



Технологія виробництва етерів та естерів целюлози

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>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>4 години на тиждень (2 години лекційних та 2 години лабораторних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/dejkun-irina-mikhajlivna.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/dejkun-irina-mikhajlivna.html</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4706</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Целюлоза є найпоширенішим природним полімером, кількість якого на нашій планеті значно перевищує кількість будь-якої іншої органічної речовини. На відміну від нафти і газу, целюлоза є щорічно відновлюваною сировиною. На сьогодні целюлоза є важливою сировиною, крім целюлозно-паперової, для хімічної промисловості. З целюлози одержують різні цінні і, у багатьох випадках незамінні, продукти та матеріали - етери та естери целюлози, що використовуються для виробництва волокон різного призначення, лакофарбових виробів, порошків, плівок, пластичних мас та інших матеріалів.

Предмет навчальної дисципліни «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози» – механізми утворення, технологічні параметри процесів виробництва похідних целюлози, лаків, фарб, пластичних мас та хімічних волокон на їх основі, властивості та галузі застосування похідних целюлози.

Мета навчальної дисципліни «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози»

Метою вивчення даної дисципліни є професійна підготовка, формування та закріплення у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для управління технологічними процесами виробництва похідних целюлози, лакофарбових матеріалів, пластичних мас, хімічних волокон та інших продуктів на їхній основі, удосконалення цих процесів і створення

нових ефективних, екологічно чистих виробництв, які дозволяють раціонально використовувати волокнисті напівфабрикати, воду, допоміжні хімічні речовини, трудові та енергетичні ресурси та зменшити забруднення навколишнього середовища відходами виробництва.

Відповідно до мети, підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування наступних компетентностей:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії;
- здатність визначати напрями використання рослинної сировини та волокнистих напівфабрикатів, проектувати та реалізувати технології їх переробки.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «**Технологія виробництва етерів та естерів целюлози**», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості;
- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;
- визначати якісні характеристики рослинної сировини, напівфабрикатів та готової продукції, обрати функціональні хімічні допоміжні речовини.

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

Вивчення дисципліни «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози» базується на знаннях, які студенти отримали під час вивчення таких фундаментальних хімічних дисциплін та дисциплін з технології та обладнання сучасних хімічних виробництв як "Загальна та неорганічна хімія", "Органічна хімія", «Хімія високомолекулярних сполук» "Аналітична хімія", "Будова рослинної сировини», "Хімія рослинних полімерів", "Процеси та апарати хімічної технології». Дисципліна «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози» забезпечує вирішення проблеми хімічного перероблення целюлозовмісної рослинної сировини та виконання дипломного проекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Целюлоза для виробництва етерів та естерів целюлози.

Тема 1. Сировина і способи одержання целюлози для хімічної переробки.

Розділ 2. Естери целюлози.

Тема 1. Нітрати целюлози.

Тема 2. Ксантогенат целюлози.

Тема 3. Ацетати целюлози.

- Тема 4. Сульфати целюлози.
Тема 5. Валерати целюлози.
Тема 6. Змішані естери целюлози.

Розділ 3. Етери целюлози.

- Тема 1. Лужна обробка целюлози.
Тема 2. Етилцелюлоза.
Тема 3. Метилцелюлоза.
Тема 4. Карбоксиметилцелюлоза.
Тема 5. Ціанетилцелюлоза.
Тема 6. Бензилцелюлоза.
Тема 7. Змішані етери целюлози.

Розділ 4. Інші методи модифікування целюлози.

- Тема 1. Структурне модифікування целюлози.
Тема 2. Щеплені сополімери целюлози.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Барбаш В.А, Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів/Навчальний посібник. За ред. Барбаша В.А.- 2-ге вид., перероб. і доповн. -Київ: Каравела, 2018. - 440 с.
2. Технологія недеревних волокнистих напівфабрикатів: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології» /Р.І. Черьопкіна, І.В. Трембус, І.М. Дейкун, В.А. Барбаш ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 231 с.
3. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ", 2016. – 161 с.
4. Дейкун І.М., Трембус І.В., Черьопкіна Р.І. Технологія виробництва етерів та естерів: Лабораторний практикум. Рекомендовано вченою радою НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» №2 від 09.12.2021. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.- 52 с.

Додаткова література

5. [Hadi Seddiqi, Erfan Oliaei, Hengameh Honarkar, Jianfeng Jin, Lester C. Geonzon, Rommel G. Bacabac, Jenneke Klein-Nulend. Cellulose and its derivatives: towards biomedical applications. Cellulose, vol. 28, p.1893–1931 \(2021\).](#)
6. SharmaA, NagarkarS, ThakreS, et al. Structure–property relations in regenerated cellulose fibers: comparison of fibers manufactured using viscose and Lyocell processes[J]. Cellulose, 2019, 26(6): 3655-3669.
7. RanabhatR. Environmental impact of textile fibers: a case study of Nextiili-paja[D]. Tampere: Tampere University of Applied Sciences, 2019: 15-16.
8. Слізков А.М., Якубовська Т.О., Рибальченко В.В., Дрегуляс Є.П., Крижанівська О.П. Основи технологій прядильних виробництв. Підручник. – К.: КНУТД-. 2007. - 424 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

9. Союз хіміків України – Режим доступу: <http://chemunion.org.ua/uk/>

10. Асоціація українських підприємств целюлозно-паперової галузі "УкрПапір" – Режим доступу: <http://www.ukrpaper.org/index.php>

11. Журнал «Polymers» – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/journal/polymers>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><u>Сировина і способи одержання целюлози для хімічної переробки</u></p> <p>Вступ до дисципліни. Історія розвитку та сучасний стан виробництва похідних целюлози. Класифікація етерів та естерів целюлози. Целюлоза для хімічної переробки. Особливості одержання целюлози для хімічної переробки. Способи одержання целюлози для ХП та вимоги до якості целюлоз, призначених для виробництва етерів та естерів.</p> <p>Література: [1,2].</p> <p>Завдання на СРС. Особливості вибілювання целюлози для хімічного перероблення.</p> <p>Література: [1,2].</p>	<u>6</u>
2	<p><u>Нітрати целюлози</u></p> <p>Класифікація нітратів целюлози. Фізичні і хімічні властивості нітроцелюлози. Властивості та галузі застосування нітроцелюлози. Одержання нітроцелюлози нітруванням потрійною сумішшю – азотна кислота-сірчана кислота - вода. Вплив складу нітруючої суміші, температури, тривалості на процес нітрування та якість</p>	<u>4</u>

	<p>нітроцелюлози. Технологічні схеми одержання нітроцелюлози. Періодичний та безперервний способи виробництва нітроцелюлози. Література: [1]. Завдання на СРС. Інші методи нітрування целюлози. Література: [1,5].</p>	
3	<p><u>Ксантогенат целюлози</u></p> <p>Мерсерезація целюлози. Вплив технологічних параметрів на процес ксантогенування. Передозрівання віскози. Формування віскозного волокна. Властивості віскозного волокна. Екологічні проблеми віскозного виробництва. Методи одержання целюлозних волокон прямим розчиненням целюлози. Волокно «ліоцел». Література: [1,5,6,7]. Завдання на СРС. Способи формування віскозного волокна. Штапельні та кордні волокна. Виробництво целофану. Література: [1,8].</p>	<u>4</u>
4	<p><u>Ацетати целюлози</u></p> <p>Активація целюлози. Закономірності процесу одержання ацетатів целюлози. Гетерогенні способи виробництва. Гомогенний спосіб одержання ацетатів целюлози. Властивості і області застосування ацетатів целюлози. Література: [1,5]. Завдання на СРС. Ацетатні волокна. Література: [1,8].</p>	<u>4</u>
5	<p><u>Лужна обробка целюлози</u></p> <p>Обробка целюлози розчинами лугів різної концентрації. Зміна структури і властивостей целюлози внаслідок лужної обробки. Періодичний та безперервний способи одержання лужної целюлози. Література: [1]. Завдання на СРС. Обладнання для лукування целюлози. Література: [1,5].</p>	<u>2</u>
6	<p><u>Етилцелюлоза</u></p> <p>Гомогенні та гетерогенні способи виробництва етилцелюлози. Властивості та галузі застосування етилцелюлози. Література: [1]. Завдання на СРС. Механізм етилування. Література: [1,5].</p>	<u>2</u>
7	<p><u>Метилцелюлоза</u></p> <p>Способи виробництва метилцелюлози. Властивості та галузі застосування метилцелюлози. Література : [1]. Завдання на СРС. Механізм метилування. Література: [1,5].</p>	<u>2</u>
8	<p><u>Карбоксиметилцелюлоза</u></p> <p>Загальні закономірності процесу одержання КМЦ. Способи виробництва. Властивості та галузі застосування КМЦ. Література: [1].</p>	<u>4</u>

	<i>Завдання на СРС. Інші карбоксіпохідні целюлози. Література: [1,5].</i>	
9	<i>Цианетилцелюлоза Одержання продуктів за високим і низьким ступенем заміщення. Література: [1]. Завдання на СРС. Властивості та галузі застосування цианетилцелюлози. Література: [1].</i>	<u>2</u>
10	<i><u>Структурне модифікування целюлози</u> Задачі і методи структурного модифікування. Зміна властивостей модифікованих целюлозних матеріалів. Література: [3].</i>	<u>2</u>
11	<i><u>Щеплені сополімери целюлози</u> Синтез щеплених сополімерів целюлози. Модифіковані целюлозні матеріали - бактерицидні, іонообмінні, хімічностійкі та термостійкі. Література: [3]. Завдання на СРС. Методи спрямованого синтезу щеплених сополімерів целюлози. Література: [3].</i>	<u>2</u>
11	<i><u>Модульна контрольна робота</u></i>	<u>2</u>
12	<i><u>Всього</u></i>	<u>36</u>

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру;
- навчити студентів методикам аналізу целюлози для хімічної переробки, одержання етерів та естерів целюлози та визначення їх якості;
- навчити студентів виконувати технологічні розрахунки процесів одержання етерів та естерів целюлози: визначення витрат реагентів, концентрацій на різних стадіях технологічного процесу, теоретичного виходу, ступеню заміщення і етерифікації етерів та естерів целюлози;
- навчити студентів обробляти одержані практичні результати та робити висновки.
- навчити студентів працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати у студентів вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методи, способи і прийоми самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. Годин
1	<i><u>Аналіз целюлози для хімічної переробки</u> Інструктаж з техніки безпеки в лабораторії. Видача сировини. Визначення вологості і зольності целюлози для хімічної переробки. Література:[4].</i>	4

	<i>Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	
2	<u><i>Аналіз целюлози для хімічної переробки</i></u> <i>Визначення фракційного складу целюлози: вмісту α-, β- і γ-целюлози. Література: [4]. Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	4
3	<u><i>Аналіз целюлози для хімічної переробки</i></u> <i>Визначення середнього ступеня полімеризації целюлози. Література: [4]. Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	4
4	<u><i>Нітрати целюлози</i></u> <i>Одержання нітроцелюлози з різним ступенем заміщення. Дослідження впливу основних технологічних факторів на процес нітрування целюлози. Визначення теоретичного і практичного виходу нітроцелюлози та ступеня заміщення. Література: [4]. Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	8
5	<u><i>Ацетати целюлози</i></u> <i>Одержання ацетатів целюлози. Визначення теоретичного і практичного виходу нітроцелюлози та кількості ацетатних груп. Література: [4]. Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	8
6	<u><i>Карбоксиметилцелюлоза</i></u> <i>Одержання карбоксиметилцелюлози. Визначення практичного і теоретичного виходу та в'язкості водного розчину КМЦ. Література: [4]. Завдання на СРС. Аналіз та обробка результатів експерименту. Висновки.</i>	6
6	<i>Залік</i>	2
	<i>Всього</i>	36

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 40 % часу вивчення курсу, включає також підготовку до заліку.

Завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з тем дисципліни, що не ввійшли до лекційних та лабораторних занять, шляхом особистого пошуку інформації та її вивчення; підготовка до лекційних та лабораторних занять, до написання контрольних робіт та підготовки до заліку; виконання домашньої контрольної роботи, навчання студентів самостійно працювати над літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і його

осмислювати; набуття навичків постійної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань.

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Целюлоза для виробництва етерів та естерів целюлози		
1	<u>Тема 1. Сировина і способи одержання целюлози для хімічної переробки</u> Особливості вибілювання целюлози для хімічного перероблення. Література: [1,2].	2
Розділ 2. Естери целюлози		
2	<u>Тема 1. Нітрати целюлози</u> Інші методи нітрування целюлози. Література: [1,5].	2
3	<u>Тема 2. Ксантогенат целюлози</u> Способи формування віскозного волокна. Штапельні та кордні волокна. Виробництво целофану. Література : [1,8].	2
4	<u>Тема 3. Ацетати целюлози</u> Ацетатні волокна. Література: [1,8].	2
5	<u>Тема 4. Сульфати целюлози</u> Способи виробництва сульфатів целюлози. Властивості та застосування. Література: [1].	1
6	<u>Тема 5. Валерати целюлози</u> Одержання валератів целюлози. Властивості та застосування валератів Література :[1].	1
7	<u>Тема 6. Змішані естери целюлози</u> Ацетобутирати, ацетопропіонати і ацетофталати целюлози. Особливості синтезу змішаних естерів целюлози. Властивості та застосування. Література: [1].	2
Розділ 3. Етери целюлози		
8	<u>Тема 1. Лужна обробка целюлози</u> Обладнання для лугування целюлози. Література: [1,5].	2
9	<u>Тема 2. Етилцелюлоза</u> Механізм етилування. Література: [1,5].	2
10	<u>Тема 3. Метилцелюлоза</u> Механізм метилування. Література: [1,5].	2
11	<u>Тема 4. Карбоксиметилцелюлоза</u> Інші карбоксіпохідні целюлози. Література : [1,5].	2
12	<u>Тема 5. Цианетилцелюлоза</u> Властивості та галузі застосування цианетилцелюлози. Література : [1].	2

13	<u>Тема 6. Бензилцелюлоза</u> Одержання бензилцелюлози, властивості та використання. Література: [1].	2
14	<u>Тема 7. Змішані етери целюлози</u> Особливості одержання змішаних етерів целюлози. Властивості та області застосування змішаних етерів целюлози. Література: [1].	2
Розділ 4. Модифікування целюлози		
15	<u>Тема 2. Хімічне модифікування целюлози</u> Методи спрямованого синтезу щеплених сополімерів целюлози. Література: [3].	2
16	Контрольна робота 1	2
17	Контрольна робота 2	2
18	Домашня контрольна робота	10
19	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	48

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату: <https://www.coursera.org/learn/wood-science>.

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по наданих викладачем каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання контрольних робіт, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестровий контроль
6	4	120	36		36	48	1	1	Залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- відповіді на лекціях під час експрес-контролю (дві відповіді протягом семестру);
- виконання і захист лабораторних робіт (6 робіт);
- написання двох контрольних робіт (МКР поділяється на дві контрольні роботи тривалістю по 1 академічній годині);
- виконання домашньої контрольної роботи

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Експрес-контроль (опитування) на лекціях:

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів дорівнює $5 \text{ балів} \times 2 = 10 \text{ балів}$.

чітка та повна відповідь на запитання -	5 балів
у відповіді допущені окремі помилки -	4 бали
у відповіді допущені суттєві помилки -	3 бали
відповідь не зарахована -	0-2 бали

Виконання і захист лабораторних робіт:

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на лабораторних заняттях дорівнює $10 \text{ балів} \times 6 = 60 \text{ балів}$.

знання теоретичного матеріалу та методики аналізу; наявність протоколу виконання роботи у лабораторному журналі; одержані достовірні результати досліджень; у звіті правильно виконані розрахунки; наявність висновків до лабораторної роботи; хороший своєчасний захист лабораторної роботи -	10 балів
під час захисту допущені помилки -	8-9 балів

під час захисту допущені помилки, помилки у розрахунках 6-7 балів
робота незарахована - 0-5 балів

Модульний контроль :

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за виконання МКР дорівнює 10 балів $\times 2 = 20$ балів.

повна відповідь на всі запитання - 10 балів
у відповіді допущені окремі неточності - 8-9 балів
часткова відповідь або у відповідях на запитання допущені помилки - 6-7 балів
контрольна не зарахована - 0-5 балів

Домашня контрольна робота:

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за виконання ДКР дорівнює 10 балів $\times 1 = 10$ балів.

Повністю розкрита тема роботи, вірно сформульовані висновки, дотримані всі вимоги до виконання роботи, студент повністю володіє матеріалом - 10-9 балів
Допущені окремі неточності у виконанні работ, недостатньо сформульовані висновки - 8-7 балів
Неповністю розкрита тема, студент недостатньо володіє матеріалом - 6 балів
Робота не зарахована - 0-5 балів

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 5 \cdot 2 + 10 \cdot 6 + 10 \cdot 2 + 10 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів та виконані і здані всі лабораторні роботи (на час атестації).

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 70 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 35 балів та виконані і захищені всі лабораторні роботи (на час атестації).

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку (виконання і захист всі лабораторних робіт та написання МКР), і мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну оцінку без додаткових випробувань.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також ті, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються.

Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Під час виконання залікової контрольної роботи студенти дають відповіді на 10 запитань, кожне з яких оцінюється у 10 балів.

Максимальна кількість балів - $10 \times 10 = 100$ балів

Критерії оцінювання знань студентів на заліковій контрольній роботі:

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на всі запитання	10 балів
У відповіді допущені окремі неточності	9...8 балів
Часткова відповідь або у відповідях на запитання допущені помилки-	6...7 балів
Відповідь не зарахована -	0 балів

Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів **R** переводиться згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Наведіть класифікацію похідних целюлози та способи їх одержання з використанням різних реагентів.
2. Назвіть основні способи одержання целюлози для хімічної переробки та вимоги до якості целюлози, призначеної для виробництва етерів та естерів.
3. Наведіть технологічну схему одержання нітроцелюлози нітруванням потрібною сумішшю – азотна кислота-сірчана кислота - вода.
4. Поясніть вплив основних технологічних чинників: складу нітруючої суміші, температури, тривалості і модулю ванни на процес нітрування та якість нітроцелюлози.
5. Порівняйте особливості гомогенного та гетерогенного способів одержання ацетатів целюлози.
6. Охарактеризуйте властивості та використання ді- і триацетату целюлози.
7. Наведіть технологічну схему та основні технологічні параметри процесу метилування целюлози.
8. Поясніть особливості технології одержання низькозаміщеної цианетилцелюлози.

9. Охарактеризуйте способи виробництва карбоксиметилцелюлози.
10. Напишіть можливі рівняння хімічних реакцій одержання сульфату целюлози.
11. Дайте оцінку причин деструктивних процесів сульфату целюлози в присутності води?
12. Наведіть схему одержання волокна «Ліоцел».
13. Охарактеризуйте процес синтезу щеплених сополімерів целюлози.
14. Наведіть приклади модифікованих целюлозних матеріалів.
15. Дайте характеристику та вкажіть значення технологічних параметрів процесу очищення карбоксиметилцелюлози.
16. Охарактеризуйте властивості та галузі застосування карбоксиметилцелюлози.
17. Обчисліть теоретичний вихід і вміст карбоксиметоксильних груп у карбоксиметилцелюлозі, якщо ступінь заміщення дорівнює 110.
18. Розрахуйте ступінь заміщення і ступінь етерифікації цианетилуваної бавовняної целюлози, якщо в продукті міститься 3,26% азоту.
19. Поясніть, з якою метою проводиться лужна обробка целюлози?
20. Наведіть основні закономірності процесу метилування целюлози.
21. Обчисліть теоретичний вихід бензилцелюлози (по відношенню до вихідної целюлози), а також вміст бензоксильних груп, якщо ступінь заміщення становить 1,9.
22. Охарактеризуйте властивості етилцелюлози.
23. Визначте ступінь заміщення і ступінь етерифікації етилцелюлози, якщо етоксильне число складає 22,9%.
24. Напишіть рівняння реакції етерифікації целюлози азотною кислотою і розрахуйте ступінь заміщення і ступінь етерифікації нітрату целюлози, якщо вміст азоту в продукті 12,9%.
25. Обчисліть вміст сірки і тіокарбонатних груп у ксантогенаті целюлози, якщо ступінь заміщення дорівнює 0,9.
26. Як одержують лакофарбові матеріали на основі нітратів целюлози?
27. Обчисліть вміст зв'язаної масляної кислоти в бутираті целюлози, якщо ступінь заміщення дорівнює 1,6.
Визначте теоретичний вихід ацетобутирату целюлози (по відношенню до вихідної целюлози), якщо ступінь заміщення за оцтовою кислотою складає 0,8, а за масляною - 2,2.
28. Охарактеризуйте властивості і використання низько- і високозаміщеної цианетилцелюлози.
30. Наведіть методи одержання щеплених сополімерів целюлози. Вкажіть основні реакції процесів.

Тематика домашніх контрольних робіт

1. Сірчаноокислі ефіри целюлози
2. Віскозне волокно. Способи формування віскозного волокна.
3. Ацетатні волокна. Одержання, властивості та застосування.
4. Ефіри целюлози і вищих жирних кислот: пропіонати та бутирати целюлози.
5. Валерати целюлози.
6. Бензилцелюлоза.
7. Змішані прості ефіри целюлози: етилметилцелюлоза та етилоксіетилцелюлоза.
8. Змішані складні ефіри целюлози: ацетобутирати, ацетопропіонати та ацетофталати.
9. Низько- та високозаміщена цианетилцелюлоза, її властивості та застосування.

10. Змішані прості ефіри целюлози: етилметилцелюлоза, етилоксіетилцелюлоза, оксіетилетилцелюлоза та метилоксіетилцелюлоза.
11. Змішані прості ефіри целюлози: оксіпропілметилцелюлоза, оксіетилоксібутилцелюлоза та оксіетилціанетилцелюлоза
12. Мікрокристалічна целюлоза.
13. Антимікробні целюлозні волокна.
14. Катіонобмінні целюлозні волокна.
15. Аніонобмінні целюлозні волокна.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Дейкун І. М.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 18.05.2023 р.).

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 26.05.2023 р.).