.

## Політика та контроль

### 11. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Всі вимоги не суперечать законодавству України і відповідають нормативним документам Університету. У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять і виконання домашніх завдань є обов'язковим.

Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту Розрахунково-графічної роботи (РГР):

До захисту допускаються студенти, які грамотно виконали всі вимоги щодо кожного з розділів РГР.

Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.

Після перевірки завдання викладачем на захисті викладач задає 2 питання щодо роботи, при очному захисті студент відповідає одразу, при дистанційному – студенту дається

час (до 1 год) на письмову відповідь. За результатами роботи і захисту виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Несвоєчасні виконання і захист роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасний захист Розрахунково-графічної роботи (РГР) без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. За кожний тиждень запізнення з поданням Розрахунково-графічної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 3 балів).
3. За активну роботу на лекції нараховується до 2 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).
4. За дачасне представлення на перевірку і зразковий захист Домашньої контрольної роботи нараховуються 1-2 заохочувальні бали.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

### **12. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

Поточний контроль: активність на лекціях, виконання і захист РГР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

#### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 100 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

написання модульної контрольної роботи (МКР);

виконання і захист Розрахунково-графічної роботи (РГР).

## 1. Критерії нарахування балів:

### 2.1. Модульний контроль. (3 контрольні роботи по 10 балів кожна)

Ваговий бал – 60 балів. Контрольна робота складається з 2 питань і 2 задач, кожне питання або задача оцінюється у 5 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4,5 – 5 балів;

достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3,8 – 4,4 бали;

неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 – 3,7 балів;

незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

### 2.2. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – 16 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

–відмінно виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 16 балів;

- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки 13 – 15 балів;

- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 10 – 12 балів;

- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 32 = 16$  балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 72 = 36$  балів та виконана і надіслана

Умови допуску до заліку: необхідною умовою допуску до заліку є зарахування РГР, та написання модульної роботи.

Якщо кількість балів, набраних студентом з дисципліни у семестрі, дорівнює або перевищує 60 % від масимальної суми, тобто дорівнює або перевищує 60 балів, то студент має можливість погодитись з сумарним рейтингом, що в такому разі складе величину його семестрового рейтингу:

$$R = rC$$

Де  $rC$  – сума балів, отриманих за семестр,  $R$  – підсумкова оцінка за курс.

Якщо студент має незадовільну оцінку його роботи у семестрі, але допущений до заліку ( $50 < rC < 60$  балів), або хоче покращити позитивну оцінку, він пише залік на заліковому тижні семестру. Залікове завдання складається з п'яти завдань (питань і задач), кожне вагою 10 балів. У цьому випадку сумарний рейтинг за курс виставляється за формулою:

$$R = 0,5rC + 0,5rЗ$$

Де  $rC$  – сума балів, отриманих за семестр,  $rC$  – сума балів, отриманих на заліку,  $R$  – підсумкова оцінка за курс.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних запитання (завдання) і два практичних. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

#### **Система оцінювання питань:**

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 – 10 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7,5 – 8,9 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 – 7,4 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### **13. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Вимоги до оформлення Розрахунково-графічної роботи наведені на платформі дистанційного навчання Сікорський (MOODLE) і у Електронному кампусі НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено старший викладач кафедри ОХ та ТОР, кандидат хімічних наук, Кушко Андрій Олегович

Ухвалено кафедрою ОХ та ТОР (протокол № 14 від 23.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024)