



# Технології виробництва і сфери застосування наноцелюлози

## 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>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 год)</i>
Семестровий контроль	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>6 години на тиждень (4 год лекційних та 2 год практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.х.н., професор Барбаш В.А., <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html</a> Практичні / Семінарські: к.х.н., професор Барбаш В.А., <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=</a> <a href="https://eco-paper.kpi.ua/navchannia/sylabusy.html">https://eco-paper.kpi.ua/navchannia/sylabusy.html</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

В останні роки спостерігається значне зростання наукових досліджень у галузі наноматеріалів і нанотехнологій, зокрема одержання і використання наноцелюлози, яка складається з нанорозмірних частинок целюлози, що мають принаймні один лінійний розмір до 100 нм. Цей зростаючий інтерес до розробки нових біорозкладних матеріалів з рослинної сировини пояснюється здатністю наноматеріалів замінити полімери, що виготовлені з вичерпних природних ресурсів - нафти, газу, вугілля, і завдають непоправної шкоди довкіллю за рахунок тривалого періоду їх біорозкладання. Наноцелюлоза має такі унікальні властивості, як: високий модуль еластичності і велику питому площу поверхні, високу прозорість і щільність, біорозкладність і біосумісність, хімічну реакційну активність і низький коефіцієнт теплового розширення. Вона знаходить широке застосування як природний матеріал для заміни синтетичних армуючих речовин в паперовій, хімічній, фармацевтичній, цементній промисловостях, у композиційних матеріалах для органічного пакування і зеленої гнучкої електроніки. Папір і картон, гнучкі сенсори і сонячні батареї, гнучкі термоелектричні генератори і ультрафіолетові екрани, імпортозамінні матеріали для промисловості і будівництва є прикладами використанням наноцелюлози.

Використання наноматеріалів із целюлозовмісної рослинної сировини розглядається як альтернатива пластмасам і може бути життєздатним підходом до зменшення вирубки лісів, збільшення використання надлишків сільського господарства та розробки біорозкладних матеріалів, сприяє сталому розвитку суспільства, вирішенню економічних та екологічних проблем.

**Предмет навчальної дисципліни** «Технології виробництва і сфери застосування наноцелюлози» полягає у вивченні теоретичних основ екстракції з рослинної сировини наноматеріалів, зокрема наноцелюлози, та практики їх використання у різних галузях промисловості, медицині і побуті, у композиційних матеріалах органічного пакування, елементах зеленої гнучкої електроніки, мікро- і наноелектронних приладів нового покоління, які мають короткий термін біорозкладу.

**Мета кредитного модуля** «Технології виробництва і сфери застосування наноцелюлози» полягає у підготовці фахівців у галузі хімічних технологій та інженерії, здатних на основі здобутих теоретичних знань вирішувати професійні задачі у практичних ситуаціях, а також формувати у студентів компетентностей:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (К 03);
- здатності використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач (К 09);
- здатність застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах (К 18).

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

- коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі (ПР 02);
- знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості (ПР 03);
- приймати самостійні рішення на конкретному місці роботи за реальних умов виробництва в процесі виконання різних обов'язків (ПР 21).

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

Вивченню навчальної дисципліни «Технології виробництва і сфери застосування наноцелюлози» передують навчальні дисципліни, такі як: «Органічна хімія», «Хімія високомолекулярних сполук», «Будова рослинної сировини», «Фізична хімія», «Процеси та апарати хімічної технології». Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки (вибіркові освітні компоненти з кафедрального Ф-каталогу).

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Характеристика наноматеріалів із рослинної сировини**

Тема 1. Мета дисципліни та її задачі в підготовці фахівців. Класифікація наноматеріалів із рослинної сировини та їх загальна характеристика.

Тема 2. Динаміка виробництва і застосування nanoцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Характеристика унікальних властивостей nanoцелюлози.

Тема 3. Фізико-хімічні методи визначення характеристик nanoцелюлози. Скануюча електронна мікроскопія, трансмісійна електронна мікроскопія, атомна силова мікроскопія. Рентгеноструктурний аналіз. Термогравіметричний аналіз.

#### **Розділ 2. Методи одержання nanoцелюлози із рослинної сировини.**

Тема 4. Механічні методи одержання nanoцелюлози із рослинної сировини. Типи обладнання та характеристика одержаної nanoцелюлози.

Тема 5. Хімічні методи одержання nanoцелюлози із рослинної сировини. Основні реагенти і технологічні параметри одержання nanoцелюлози хімічними методами.

Тема 6. Біотехнологічні методи одержання nanoцелюлози із рослинної сировини та основні характеристики бактеріальної nanoцелюлози.

#### **Розділ 3. Основні галузі застосування наноматеріалів.**

Тема 7. Використання наноматеріалів із рослинної сировини у целюлозно-паперовій промисловості. Використання nanoцелюлози у виробництві паперу і картону.

Тема 8. Практика застосування nanoцелюлози у хімічній, фармацевтичній і цементній промисловостях, в композиційних матеріалах, медицині і будівництві.

Тема 9. Технології застосування nanoцелюлози в зеленій гнучкій електроніці. Виробництво гнучких сенсорів температури, вологості і вигину, сонячних батарей, термоелектричних генераторів, ультрафіолетових захисних екранів.

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

### **Базова література**

1. Пилипчук Л.Л., Близнюк В.М. Наноматеріали у хімії і фармації. Навчальний посібник.- 2020.- 168 с., ISBN: 978-966-289-351-9
2. Барбаш В. А. Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження. Навч. посібник. Київ: Каравела, 2016.- 288 с.
3. Барбаш В.А. Технології перероблення недеревної рослинної сировини у целюлозовмісну продукцію : монографія. — Київ : Каравела, 2022. — 360 с.

### **Додаткова література**

4. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих навчальних закладів / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, В.М. Войціцький та ін.: за ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 289 с.
5. Барбаш В.А., Яценко О.В., Гондовська А.С. Спосіб отримання nanoцелюлози із стебел недеревних рослин. Патент № 147320 опубліковано 28.04.2021, бюл. № 17/2021
6. Лапшуда В. А., Коваль В.М., Душейко М.Г., Барбаш В. А. Гнучкі сенсори вологості на основі nanoцелюлози для носимої електроніки //Вісник КПІ. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, Вип. 64(2), 2022, с. 42-50. DOI: 10.20535/1970.64(2).2022.269986
7. Найдъонов А.О., Душейко М.Г., Коваль В.М., Барбаш В. А. Одноразові носимі сенсори на основі nanoцелюлози для біомедичних застосувань//Мікросистеми, Електроніка та Акустика, 2022-12-26. DOI: 10.20535/2523-4455.me.264043

8. Лапшуда В. А., Ліневич Я.О., Душейко М.Г., Коваль В.М., Барбаш ВА. Резистивні сенсори вологи на основі плівок наноцелюлози для біорозкладної електроніки// Технологія та конструювання в електронній апаратурі, 2022, № 4–6. DOI:10.15222/ТКЕА2022.4-6.03

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/40249/1/Yaschchenko\\_dys.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/40249/1/Yaschchenko_dys.pdf)
2. <https://lpnu.ua/pfn/naukova-diialnist-kafedry>
3. <https://www.health-medix.com/articles/mistetzvo/2013-10-14/Nanotehnologii.pdf>
4. <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03207-5>
5. <https://doi.org/10.1016/j.crcon.2018.05.004>

### Навчальний контент

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

##### Лекції

*Лекційні заняття спрямовані на формування у студентів комплексу знань, необхідних для кваліфікованого управління технологічними процесами одержання наноматеріалів із рослинної сировини та практики їх використання в різних галузях промисловості, медицини та виробництві композиційних товарів широкого споживання, а також можливості, які відкриваються під час різних перетворень рослинної сировини на наматеріали для вдосконалення цих процесів та створення нових, більш ефективних, екологічно більш чистих виробництв.*

№ з/п	Назва теми лекції	Години
1	<b>Розділ 1. Характеристика наноматеріалів із рослинної сировини</b> <b>Тема 1.</b> Мета дисципліни та її задачі в підготовці фахівців. Класифікація наноматеріалів із рослинної сировини та їх загальна характеристика. Література: [1, с. 1-18; 2; 5] Завдання на СРС: Характерні властивості наноматеріалів із рослинної сировини.	2
2	<b>Тема 2.</b> Динаміка виробництва і застосування наноцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Характеристика унікальних властивостей наноцелюлози. Література: [3, с. 212-224; 2, с. 189-202]. Завдання на СРС: Нормативні документи щодо термінології наноцелюлози та компонентів на її основі	2
3	<b>Тема 3.</b> Фізико-хімічні методи визначення властивостей наноцелюлози. Скануюча електронна мікроскопія, трансмісійна електронна мікроскопія, атомна силова мікроскопія. Рентгеноструктурний аналіз. Термогравіметричний аналіз. Література: [4, с.1- 34; 3, с. 176-185]. Завдання на СРС: Приклади визначення характерних особливостей будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози скануючою електронною мікроскопією	4
4	<b>Розділ 2. Методи одержання наноцелюлози із рослинної сировини.</b> <b>Тема 4.</b> Механічні методи одержання наноцелюлози із рослинної	2

	<p>сировини. Типи обладнання та характеристика одержаної nanoцелюлози.</p> <p>Література: [1, с. 19-31; 2].</p> <p>Завдання на СРС: Приклади одержання і порівняльні характеристики nanoцелюлози, одержаної механічними методами</p>	
5	<p><b>Тема 5.</b> Хімічні методи одержання nanoцелюлози із рослинної сировини. Основні реагенти і технологічні параметри одержання nanoцелюлози хімічними методами. Основні технологічні параметри процесу гідролізу целюлози для одержання прозорого nanoцелюлозного гідрогелю.</p> <p>Література: [2, с. 195-203]</p> <p>Завдання на СРС: Переваги і недоліки застосування різних кислот в процесах гідролізу целюлози для одержання nanoцелюлози</p>	4
6	<p><b>Тема 6.</b> Основні технологічні параметри процесу одержання nanoцелюлози методом окиснення із застосуванням різних видів окисників.</p> <p>Література: [1, 32-46; 3, с. 200-211; 5]</p> <p>Завдання на СРС: Особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-оксили (ТЕМПО) для одержання nanoцелюлози</p>	6
7	<p><b>Тема 7.</b> Біотехнологічні методи одержання nanoцелюлози та основні характеристики бактеріальної nanoцелюлози.</p> <p>Література: [1, с.47-54 ]</p> <p>Завдання на СРС: Види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання nanoцелюлози та характеристика бактеріальної nanoцелюлози</p>	4
8	<p><b>Розділ 3. Основні галузі застосування наноматеріалів.</b></p> <p><b>Тема 8.</b> Використання наноматеріалів із рослинної сировини у целюлозно-паперовій промисловості. Використання nanoцелюлози у виробництві паперу і картону.</p> <p>Література: [1, с. 67-85; 2, с. 203-207]</p> <p>Завдання на СРС: Особливості використання nanoцелюлози в технологічних процесах внесення nanoцелюлози у волокнисту масу паперу або картону .</p>	6
9	<p><b>Тема 9.</b> Практика застосування nanoцелюлози у хімічній, цементній промисловостях і будівництві, у фармацевтичній промисловості і медицині, в зеленій гнучкій електроніці у виробництві гнучких сенсорів температури, вологості і вигину, виробництві сонячних батарей і термоелектричних генераторів, ультрафіолетових захистних екранів.</p> <p>Література: [1, с. 88-170; 2, с.179-215; 6; 7; 8]</p> <p>Завдання на СРС: Вплив добавок nanoцелюлози на показники цементних сумішей. Методи нанесення електропровідних шарів на nanoцелюлозні плівки. Біорозкладні гнучкі прозорі плівки на основі nanoцелюлози для захисту від ультрафіолетового та видимого спектру світла</p>	6
	<b>Всього</b>	<b>36</b>



## Практичні заняття

В рамках викладання навчальної дисципліни «Технології виробництва і сфери застосування nanoцелюлози» передбачено проведення практичних занять, які займають 18 годин аудиторного навантаження. Основними завданнями практичних занять є:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру основ технологічних процесів одержання наноматеріалів із рослинної сировини;
- ознайомитися із сучасними експериментальними фізико-хімічними методами визначення характеристик nanoцелюлози;
- навчити студентів визначати напрями використання різних представників рослинної сировини та целюлози в технологічних процесах одержання з них наноматеріалів та їх використання в різних галузях промисловості, медицини, у виробництві композиційних товарів широкого споживання;
- навчити студентів працювати з науковою та довідковою літературою, нормативно-технічними документами в галузі технологічних процесів одержання наноматеріалів із рослинної сировини;
- засвоїти практичні навички методик одержання nanoцелюлози методом гідролізу і окиснення целюлози в середовищі ТЕМПО.

Тематика практичних занять:

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Години
1	<b>Тема 1.</b> Номенклатура і класифікація наноматеріалів на основі рослинної сировини та їх загальна характеристика. Література: [1, с. 1-8; 6; 7] Завдання на СРС: Основні поняття і термінологія наноматеріалів.	2
2	<b>Тема 2.</b> Характерні властивості nanoцелюлози: модуль еластичності і питомої площі поверхні, прозорість і щільність, біорозкладність і біосумісність, коефіцієнт теплового розширення та хімічна активність. Література: [1, с. 19-26; 3] Завдання на СРС: Значення модуля Юнга і питомої поверхні різних видів nanoцелюлози із рослинної сировини	2
3	<b>Тема 3.</b> Фізико-хімічні методи визначення властивостей nanoцелюлози. Особливості підготовки зразків рослинної сировини, целюлози і nanoцелюлози до випробувань спеціальними фізико-хімічними методами аналізу. Література: [1, с. 24-36; 2, с. 3-27] Завдання на СРС: Принцип роботи приладів скануючої електронної мікроскопії для визначення будови рослинної сировини, целюлози і nanoцелюлози	2
4	<b>Тема 4.</b> Аналіз рентгенівських дифрактограм зразків целюлози із різної рослинної сировини після різних стадій її термо-хімічної обробки. Переваги і недоліки метода Сегала для розрахунку індексу кристалічності целюлозовмісних матеріалів. Література: [4, с. 220 – 221; 2] Завдання на СРС: Методи визначення значень індексів кристалічності	4

	<i>рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози</i>	
<b>5</b>	<b>Тема 5.</b> Використання методу інфрачервоної спектроскопії з Фур'є перетворенням для характеристики целюлозовмісних продуктів і наноматеріалів. <i>Література: [1, с. 193 – 206; 2] Завдання на СРС: Методика розрахунку кристалічності целюлози за даними інфрачервоної спектроскопії</i>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Тема 6.</b> Схема роботи приладів трансмісійної електронної мікроскопії для визначення розмірів частинок наноцелюлози. <i>Література: [1, с. 24-36; 2] Завдання на СРС: Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини</i>	<b>2</b>
<b>7</b>	<b>Захист модульної контрольної роботи</b>	<b>2</b>
<b>8</b>	<b>Захист ДКР</b>	<b>2</b>
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

## **6. Самостійна робота студентів**

*Самостійна робота студентів становить 55% вивчення курсу, включає підготовку до включає підготовку до практичних занять, написання домашньої і модульної контрольних робіт та підготовку до заліку.*

*Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в галузі хімічних технологій, що не ввійшли до переліку лекційних питань та практичних занять, шляхом самостійного вивчення матеріалу за навчальною літературою, особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися глибоко аналізувати питання теоретичних основ екстракції з рослинної сировини наноматеріалів, зокрема наноцелюлози, та практики їх використання у різних галузях промисловості, медицині і побуті, у композиційних матеріалах органічного пакування, елементах зеленої гнучкої електроніки, мікро- і наноелектронних приладів нового покоління.*

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</b>	<b>Години</b>
<b>Розділ 1. Характеристика наноматеріалів із рослинної сировини</b>		
<b>1</b>	<i>Номенклатура і класифікація наноматеріалів на основі рослинної сировини. Основні поняття і термінологія наноматеріалів. Нормативні документи щодо термінології наноцелюлози. Література: [1, с. 1-18]</i>	<b>20</b>
<b>2</b>	<i>Динаміка виробництва і застосування наноцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Характеристика унікальних властивостей наноцелюлози. Література: [4, с. 212-224; 10, с. 1-5;].</i>	
<b>3</b>	<i>Порівняння характеристик рослинної сировини, як джерела одержання наноматеріалів. Хімічний склад представників рослинної сировини.</i>	

4	<p><i>Морфологічна будова рослин: від мікрометрів до нанорозмірів.</i> Література: [4, с. 213-214; 10]</p> <p><i>Значення модуля Юнга і питомої поверхні різних видів наноцелюлози із рослинної сировини в залежності від умов їх отримання.</i> Література: [1, с. 18-23; 10; 11]</p>	
5	<p><i>Принцип роботи приладів скануючої електронної мікроскопії для визначення будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози</i> Література: [1, 24-36; 2; 6; 14]</p>	
6	<p><i>Методики визначення значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози за даними рентгеноструктурного аналізу, їх переваги і недоліки. Порівняння значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози, отриманих за різними методиками із різної рослинної сировини</i> Література: [10, с. 3-15; 13].</p>	
7	<p><i>Методика розрахунку кристалічності целюлози за даними інфрачервоної спектроскопії</i> Література: [2, с. 25-34].</p>	
8	<p><i>Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення характеристик наноцелюлози із різної рослинної сировини</i> Література: [2, с. 12-18].</p>	
9	<p><i>Термогравіметричний аналіз рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози. Порівняння залежностей гравіметричного та диференціально термічного аналізу наноцелюлози, одержаної різними методами екстракції із рослинної сировини.</i> Література: [4, с. 221-225; 102]</p>	
10	<p><i>Використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із рослинної сировини.</i> Література: [2, с. 35-38].</p>	
<b>Розділ 2. Методи одержання наноматеріалів із рослинної сировини</b>		
11	<p><i>Механічні, хімічні та біологічні методи екстракції наноцелюлози з рослинної сировини.</i> Література: [4, с. 213-214; 7]</p>	
12	<p><i>Приклади одержання і порівняльні характеристики наноцелюлози, одержаної механічними методами.</i> Література: [1, с. 19-31; 4, с. 213-214]</p>	
13	<p><i>Переваги і недоліки застосування різних кислот в процесах гідролізу целюлози для одержання наноцелюлози. Залежність властивостей наноцелюлозних плівок від технологічних параметрів процесу гідролізу.</i> Література: [4, с. 223-224; 10, с. 6-9]</p>	
14	<p><i>Особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметил-піперидин-оксиду (ТЕМПО) для одержання наноцелюлози.</i> Література: [1, 32-46; 15]</p>	
15	<p><i>Види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання наноцелюлози та характеристика бактеріальної наноцелюлози</i> Література: [1, с.47-54; 13, с.1-5 ]</p>	
16	<p><i>Способи модифікації поверхні наноцелюлози і властивості таких</i></p>	



	<p>продуктів</p> <p>Література: [2, с. 3-9; 7; 13]</p> <p>Приклади визначення характерних особливостей будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози методом скануючої електронної мікроскопії.</p> <p>Література: [2, с. 9-13; 4, 223-224]</p>	
17	<p>Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини</p> <p>Література: [4, с. 213-214; 14]</p>	
<b>Розділ 3. Основні галузі застосування наноцелюлози</b>		
19	<p>Використання наноматеріалів із рослинної сировини у процесі виробництва паперу і картону. Особливості використання наноцелюлози в технологічних процесах внесення наноцелюлози у волокнисту масу паперу та картону.</p> <p>Література: [1, с. 67-72; 10, с. 10-15; 8]</p>	
20	<p>Особливості використання наноцелюлози в технологічних процесах нанесення наноцелюлози на поверхню паперу та картону.</p> <p>Література: [1, с. 75-85; 10, с. 16-22; 9]</p>	
21	<p>Вплив добавок наноцелюлози на показники міцності цементних сумішей.</p> <p>Література: [1, с. 88-104; 3, с.179-215]</p>	15
22	<p>Покращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання в їх композицію наноцелюлози.</p> <p>Література: [1, с. 106-112; 6]</p>	
23	<p>Вплив добавок наноцелюлози на показники якості композиційних епоксидних сумішей.</p> <p>Література: [1, с. 114-126; 7, 17]</p>	
24	<p>Термоелектричні генератори на наноцелюлозних плівках. Біорозкладні гнучкі прозорі плівки на основі наноцелюлози для захисту від ультрафіолетового та видимого спектру світла</p> <p>Література: [1, с. 152-170; 11, 12]</p>	
25	Підготовка модульної контрольної роботи	5
26	Виконання ДКР	10
	<b>Всього годин</b>	<b>66</b>

### Політика та контроль

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

##### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. 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, але їхня сума не може перевищувати 10% від рейтингової шкали; Зокрема, заохочувальні бали зараховуються через використання дистанційних профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату.
- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студент має зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання. У разі відсутності у день захисту модульної контрольної роботи (МКР) і домашньої контрольної роботи (ДКР) студент, що надав довідку про хворобу, може їх захистити в терміни, які встановлює деканат.

#### **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. Списування під час контрольних робіт заборонені. Неприпустимі підказки та списування під час тестів, 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	СРС	МКР	ДКР	Семестрова атестація
<b>8</b>	<b>4</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>66</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>залік</b>

**Рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)** студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за відповіді під час експрес-контроль на лекціях; відповідях на практичних заняттях; виконання модульної і домашньої контрольної роботи. Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою.

## Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1) Відповіді під час експрес-контроль на лекціях:

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 0,26. Максимальна кількість балів на всіх лекціях дорівнює: 18 лекцій (відповідей) x 3 бали x 0,26 = 14 балів

Критерії оцінювання відповіді:

Бали	Повнота відповіді
3	«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
2	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
1	«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки
0	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).

### 2) Відповіді на практичних заняттях:

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 0,74. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 9 практ. (відповідей) x 3 балів x 0,74 = 20 балів

Критерії оцінювання відповіді:

Бали	Повнота відповіді
3	«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
2	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
1	«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки
0	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).

3) Виконання модульної контрольної роботи, яка складається із відповідей на 2 питання з різних розділів навчальної дисципліни і виконується у письмовому вигляді власноруч без застосування комп'ютерної техніки.

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 5,0. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює: 2 питань x 3 балів x 5,0 = 30 балів

Критерії оцінювання відповіді:

Бали	Повнота відповіді
3	«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
2	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
1	«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки
0	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).

4) Виконання домашньої контрольної роботи, яка складається із відповідей на 3 питання з розділів навчальної дисципліни і виконується у письмовому вигляді власноруч без застосування комп'ютерної техніки.

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 4,0. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює: 3 питання x 3 балів x 4 = 36 балів

Критерії оцінювання відповіді:

<i>Бали</i>	<i>Повнота відповіді</i>
<i>3</i>	<i>«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)</i>
<i>2</i>	<i>«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями</i>
<i>1</i>	<i>«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки</i>
<i>0</i>	<i>Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).</i>

### **Розрахунок шкали (R) рейтингу**

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Необхідною умовою допуску до заліку є регулярні позитивні відповіді на лекціях, практичних заняттях, написання модульної і домашньої контрольної роботи. Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:  $R = 14 + 20 + 30 + 36 = 100$  балів. Семестровим контролем є залік.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає не менше 15 балів. За результатами 13 тижнів навчання студент може набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає не менше 25 балів.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди. Завдання контрольної роботи містить запитання, які відносяться до різних розділів програми. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

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

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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. Навести номенклатуру і класифікацію наноматеріалів на основі рослинної сировини. Основні поняття і термінологія наноматеріалів. Нормативні документи щодо термінології наноцелюлози та компонентів на її основі.
2. Описати динаміку виробництва і застосування наноцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Перерахувати унікальні властивості наноцелюлози.
3. Охарактеризувати фізико-хімічні методи визначення показників наноцелюлози, зокрема атомну силову мікроскопію (АСМ) та її використання для визначення нанорозмірів частинок целюлози.
4. Описати принцип роботи приладів скануючої електронної мікроскопії для визначення будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози.
5. Навести методиками визначення значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози за даними рентгеноструктурного аналізу. Порівняти значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози, отриманих за різними методиками із різної рослинної сировини.
6. Охарактеризувати трансмісійну електронну мікроскопію (ТЕМ) та навести приклади використання ТЕМ для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини.
7. Описати принцип роботи термогравіметричного аналізу рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози. Порівняти залежності гравіметричного та диференціально термічного аналізу наноцелюлози, одержаної різними методами екстракції із різної рослинної сировини
8. Охарактеризувати механічні, хімічні та біологічні методи екстракції наноцелюлози з рослинної сировини. Навести приклади одержання і порівняльні характеристики наноцелюлози, одержаної механічними методами. Види механічних методів одержання наноцелюлози.
9. Охарактеризувати хімічні методи одержання наноцелюлози. Переваги і недоліки застосування різних кислот в процесах гідролізу целюлози для одержання наноцелюлози. Навести залежність властивостей наноцелюлозних плівок від технологічних параметрів процесу гідролізу.
10. Описати основні технологічні параметри процесу одержання наноцелюлози методом окиснення із застосуванням різних окисників. Перерахувати особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-оксиду (ТЕМПО) для одержання наноцелюлози та вплив технологічних параметрів процесу окиснення на властивості наноцелюлози.
11. Охарактеризувати біотехнологічні методи одержання наноцелюлози та основні характеристики бактеріальної наноцелюлози. Навести види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання наноцелюлози та характеристика бактеріальної наноцелюлози
12. Навести приклади використання наноматеріалів із рослинної сировини у процесі виробництва паперу і картону. Перерахувати особливості використання наноцелюлози в технологічних процесах внесення наноцелюлози у волокнисту масу паперу або картону



13. Назвати особливості використання nanoцелюлози в целюлозно-паперовій промисловості, зокрема в технологічних процесах нанесення nanoцелюлози на поверхню паперу або картону.
14. Описати технології застосування nanoцелюлози у хімічній, цементній промисловостях і будівництві та вплив добавок nanoцелюлози на показники цементних сумішей.
15. Навести приклади застосування nanoцелюлози у фармацевтичній промисловості і медицині, зокрема приклади покращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання nanoцелюлози.
16. Охарактеризуйте вплив добавок nanoцелюлози на показники якості композиційних епоксидних сумішей.
17. Описати технології застосування nanoцелюлози в зеленій гнучкій електроніці у виробництві гнучких сенсорів температури.
18. Навести приклади застосування nanoцелюлози у виробництві гнучких сенсорів вологості і вигину.
19. Охарактеризувати технології застосування nanoцелюлози у виробництві сонячних батарей і термоелектричних генераторів
20. Описати технології виробництва біорозкладних гнучких прозорих плівок на основі nanoцелюлози для захисту від ультрафіолетового та видимого спектру світла.

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

**Складено** професором, к.х.н. Барбашем Валерієм Анатолійовичем

**Ухвалено** кафедрою ЕТРП (протокол № 17 від 23.05.2024 р. )

**Погоджено** Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 28.06.2024 р. )