|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин** |
| **Основи симетрії та теорії груп**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Рівень вищої освіти | *Перший (бакалаврський)* |
| Галузь знань | *16 Хімічна та біоінженерія* |
| Спеціальність | *161 Хімічні технології та інженерія* |
| Освітня програма | *Для освітньої програми Хімічні технології органічних речовин спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія* |
| Статус дисципліни | *Нормативна* |
| Форма навчання | *денна* |
| Рік підготовки, семестр | *2 курс, осінній семестр* |
| Обсяг дисципліни | *6 кредитів* |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | *Екзамен письмовий* |
| Розклад занять | *Лекція 3 години на тиждень (1,5 пари), практичне заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua* |
| Мова викладання | *Українська* |
| Інформація про  керівника курсу / викладачів | Лектор:  *к.х.н., доцент Родіонов Володимир Миколайович, vnr@xtf.kpi.ua [[1]](#footnote-1)*  Практичні заняття:  *к.х.н., доцент Родіонов Володимир Миколайович, vnr@xtf.kpi.ua [[2]](#footnote-2)* |
| Розміщення курсу | Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

*Викладач обґрунтовує необхідність вивчення навчальної дисципліни, відповідаючи на питання «Чому майбутньому фахівцю варто вчити саме цю дисципліну?», визначає* ***мету****,* ***предмет*** *дисципліни та* ***програмні результати[[3]](#footnote-3) навчання*** *(компетентності, знання, уміння, навички, досвід, послідовність дій в стандартних виробничих ситуаціях тощо), які студент/аспірант набуде після вивчення дисципліни з розподілом на окремі освітні компоненти (якщо дисципліна вивчається декілька семестрів).*

*Фундаментальні явища та закони природи найтіснішим чином пов’язані з симетрією, яка саме з цієї причини є однією з основних наукових концепцій. Корисність та функціональність, а також естетична привабливість – ось підстава для широкого застосування представлень про симетрію в техніці та технології. Концепція симетрії дає нам гарну можливість розширити горизонти наших знань і наблизити органічну хімію та технологію до інших областей людської діяльності. Прояви симетрії в хімії відмічалися та вивчалися на протязі цілих століть. Розгляд коливань молекул, правил відбору та інших фундаментальних принципів усіх спектральних методів також привів до того, що концепція симетрії зайняла в хімії унікальне місце через важливість її практичного застосування. Це перш за все теорія нормальних коливань, теорія молекулярних орбіталей з урахуванням принципу збереження орбітальної симетрії, теорія поля лігандів тощо. Симетрія – це не тільки одна з фундаментальних концепцій в науці, а й одна з небагатьох ідей, котра об’єднує різноманітні області науки, техніки, технології, мистецтва тощо. Саме тому симетрія є ключовою для бакалавра з хімічних технологій та інженерії.*

***Предмет дисципліни****: симетрія як основа теорії атомів, молекул та кристалів, основи теорії груп як математичного фундаменту симетрії, застосування методів теорії груп для вирішення структурних задач хімії.*

***Метою*** *дисципліни є формування у студентів здатностей:*

* *здатність застосовувати поняття векторної та лінійної алгебри до операцій з векторами у матричному вигляді;*
* *застосування понять симетрії до опису будови молекул;*
* *здатність застосовувати поняття теорії представлень кінцевих груп та методи теорії груп до молекулярних систем.*

*Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:*

***знання:***

* *основ векторної та лінійної алгебри, а також лінійних перетворень векторів у прямокутних системах координат;*
* *основних понять симетрії, таких як елемент симетрії, операція симетрії, особлива точка, точкова група симетрії молекули чи йону;*
* *основних групових законів та їх застосування до операцій симетрії;*
* *основ номенклатури точкових груп симетрії молекул;*
* *основ теорії представлень точкових груп симетрії, характерів представлень, виродження за енергією та симетрією, номенклатури незводимих представлень точкових груп симетрії.*

***уміння****:*

* *проводити математичні операції з векторами у матричному вигляді;*
* *використовувати взаємні перетворення спеціальних матриць між собою для вирішення задач лінійних перетворень векторів;*
* *визначати елементи симетрії молекулярних об’єктів та відносити їх до тієї чи іншої точкової групи симетрії;*
* *використовувати групові закони для складання таблиць множення точкових груп симетрії молекул;*
* *використовувати матричні представлення операцій симетрії для складання таблиць характерів точкових груп симетрії молекул;*
* *застосовувати таблиці характерів точкових груп симетрії до складання групових молекулярних орбіталей простих багатоатомних молекул різної симетрії.*

***досвід****:*

* *у проведенні лінійних перетворень векторів в ортогональних системах координат у матричному вигляді;*
* *у визначенні точкових груп симетрії органічних молекул різних класів з метою визначення їх хіральності та постійного дипольного моменту;*
* *у складанні таблиць множення точкових груп симетрії молекул;*
* *у складанні таблиць характерів аксіальних та діедричних точкових груп симетрії;*
* *у використанні таблиць характерів для вирішення практичних задач молекулярної хімії.*

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

*Зазначається перелік дисциплін, або знань та умінь, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни (наприклад, «базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2»). Вказується перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни.*

*Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Вища математика* | *Основи векторної та лінійної алгебри, а також лінійні перетворення векторів у прямокутних системах координат. Матриці та матричні перетворення.* |
| *Загальна та неорганічна хімія* | *Валентність неорганічних сполук, молекулярні орбіталі простих гомо- та гетероядерних молекул, гібридизація. Просторова будова неорганічних молекул та йонів, структурні чи графічні зображення неорганічних сполук.* |

*Перелік дисциплін, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни.*

*Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачено визначення елементів симетрії органічних та неорганічних сполук різних класів, визначення наявності дипольного моменту та хіральності у органічних сполук симетричної будови, застосування правил молекулярної симетрії та побудова молекулярних орбіталей.*

# Зміст навчальної дисципліни

*Надається перелік розділів і тем всієї* ***дисципліни****.*

*Тема 1 – Основи лінійної та векторної алгебри.*

*Предмет вивчення і задачі дисципліни. Структура курсу «Основи симетрії та теорії груп», поняття симетрії, визначення симетрії. Роль симетрії в хімії. Математичний апарат симетрії. Загальні відомості про матриці. Лінійні операції над матрицями. Детермінанти та їх обчислення. Спеціальні матриці (ортогональна, унітарна, ермітова) та дії з ними. Вектор, його напрямок та довжина. Лінійні операції над векторами. Прямокутна система координат. Скалярний та векторний добуток векторів. Перетворення прямокутних координат на площині та у просторі. Матриці переходів. Кути Ейлера та їх застосування.*

*Тема 2 – Елементи та операції симетрії.*

*Система координат. Поняття про елемент та операцію симетрії. Тотожне перетворення. Поворотна вісь, поворотні осі кінцевого та нескінченного порядку. Центр інверсії та дзеркальна площина. Дзеркально-поворотна (невласна) вісь. Теореми взаємодії елементів симетрії. Номенклатура в симетрії. Символіка Шонфліса та значення символів. Кратні операції симетрії. Матричне представлення операцій симетрії. Групи симетрії як розділ теорії груп. Група, порядок групи. Поняття особливої точки. Точкові групи. Таблиці множення. Квадрат Келі. Генератори та підгрупи. Добуток груп. Класи груп. Властивості класів.*

*Тема 3 – Групи симетрії.*

*Найпростіші точкові групи симетрії , . Циклічні точкові групи . Циклічні точкові групи та . Діедральні точкові групи , та . Нескінченні точкові групи та . Тетраедричні точкові групи вищої симетрії , , . Октаедричні та ікосаедричні точкові групи вищої симетрії , , , . Симетрія атомних орбіталей. Визначення точкової групи симетрії. Алгоритм визначення точкової групи симетрії. Приклади молекул, що відносяться до різних груп симетрії.*

*Тема 4 – Основи теорії груп.*

*Матрична форма запису операцій симетрії. Поняття про базис. Матричний запис перетворень симетрії в довільному базисі. Ізоморфізм та гомоморфізм груп симетрії. Представлення та характери кінцевих груп. Поняття про незводимі та зводимі представлення. Унітарні представлення. Лема Шура. Співвідношення ортогональності. Характери представлень. Характери і класи операцій симетрії. Приведення представлень. Представлення циклічних груп та особливості побудови їх таблиць характерів. Невироджені та вироджені за симетрією представлення. Незводимі представлення та таблиці характерів. Побудова та використання таблиць характерів для опису симетричних властивостей простих молекул. Символи Малікена. Побудова та використання таблиць характерів для опису симетричних властивостей високосиметричних складних молекул.*

*Тема 5. Застосування елементів теорії груп у вирішенні практичних задач молекулярної симетрії.*

*Симетрія та антисиметрія. Хіральність як властивість симетрії. Енантіомери. Полярність молекул та симетрія. Групові орбіталі. Представлення груп через базис атомних орбіталей. Перетворення подібності. Загальна концепція ортогональності. Співвідношення ортогональності у незводимих представленнях, теорема ортогональності Вігнера та її застосування. Визначення та властивості проекційних операторів. Адаптовані за симетрією лінійні комбінації атомних орбіталей. Симетризовані молекулярні орбіталі: принципи побудови та застосування для визначення хімічних властивостей молекул. Коливання молекул. Нормальні коливання. Число нормальних коливань та їх симетрія. Типи нормальних коливань. Приклади побудови молекулярних орбіталей: гомоядерні двохатомні молекули, молекула води, молекула аміаку та молекула бензолу. Алгоритм та висновки про побудову МО.*

# Навчальні матеріали та ресурси

*Зазначається: базова (підручники, навчальні посібники) та додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни.*

*Можна надати рекомендації та роз’яснення:*

* *де можна знайти зазначені матеріали (бібліотека, методичний кабінет, інтернет тощо);*
* *що з цього є обов’язковим для прочитання, а що факультативним;*
* *як саме студент/аспірант має використовувати ці матеріали (читати повністю, ознайомитись тощо);*
* *зв’язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни.*

*Бажано зазначати не більше п’яти базових джерел, які є вільно доступними, та не більше 20 додаткових.*

*Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри органічної хімії та технології органічних речовин. Також наявні електронні копії. Обов’язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.*

***Базова:***

1. *Джаффе, Г. Симметрия в химии. [Текст] / Г.Джаффе, М.Орчин. – М.: Мир, 1967, – 233 с.*
2. *Харгиттаи, И. Симметрия глазами химика. [Текст] / И. Харгиттаи, М. Харгиттаи. – М.: Мир, 1989. – 496 с.*
3. *Зоркий, П.М. Симметрия молекул и кристаллических структур. [Текст] / П.М. Зоркий. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 232 с.*
4. *Поклонский, Н.А. Точечные группы симметрии : Учеб. пособие. [Текст] / Н.А. Поклонский. – Мн.: БГУ, 2003. – 222 с.*
5. *Фларри, Р. Группы симметрии. Теория и химические приложения. [Текст] / Р. Фларри. – М.: Мир, 1983. – 400 с.*
6. *Хохштрассер, Р. Молекулярные аспекты симметрии. [Текст] / Р. Хохштрассер. – М.: Мир, 1968. – 384 с.*

***Додаткова***

1. *Cotton, F.A. Chemical Applications of Group Theory. [Text] / F. A. Cotton. – N.-Y.: John Wiley & Sons, 1990. – 481 P.*
2. *Ladd, M. Symmetry and Group Theory in Chemistry. [Text] / M. Ladd. – Chichester: Horwood Publishing, 1998. – 423 P.*
3. *Molloy, K. C. Group Theory for Chemists. [Text] / K. C. Molloy. – Oxford: Woodhead Publishing Limited, 2011. – 228 P.*
4. *Kettle, S.F.A. Symmetry and Structure. Readable Group Theory for Chemists. [Text] / S. F. A. Kettle. – Chichester:: John Wiley & Sons, 2007. – 438 P.*
5. *Willock, D. J. Molecular Symmetry. [Text] / D. J. Willock. – Chichester:: John Wiley & Sons, 2009. – 430 P.*
6. *Bishop, D.M. Group Theory and Chemistry. [Text] / D. M. Bishop. – N.-Y.: Dover Publications, 1973. – 320 P.*

***Інформаційні ресурси***

1. [*http://symmetry.otterbein.edu/index.html*](http://symmetry.otterbein.edu/index.html)
2. [*http://www.reciprocalnet.org/edumodules/symmetry/index.html*](http://www.reciprocalnet.org/edumodules/symmetry/index.html)
3. *Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу cw6bvfm.*

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).*

*Лекційні заняття*

*Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з роботою студентів на практичних заняттях та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читані лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance (див. вище). Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***№*** | ***Дата*** | ***Опис заняття*** |
| *1* | *1 - 4 вересня 2022 р.* | *Тема 1 – Предмет вивчення і задачі дисципліни. Структура курсу «Основи симетрії та теорії груп», поняття симетрії, визначення симетрії. Роль симетрії в хімії. Математичний апарат симетрії. Загальні відомості про матриці. Лінійні операції над матрицями. Детермінанти та їх обчислення. Спеціальні матриці (ортогональна, унітарна, ермітова) та дії з ними.* |
| *2* | *5 – 11 вересня 2022 р.* | *Продовження теми 1: Вектор, його напрямок та довжина. Лінійні операції над векторами. Прямокутна система координат. Скалярний та векторний добуток векторів.* |
| *3* | *12 - 18 вересня 2022 р.* | *Продовження теми 1: – Перетворення прямокутних координат на площині та у просторі. Матриці переходів. Кути Ейлера та їх застосування.* |
| *4* | *19 - 25 вересня 2022 р.* | *Тема 2: – Система координат. Поняття про елемент та операцію симетрії. Тотожне перетворення. Поворотна вісь, поворотні осі кінцевого та нескінченного порядку. Центр інверсії та дзеркальна площина.* |
| *5* | *26 вересня - 2 жовтня 2022 р.* | *Продовження теми 2: – Дзеркально-поворотна (невласна) вісь. Теореми взаємодії елементів симетрії. Номенклатура в симетрії. Символіка Шонфліса та значення символів. Кратні операції симетрії. Матричне представлення операцій симетрії.* |
| *6* | *3 - 9 жовтня 2022 р.* | *Продовження теми 2: – Групи симетрії як розділ теорії груп. Група, порядок групи. Поняття особливої точки. Точкові групи. Таблиці множення. Квадрат Келі. Генератори та підгрупи. Добуток груп. Класи груп. Властивості класів.* |
| *7* | *10 - 16 жовтня 2022 р.* | *Тема 3: – Найпростіші точкові групи симетрії , . Циклічні точкові групи . Циклічні точкові групи та .* |
| *8* | *17 - 23 жовтня 2022 р.* | *Продовження теми 3: – Діедральні точкові групи , та . Нескінченні точкові групи та . Тетраедричні точкові групи вищої симетрії , , ..* |
| *9* | *24 – 30 жовтня 2022 р.* | *Продовження теми 3: – Октаедричні та ікосаедричні точкові групи вищої симетрії , , , . Симетрія атомних орбіталей.* |
| *10* | *31 жовтня - 6 листопада 2022 р.* | *Продовження теми 3: – Визначення точкової групи симетрії. Алгоритм визначення точкової групи симетрії. Приклади молекул, що відносяться до різних груп симетрії.* |
| *11* | *7 - 13 листопада 2022 р.* | *Тема 4 – Матрична форма запису операцій симетрії. Поняття про базис. Матричний запис перетворень симетрії в довільному базисі. Ізоморфізм та гомоморфізм груп симетрії. Представлення та характери кінцевих груп. Поняття про незводимі та зводимі представлення. Унітарні представлення. Лема Шура* |
| *12* | *14 – 20 листопада 2021 р.* | *Продовження теми 4: – Співвідношення ортогональності. Характери представлень. Характери і класи операцій симетрії. Приведення представлень. Представлення циклічних груп та особливості побудови їх таблиць характерів.* |
| *13* | *21 - 27 листопада 2022 р.* | *Продовження теми 4: – Невироджені та вироджені за симетрією представлення. Незводимі представлення та таблиці характерів. Побудова та використання таблиць характерів для опису симетричних властивостей простих молекул. Символи Малікена.* |
| *14* | *28 листопада – 4 грудня 2022 р.* | *Продовження теми 4: – Побудова та використання таблиць характерів для опису симетричних властивостей високосиметричних складних молекул.* |
| *15* | *5 – 11 грудня 2022 р.* | *Тема 5– Симетрія та антисиметрія. Хіральність як властивість симетрії. Енантіомери. Полярність молекул та симетрія. Групові орбіталі. Представлення груп через базис атомних орбіталей.* |
| *16* | *12 – 18 грудня 2022 р.* | *Продовження теми 5: – Перетворення подібності. Загальна концепція ортогональності. Співвідношення ортогональності у незводимих представленнях, теорема ортогональності Вігнера та її застосування.* |
| *17* | *19 - 25 грудня 2022 р.* | *Продовження теми 5: – Визначення та властивості проекційних операторів. Адаптовані за симетрією лінійні комбінації атомних орбіталей. Симетризовані молекулярні орбіталі: принципи побудови та застосування для визначення хімічних властивостей молекул. Коливання молекул. Нормальні коливання. Число нормальних коливань та їх симетрія. Типи нормальних коливань.* |
| *18* | *26 грудня 2022 р. – 1 січня 2023 р.* | *Продовження теми 5: – Приклади побудови молекулярних орбіталей: гомоядерні двохатомні молекули, молекула води, молекула аміаку та молекула бензолу. Алгоритм та висновки про побудову МО.* |

*Практичні заняття*

*Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Основи симетрії та теорії груп». Матеріал практичних занять спрямований на одержання досвіду розв’язання практичних задач з симетрії та теорії груп.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Тиждень*** | ***Тема*** | ***Опис запланованої роботи*** |
| *1* | *Основи лінійної та векторної алгебри.* | *Розв’язок задач з лінійної алгебри (математичні дії з матрицями, спеціальними матрицями та детермінантами).* |
| *2* | *Основи лінійної та векторної алгебри.* | *Розв’язок задач з векторної алгебри (векторні простори та їх основні властивості, лінійні перетворення векторів у матричному вигляді).* |
| *3* | *Елементи та операції симетрії.* | *Розв’язок задач на основні операції симетрії стосовно фізичних об’єктів та молекулярних систем.* |
| *4* | *Елементи та операції симетрії.* | *Розв’язок задач на побудову таблиць множення точкових груп.* |
| *5* | *Елементи та операції симетрії.* | *Розв’язок задач на побудову таблиць класів точкових груп.* |
| *6* | *Групи симетрії.* | *Розв’язок задач на визначення суміжних груп та класів всередині точкової групи симетрії для циклічних точкових груп.* |
| *7* | *Групи симетрії.* | *Розв’язок задач на визначення суміжних груп та класів всередині точкової групи симетрії для діедричних, тетраедричних та октаедричних точкових груп.* |
| *8* | *Групи симетрії.* | *Розв’язок задач на визначення точкової групи симетрії довільної молекули.* |
| *9* | *Групи симетрії.* | *Розв’язок задач на складання повного матричного представлення точкової групи молекули.* |
| *10* | *Основи теорії груп.* | *Розв’язок задач на визначення відповідності матричних операторів певним елементам симетрії та оберненої задачі.* |
| *11* | *Основи теорії груп.* | *Розв’язок задач на визначення операцій симетрії через добутки матричних операторів для високосиметричних молекул.* |
| *12* | *Основи теорії груп.* | *Розв’язок задач на побудову зводимих представлень для простих та складних точкових груп симетрії* |
| *13* | *Основи теорії груп.* | *Розв’язок задач на розщеплення зводимих представлень для простих та складних точкових груп симетрії* |
| *14* | *Застосування елементів теорії груп у вирішенні практичних задач молекулярної симетрії.* | *Розв’язок задач на застосування таблиць характерів точкових груп симетрії у побудові адаптованих за симетрією лінійних комбінацій атомних орбіталей довільних молекул.* |
| *15* | *Застосування елементів теорії груп у вирішенні практичних задач молекулярної симетрії.* | *Розв’язок задач на застосування таблиць характерів точкових груп симетрії у побудові симетризованих молекулярних орбіталей довільних молекул з центральним атомом.* |
| *16* | *Застосування елементів теорії груп у вирішенні практичних задач молекулярної симетрії.* | *Розв’язок задач на застосування таблиць характерів точкових груп симетрії у побудові симетризованих молекулярних орбіталей довільних молекул без центрального атома.* |
| *17* | *Написання модульної контрольної роботи* | |
| *18* | *Підсумкове заняття* | *До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.* |

# Самостійна робота студента

*Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв’язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.*

*Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, вирішення задач на практичних заняттях, підготовка до захисту практичних завдань, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Вид СРС* | *Кількість годин на підготовку* |
| *Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп’ютерних практикумів* | *2 – 3 години на тиждень* |
| *Підготовка до МКР (повторення матеріалу)* | *4 години* |
| *Підготовка до екзамену* | *30 годин* |

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:*

* *правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);*
* *правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв’язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*
* *правила захисту лабораторних робіт;*
* *правила захисту індивідуальних завдань;*
* *правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
* *політика дедлайнів та перескладань;*
* *політика щодо академічної доброчесності;*
* *інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.*

*У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному та дистанційному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять є обов’язковим.*

*На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо). 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 поведінки на практичних заняттях:*

1. *Студенти повинні активно приймати участь у вирішенні завдань, які ставить перед ними викладач.*
2. *Студенти вирішують задачі або на дошці, або онлайн. В останньому випадку відповіді на вирішені задачі студенти надсилають в електронному варіанті у чат.*
3. *Після перевірки рішення викладачем студенту зараховується вирішення задачі на практичному занятті.*
4. *Відмова вирішувати задачу без поважної причини штрафується відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.*

*Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:*

1. *Відмова вирішувати задачу без поважної причини штрафуються 1 балом;*
2. *Відмова відповідати на запитання лектора штрафується 1 балом;*
3. *За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;*
4. *За активну роботу на лекції та практичному занятті нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).*

*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.*

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

*Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:*

*Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо*

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

*Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / зарахування усіх лабораторних робіт / семестровий рейтинг більше ХХ балів.*

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

1. *Поточний контроль: письмові опитування на практичних заняттях.*
2. *Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
3. *Семестровий контроль: письмовий екзамен.*

***Рейтингова система оцінювання результатів навчання***

*1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:*

* *три письмових опитування тривалістю 1 академічна година (10 балів кожне);*
* *написання модульної контрольної роботи (МКР);*

*2.* ***Критерії нарахування балів****:*

*2.1. Критерії оцінювання письмового опитування:*

*Ваговий бал –* ***10 балів****. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:*

* *повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;*
* *достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 9 – 8 балів;*
* *неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7 – 6 балів;*

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

*2.2.* ***Модульний контроль****.*

*Ваговий бал –* ***20 балів****. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:*

* *повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20 – 19 балів;*
* *достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18 – 15 балів;*
* *неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 14 – 12 балів;*
* *незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.*

*3. 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 0,5·21[[4]](#footnote-4)=****10 балів*** *і зараховане перше письмове опитування. На* ***другому календарному контролі*** *(14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 0,5·42[[5]](#footnote-5)=21 балу і зараховане друге і третє письмове опитування.*

*4.* ***На екзамені*** *студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить п’ять задач. Кожна задача оцінюється у 10 балів.*

*Система оцінювання завдань екзаменаційного білету:*

* + - *«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;*
    - *«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 9 – 8 балів;*
    - *«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7 – 6 балів;*
    - *«незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.*

*Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 50 балів:*

*RС = rПО + rмкр = 30+20 = 50 балів*

*Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх письмових опитувань, написання МКР, та кількість рейтингових балів не менше 30.*

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 |

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

* *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);*
* *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*
* *інша інформація для студентів/аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.*
* *Перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Google Classroom «Основи симетрії та теорії груп» (платформа Sikorsky-distance).*
* *Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену: Таблиці характерів точкових груп симетрії.*

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

**Складено** доцентом кафедри органічної хімії та технології органічних речовин:

к.х.н. доц. Родіоновим В.М.

**Ухвалено** кафедрою органічної хімії та технології органічних речовин (протокол № 12 від 28. 06. 2022 р.)[[6]](#footnote-6)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2022 р.)

1. Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв’язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів. [↑](#footnote-ref-1)
2. Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв’язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів. [↑](#footnote-ref-2)
3. Для нормативних дисциплін зазначається згідно матриці відповідності програмних компетентностей та результатів навчання в освітній програмі. [↑](#footnote-ref-3)
4. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів. [↑](#footnote-ref-4)
5. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів. [↑](#footnote-ref-5)
6. Силабус спочатку погоджується метод. Комісією, а потім Ухвалюється кафедрою. [↑](#footnote-ref-6)