



# Хімія і фізика полімерів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 6 годин на 2 тижні (1 тиждень - 2 пара, 2 тиждень – 1 пара), лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Мельник Любов Іванівна, luba_xtkm@ukr.net</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., доцент Мельник Любов Іванівна, luba_xtkm@ukr.net<sup>1</sup></i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

### Програма навчальної дисципліни

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

Завдяки різноманітним властивостям полімерів вони знайшли широке використання. Для направленої зміни властивостей, тобто встановлення зв'язку склад – структура – властивості необхідно володіти знаннями про структуру полімерів, способи її регулювання в процесі синтезу. Важливо знати методи синтезу полімерів, залежність властивостей від його структури, фізичні та експлуатаційні властивості полімерів та їх розчинів.

Предметом дисципліни фізико-хімічні засади технології переробки полімерів.

Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **ЗДАТНОСТЕЙ**:

- використання положень фізико-хімічної теорії переробки полімерних матеріалів (КЗП - 2);
- знання про полімери та полімерні матеріали, їх будову, властивості і методи синтезу та виготовлення (КЗП - 3);
- здатність до впровадження досконалих матеріалів на основі полімерів (КСП - 2);

– володіння базовими знаннями з класифікації та властивостей полімерних матеріалів, хімічних механізмів їх отримання, реакційної здатності, кінетики перебігання реакцій полімеризації та поліконденсації, взаємозв'язку між складом та властивостями високомолекулярних сполук (КЗН - 4)

– ефективних прийомів аналітичного огляду доступного інформаційного поля і формулювання на його основі своїх висновків за дисципліною (КЗН - 3).

#### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **ЗНАННЯ:**

- теоретичних основ одержання полімерів за реакціями полімеризації та поліконденсації;
- основних кінетичних особливостей перебігу полімераналогічних перетворень;
- теоретичних принципів взаємозв'язку між структурою та властивостями полімерних матеріалів;
- взаємозв'язку між надмолекулярною структурою полімерів і фізико-хімічними та термічними властивостями матеріалів на їх основі .

#### **УМІННЯ:**

- прогнозувати властивості полімерних матеріалів виходячи з хімічного складу та відомостей про структуру;
- передбачати вплив способу та умов переробки високомолекулярних матеріалів на властивості виробів;
- приймати технологічні рішення щодо вибору способу переробки для одержання матеріалів з заданими властивостями.

#### **ДОСВІД:**

- використання загальних основ хімії та фізики полімерів для проектування високомолекулярних матеріалів з заданими властивостями.

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

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

Органічна хімія	Загальні відомості про будову та реакційну здатність органічних речовин
Загальна та неорганічна хімія	Базові знання про неорганічні сполуки та їх атомно-молекулярний склад
Функціональні полімерні матеріали	Основні експлуатаційні характеристики та призначення полімерних матеріалів

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачено аналіз технологічних параметрів переробки полімерних матеріалів та підбір відповідного обладнання.

Знання отримані студентами в процесі вивчення цієї дисципліни застосовуються ними при виконанні бакалаврської дипломної роботи та магістерської дисертації.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### ***Розділ 1. Основи будови полімерів***

*Тема 1.1. Загальні поняття курсу*

*Тема 1.2. Молекулярна маса і молекулярно-масовий розподіл полімерів*

#### ***Розділ 2. Полімеризація***

*Тема 2.1. Радикальна полімеризація*

*Тема 2.2. Катіонна полімеризація*

*Тема 2.3. Аніонна полімеризація*

*Тема 2.4. Аніонно-координаційна полімеризація*

*Тема 2.5. Полімеризація за карбонільною групою*

*Тема 2.6. Полімеризація циклів*

*Тема 2.7. Самополімеризація мономерів*

#### ***Розділ 3. Поліконденсація***

*Тема 3.1. Поліконденсація*

#### ***Розділ 4. Хімічні перетворення полімерів***

*Тема 4.1. Хімічні перетворення полімерів*

*Тема 4.2. Способи проведення полімеризації та поліконденсації*

#### ***Розділ 5. Фазові, фізичні та агрегатні стани полімерів***

*Тема 5.1. Характеристика агрегатних, фізичних і фазових станів*

#### ***Розділ 6. Фізичні стани аморфних полімерів***

*Тема 6.1. Склоподібний стан аморфних полімерів*

*Тема 6.2. Вискоеластичний стан аморфних полімерів*

*Тема 6.3. В'язкотекучий стан аморфних полімерів*

#### ***Розділ 7. Кристалічний фазовий стан полімерів***

*Тема 7.1. Кристалічний фазовий стан полімерів*

#### ***Розділ 8. Явища релаксації механічних властивостей полімерів***

*Тема 8.1. Явища релаксації механічних властивостей полімерів*

#### ***Розділ 9. Розчини полімерів***

*Тема 9.1. Істинні розчини полімерів*

*Тема 9.2. Розбавлені та концентровані розчини полімерів*

*Тема 9.3. В'язкість розчинів полімерів*

#### ***Розділ 10. Пластифікація полімерів***

*Тема 10.1. Суть, механізми та ефективність процесу пластифікації*

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології композиційних матеріалів. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

### **Базова**

1. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навчальний посібник. Електронне видання. – Київ: НТУУ "КПІ". 2016. – 161 с.
2. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения: Учебн. 3 изд., перераб. и дополн. – М.: Высш. шк. 1981. – 656 с.
3. Тхір І.Г., Гуменецький Т.В. Фізико-хімія полімерів: Навч. посібник – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 240 с.
4. Химия высокомолекулярных соединений: Конспект лекций. / В.Ф. Куренков. Казань: Издательство – Редакции «Бутлеровские сообщения». 2004. – 146 с.
5. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. – М.: Химия. – 1978. – 362 с.

### **Додаткова**

6. Хімія високомолекулярних сполук, підручник для студ. вищ. навч. закл., Ю.П. Гетьманчук Ю.П., Братичак; МОН України; Нац. ун-т "Львівська політехніка", Львівська політехніка, Львів, 2008, 460 с. Книга
7. Солодка Л. М., Побігай Г. А., Бурбан А. Ф. С60 Хімія та фізико-хімія високомолекулярних сполук: Навч. посібник. – К.: Вид. дім «КиєвоМогилянська академія», 2014. – 122 с.
8. Хімія високомолекулярних сполук [Текст]: підручник для студ. вищ. навч. закладів / Ю. П. Гетьманчук, М. М. Братичак; Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Видавництво Національного ун-ту б. . К.: Вища школа, 1976. – 189с.
9. Хімія високомолекулярних сполук в схемах [Текст]: навч. посіб. / Речицький О. Н., Решнова С. Ф.; Херсон. держ. ун-т. - Херсон: Вишемирський В. С. [вид.], 2018. - 463 с. : схеми. - 300 прим. - ISBN 978-617-7573-56-1
10. Зильберман Е. Н., Наволокіна Р. А. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений (Радикальная полимеризация, ионная полимеризация, сополимеризация): Учеб. пособие для хим. и хим.–технол. спец. вузов. – М.: Высш шк., 1984. – 224 с.
11. Практикум по химии и физике полимеров: Учеб. изд./ Н. И. Аввакумова, Л. А. Бударина, С. М. Дивгун и др.; Под ред. В. Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1990. 304 с.
12. Фізико-хімія полімерів: підруч. / Л. Д. Масленнікова, С. В. Іванов, Ф. Г. Фабуляк, З. В. Грушак. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ–друк», 2009. – 312 с.
13. Зуев В.В., Успенская М.В., Олехнович А.О. Физика и химия полимеров: Учеб. пособие – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2010. – 45 с.

### **Інформаційні ресурси**

14. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код доступу - за запрошенням викладача.

## **Навчальний контент**

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

#### **Лекційні заняття**

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та

ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, графіків та рисунків, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [14]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	3 вересня 2020 р.	Розділ 1. Основи будови полімерів. Тема.1.1. Загальні поняття курсу Термінологія, особливості властивостей полімерів, їх класифікація, природа зв'язків між ланками в макромолекулах.
2	7 вересня 2020 р.	Тема 1.2. Молекулярна маса і молекулярно–масовий розподіл полімерів. Фракціонування полімерів. Молекулярні характеристики олігомерів. Конфігурація та конформація макромолекул. Молекулярна і надмолекулярна структури полімерів
3	10 вересня 2020 р.	Розділ 2. Полімеризація. Тема 2.1. Радикальна полімеризація Загальні положення, класифікація. Ініціювання. Стадія росту ланцюга. Обрив ланцюга.
4	17 вересня 2020 р.	Продовження Тема 2.1. Радикальна полімеризація Передача кінетичного ланцюга. Передання ланцюга через мономер. Передання ланцюга через ініціатор. Передання ланцюга через розчинник. Передання ланцюга через полімер. Передання ланцюга через спеціально введені речовини. Вивід кінетичних рівнянь швидкості полімеризації і ступеня полімеризації. Швидкість полімеризації. Ступінь полімеризації та передача ланцюга.
5	21 вересня 2020 р.	Продовження Тема 2.1. Радикальна полімеризація Інгібітори радикальної полімеризації. Вплив основних факторів на процес полімеризації вінільних з'єднань. Вплив температури і тиску на радикальну полімеризацію. Вплив концентрації ініціатора. Вплив концентрації мономера. Залежність швидкості полімеризації від часу. Гель–ефект.
6	24 вересня 2020 р.	Продовження Тема 2.1. Радикальна полімеризація Будова і реакційна здатність алкенів в радикальній полімеризації. Кінетичні константи та енергія активації. Реакційна здатність радикалів. Відносна активність похідних дивінілу в полімеризації. Відносні швидкості полімеризації. Емпіричний підхід до оцінки параметрів реакційної здатності вінільних мономерів у радикальній полімеризації. Способи проведення радикальної полімеризації.
7	1 жовтня 2020 р.	Тема 2.2 Катіонна полімеризація Ініціювання катіонної полімеризації. Ріст ланцюга. Обрив ланцюга. Передача ланцюга. Виведення рівняння швидкості катіонної полімеризації та ступеня полімеризації. Вплив різних факторів на швидкість полімеризації і молекулярну масу. Реакційна здатність вінільних мономерів в катіонної полімеризації.

8	5 жовтня 2020 р.	Тема 2.3 Аніонна полімеризація Ініціювання. Ріст ланцюга. Обрив ланцюга. Кінетика аніонної полімеризації. Вплив різних факторів на аніонну полімеризацію
9	8 жовтня 2020 р.	Тема 2.4. Аніонно-координаційна полімеризація Загальні положення. Каталізатори Ціглера – Натта. Виведення рівняння швидкості полімеризації. Области застосування каталізаторів Ціглера – Натта. $\pi$ -Алільні комплекси перехідних металів. Оксидно-металеві каталізатори. Тема 2.5. Полімеризація за карбонільною групою Аніонна полімеризація. Катіонна полімеризація. Полімеризація з двома різними полімеризованими групами.
10	12 жовтня 2020 р.	Тема 2.6. Полімеризація циклів Загальні положення. Термодинаміка перетворення циклів на лінійні полімери. Полімеризація епоксидів. Полімеризація капролактаму.
11	12 жовтня 2020 р.	Тема 2.7. Сополімеризація мономерів Виведення рівняння складу сополімеру. Рівняння Майо – Льюїса. Графічна форма рівняння складу. Методи визначення констант сополімеризації. Метод прямих, що перетинаються. Метод Файнемана – Росса. Метод Келена – Тюдеші та інші.
12	15 жовтня 2020 р.	Продовження Тема 2.7. Сополімеризація мономерів Радикальна сополімеризація. Вплив умов реакції. Реакційна здатність мономерів у сополімеризації. Схема Q-e. Іонна сополімеризація. Способи отримання блок- і привитих сополімерів
13	19 жовтня 2020 р.	Розділ 3. Поліконденсація Загальні уявлення. Класифікація поліконденсації. Мономери, що вступають в реакцію поліконденсації. Процеси, що супроводжують поліконденсацію. Реакції, що ускладнюють поліконденсацію
14	22 жовтня 2020 р.	Продовження Розділ 3. Поліконденсація Стадії поліконденсаційних процесів. Утворення реакційних центрів. Стадія утворення макромолекул. Побічні реакції на стадії утворення макромолекул. Стадія припинення зростання макромолекул у поліконденсації. Кінетика поліконденсації. Вплив різних факторів на швидкість процесу і молекулярну масу полімеру
15	29 жовтня 2020 р.	Розділ 4. Хімічні перетворення полімерів. Тема 4.1. Хімічні перетворення полімерів Особливості хімічних реакцій полімерів. Хімічні перетворення полімерів без зміни ступеня полімеризації. Внутрішньомолекулярні перетворення. Перегрупування бічних груп. Перегрупування в основних ланцюгах. Ізомерні перетворення. Полімераналогічні перетворення. Хімічні перетворення зі збільшенням ступеня полімеризації. Зшивання макромолекул. Хімічне зшивання. Зшивання макромолекул. Вулканізація каучуку. Отвердження полімерів.

16	12 листопада 2020 р.	Продовження Тема 4.1. Хімічні перетворення полімерів Одержання блок- і привитих сополімерів. Реакції в системі полімер – мономер. Реакції в системі полімер – полімер. Хімічні перетворення зі зменшенням ступеня полімеризації. Деструкція полімерів. Фізична деструкція полімерів. Деструкція під дією хімічних агентів. Стабілізація полімерів.
17	16 листопада 2020 р.	Тема 4.2. Способи проведення полімеризації та поліконденсації Полімеризація в масі (в блоці), розчині, суспензійна, емульсійна полімеризація. Твердофазна та газофазна полімеризація. Поліконденсація в розплаві, в розчині. Міжфазна поліконденсація та поліконденсація в твердій фазі.
18	26 листопада 2020 р.	Розділ 5. Фазові, фізичні та агрегатні стани полімерів Характеристика агрегатних станів. Характеристика фазових станів. Характеристика фізичних станів
19	30 листопада 2020 р.	Розділ 6. Фізичні стани аморфних полімерів. Тема 6.1. Склоподібний стан аморфних полімерів Механізм склування полімерів. Механічне склування. Зв'язок температури склування з хімічною будовою полімерів.
20	3 грудня 2020 р.	Тема 6.2. Вискоеластичний стан аморфних полімерів Умови прояву вискоеластичності. Особливості вискоеластичності. Причини відмінностей закономірностей деформації реальних і ідеальних еластомерів. Вискоеластична деформація та її види. Особливості вискоеластичної деформації.
21	10 грудня 2020 р.	Тема 6.3. В'язкотекучий стан аморфних лінійних полімерів Механізм течії полімерів. Залежність швидкості зсуву розплавів полімерів від напруги зсуву. Закон течії полімерів. Залежність в'язкості від температури, полярності макромолекул і молекулярної маси. Вплив структури полімеру на температуру текучості.
22	14 грудня 2020 р.	Розділ 7. Кристалічний фазовий стан полімерів Загальні положення. Шляхи кристалізації полімерів. Пластинчастий. Фібрилярний. Механізм і кінетика кристалізації полімерів. Вплив різних факторів на кристалізацію полімерів. Плавлення кристалів. Вплив структури полімеру на кристалічність.
23	17 грудня 2020 р.	Розділ 8. Явища релаксації механічних властивостей полімерів Явище повзучості полімерів. Релаксація напруги. Пружна петля гістерезису. Релаксаційні явища при періодичних силових діях. Релаксаційні явища в склоподібних полімерах. Релаксаційні явища в кристалічних полімерах.
24	24 грудня 2020 р.	Розділ 9. Розчини полімерів. Тема 9.1. Істинні розчини полімерів Загальна інформація про розчини полімерів. Властивості розчинів ВМС, в порівнянні з колоїдними розчинами. Істинні розчини полімерів. Особливості істинних розчинів полімерів. Набухання. Механізм та кінетика процесу набухання полімерів. Фактори, що впливають на здатність полімеру до розчинення.
25	28 грудня 2020 р.	Тема 9.2. Розбавлені та концентровані розчини полімерів

		Розбавлені розчини полімерів. Концентровані розчини полімерів. Драгли. Властивості драглів. Асоціація в розчинах полімерів.
26	31 грудня 2020 р.	Тема 9.3. В'язкість розчинів полімерів В'язкість розчинів полімерів та її види. Методи визначення в'язкості. Абсолютна, приведена і питома в'язкість. Фактори, що впливають на в'язкість розчинів полімерів.
27	7 січня 2021 р.	Розділ 10. Пластифікація полімерів Тема 10.1. Суть, механізми та ефективність процесу пластифікації Суть процесу пластифікації. Методи пластифікації. Термодинамічний аспект пластифікації. Механізми та ефективність пластифікуючої дії. Фактори, що впливають на ефективність пластифікуючої дії і вимоги до пластифікаторів.

### Лабораторні заняття

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами, в ході вивчення навчальної дисципліни «Хімія і фізика полімерів». Тематика лабораторних робіт спрямована на ознайомлення з процесом синтезу полімерів різними методами, та досить вільної творчої комбінації знань про фізико-хімічні механізми елементарних реакцій зародження, росту та обриву реакційних ланцюгів, про будову, реакційну здатність та можливі хімічні реакції синтезованих макромолекул, про фізичні властивості одержаних продуктів, їх відношення до розчинників та окислювачів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Суспензійна полімеризація стиролу	Проведення суспензійної полімеризації стиролу, визначення кінцевого виходу продукту по відношенню до вихідного мономеру
2		Захист роботи
3	Дослідження кінетики полімеризації стиролу в середовищі розчинника та ініціатора	Проведення полімеризації стиролу в розчині, визначення швидкості полімеризації в часі, дослідження виходу полімеру до вихідного мономеру в часі.
4		Захист роботи
5	Поліконденсація фталевого ангідриду та гліцерину	Одержання поліефіру на основі фталевого ангідриду та гліцерину. Визначення кінетичних параметрів процесу, розрахунок кислотного числа та молекулярної маси полімеру, встановлення залежності між часом поліконденсації та молекулярною масою.
6		Захист роботи
7	Поліконденсація аніліну з формальдегідом	Дослідити умови синтезу смоли на основі аніліну і формаліну. Визначити вихід полімеру по відношенню до вихідного мономеру.
8		Захист роботи
9	Одержання фенол-формальдегідної смоли у кислому та лужному середовищі	Дослідити вплив умов синтезу на властивості кінцевого продукту, зокрема встановити як середовище впливає на структуру полімеру на прикладі одержання фенол-формальдегідної смоли.
10		Захист роботи

11	Визначення кількості епоксидних груп залежно від реакцій з активними елементами	При визначенні кількості епоксидних груп в епоксидних смолах користуються методом, що базується на здатності епоксидної групи полімеру приєднувати хлористий водень з утворенням хлоргідрину. По різниці між введеною і непрореагованою кислотою (титрування лугом) розраховують вміст епоксидних груп
12		Захист роботи
13	Дослідження умов гелеутворення в системі альгінат - тетраборат	Дослідити властивості гелів в залежності від співвідношення вихідних компонентів
		Захист роботи
15	Визначення в'язкості полівінілового спирту залежно від концентрації	Освоїти різні методики визначення в'язкості розчину ПВС, ознайомитися з розрахунками різних видів в'язкості
16		Захист роботи
17	Визначення кислотного числа пластифікатора	Для уповільнення процесу старіння полімерів, пластифікатор повинен мати малу кислотність. Якісним вважається пластифікатор з к.ч. до 0,25. Набуття навичок його визначення є цінним досвідом.
18		Захист роботи

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, оформлення звітів, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульної контрольної роботи та 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, оформлення протоколів з лабораторних робіт та підготовка до їх захисту	3 – 4 години на тиждень
Виконання розрахункової роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години * 6 частин = 12 годин
Підготовка до екзамену	30 годин

## Політика та контроль

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

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – у лабораторіях навчального корпусу. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторних робіт є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms 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 захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали роботу та оформили протокол.
2. На захист виносяться питання, що стосуються теоретичних засад та особливостей методики виконання даної роботи.
3. Виконання роботи та її захист оцінюється згідно РСО та виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. Відсутність на модульній контрольній роботі без поважної причини штрафуються 1 балом;
4. За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
5. За активну роботу на лекції та лабораторному занятті нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 10 балів на семестр).

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

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

1. Поточний контроль: експрес-опитування на лабораторних заняттях, МКР та ДКР.
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 **51 бал** складає стартова шкала. **Стартовий рейтинг** (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт (9 робіт);
- написання модульної контрольної роботи, що складається з шести частин;
- виконання РГР.

#### **2. Критерії нарахування балів.**

##### **2.1. Робота на лабораторних заняттях:**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює:  $2 \text{ бали} \times 9 = \underline{18 \text{ балів}}$ .

#### **Критерії оцінювання**

2 бали: безпомилкове виконання та оформлення *аудиторного* та *домашнього* завдання; захист роботи під час наступного заняття;

1 бал: вірне виконання роботи після навідної допомоги викладача або проведення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню; захист роботи з затримкою у 2 заняття;

0 балів: відсутність на занятті без поважних причин.

## 2.2. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал (за один розділ) – 3. Модульна контрольна робота складається з шести частин (відповідно до кожного з розділів). Максимальна кількість балів за контрольні роботи дорівнює: 3бали × 6 = 18 балів.

3 бали: безпомилкова відповідь на всі питання при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань;

2 бали: недостатньо повна відповідь на всі питання або безпомилкова відповідь на 80% питань;

1 бал: безпомилкова відповідь на 50% питань або неповна відповідь на всі питання з двома – трьома досить суттєвими помилками;

0 балів: відсутність на занятті без поважних причин, списування (плагіат) під час контрольної або відмова від виконання контрольної роботи.

## 2.3. Виконання РГР

Ваговий бал – 3 (за одну задачу). РГР складається з 5 задач, кожна з яких оцінюється в 3 бали. Максимальна кількість балів за розрахункову роботу дорівнює: 3 бали × 5 = 15 балів.

### *Критерії оцінювання РГР:*

3 бали: безпомилкове розв'язання задачі з наведенням всіх логічних послідовностей і перетворень;

2 бали: недостатньо повна відповідь яка виключає наведення перетворень, що дають уявлення про хід думок студента. Або наведені всі правильні логічні послідовності і перетворення, але є помилка в розрахунках;

1 бал: наведено лише основну формулу та дана правильна відповідь;

0 балів: відсутність на занятті без поважних причин, списування (плагіат) під час контрольної або відмова від виконання контрольної роботи.

### Штрафні та заохочувальні бали

Штрафні бали:

- відсутність на лабораторній роботі без поважної причини –1 бал;
- відсутність на модульній контрольній роботі без поважної причини –1 бал;

Заохочувальні бали:

- активна участь на лабораторному занятті але не більше двох +2 бали.

### *Розрахунок шкали (R) рейтингу:*

Рейтингова оцінка ( $RD$ ) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді екзамену, формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу  $r_C = \sum_k r_K + \sum r_3 + \sum r_{III}$  та екзаменаційних балів  $r_E$ :

$$RD = r_C + r_E$$

Сума як штрафних так і заохочувальних балів не має перевищувати 0,1R та складає **2 бали**.

$$r_C = 18+18+15+(2-2)=51 \text{ бал}$$

**Розмір шкали рейтингу RD = 100**

**Розмір стартової шкали r\_C = 51**

**Розмір екзаменаційної шкали r\_E = 49**

3. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови написання першої частини модульної контрольної роботи.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, зарахування РГР, написання модульної контрольної роботи та стартовий рейтинг не менше 26 балів.

5. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу у вигляді тесту. Тест містить 49 запитань та відповіді до них. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне запитання оцінюється у 1 бал.

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або відсутня МКР чи РГР	Не допущено

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

- Вимоги до оформлення звіту з лабораторних робіт, перелік запитань до МКР, РГР та екзамену наведені у Google Classroom «Хімія і фізика полімерів» (платформа Sikorsky-distance).

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

**Складено** доцентом кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, к.т.н, доцентом Мельник Л.І.

**Ухвалено** кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів

(протокол № 5 від 4.11.2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 14.10.2020 р.)