Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Екології та технології
рослинних полімерів

Основи теорії одержання та практики використання наноматеріалів із рослинної сировини

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	***хімічна та біоінженерія***
Спеціальність	*161 хімічні технології та інженерія*
Освітня програма	*Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*очна(денна)/дистанційна/змішана*
Рік підготовки, семестр	*4 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити (120 год)*
Семестровий контроль	*Залік*
Розклад занять	*6 години на тиждень (4 год лекційних та 2 год практичних занять)*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	*Лектор: к.х.н., професор Барбаш В.А., https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html* *Практичні / Семінарські: к.х.н., професор Барбаш В.А., https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html*
Розміщення курсу	*https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=*

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання 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 здатністтю 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, сприятиме сталому розвитку суспільства, вирішенню економічних та екологічних проблем.

Предмет навчальної дисципліни *«Основи теорії одержання та практики використання наноматеріалів із рослинної сировини» 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 *«Основи теорії одержання та практики використання наноматеріалів із рослинної сировини» 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 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 15).*

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

Вивченню навчальної дисципліни «Основи теорії одержання та практики використання наноматеріалів із рослинної сировини» передують навчальні дисципліни, такі як: «Органічна хімія», «Хімія високомолекулярних сполук», «Хімія рослинних полімерів», «Хімія делігніфікації рослинної сировини», «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози», «Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів», «Технологія паперу та картону», вона забезпечує дисципліни «Технологія надання спеціальних властивостей паперу та картону», «Ресурсозберігаючі технології виробництва картонно-паперової продукції», «Технологічні процеси поводження з відходами». Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки (вибіркові освітні компоненти з кафедрального Ф-каталогів).

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 наноцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Характеристика унікальних властивостей наноцелюлози.

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

Розділ 2. Методи одержання наноцелюлози із рослинної сировини.

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

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

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

Розділ 3. Основні галузі застосування наноматеріалів.

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

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

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

3. Барбаш В. А. Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження. Навч. посібник. Київ: Каравела, 2016.- 288 с.

4. Барбаш В.А. Технології перероблення недеревної рослинної сировини у целюлозовмісну продукцію : монографія. — Київ : Каравела, 2022. – 360 с.

Додаткова література

5. Handbook of Nanocellulose and Cellulose Nanocomposites. Editors: H. Kargarzadeh, I. Ahmad, S. Thomas, A. Dufresne. John Wiley & Sons, 2017

6. Moon R. J., Martini A., Nairn J., Simonsenf J., Youngblood J. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. Chem. Soc. Rev., 2011, 40, 3941–3994.

7. Klemm D., Kramer F., Moritz S., Gray D. Nanocelluloses: A New Family of Nature-Based Materials. Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, 5438 – 5466. doi: 10.1002/anie.201001273

8. Ao Li, Dezhong Xu, Lu Luo, Yalan Zhou, Wen Yan, Xin Leng, Dasong Dai, Yonghui Zhou,

Hassan Ahmad, Jiuping Rao, and Mizi Fan. Overview of nanocellulose as additives in paper processing and paper products. Nanotechnology Reviews 2021; 10: 264–281
9. Lavoine N., Desloges I., Dufresne A., Bras J. Microfibrillated cellulose – Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. Carbohydrate Polymers, 2012, 90 (2), p. 735-764. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.026
10. V. Barbash and O. Yashchenko. Preparation, Properties and Use of Nanocellulose from Non-Wood Plant Materials/ Chapter in the book "Novel Nanomaterials" edited by Dr. Karthikeyan Krishnamoorthy, IntechOpen, October 27th 2020, pp. 1-23, DOI:10.5772/intechopen.94272
11. Klochko N.P., Barbash V.A., Petrushenko S.I., V.R. Kopach, D.O. Zhadan; O.V. Yashchenko. Thermoelectric textile devices with thin films of nanocellulose and copper iodide. J Mater Sci: Mater Electron. 2021, 32, 23246–23265. https://doi.org/10.1007/s10854-021-06810-9
12. Klochko N.P., Barbash V.A., Klepikova K.S., Khrypunova I.V., Kopach V.R.1, Petrushenko S.I., Zhadan D.O., Yashchenko O.V. Biodegradable flexible transparent films with copper iodide and biomass-derived nanocellulose for ultraviolet and high energy visible light protection. Solar Energy, 2021, 220, p. 852-863. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.04.014
13. Yong Yang, Zhou Chen, Junxiong Zhang, Guanchun Wang, Ruiqian Zhang. Preparation and Applications of the Cellulose Nanocrystal. International Journal of Polymer Science. 2019, Article ID 1767028, 10 p. https://doi.org/10.1155/2019/1767028
14. Hindi S.S.Z. Differentiation and Synonyms Standardization of Amorphous and Crystalline Cellulosic Products. Nanoscience and Nanotechnology Research, 2017, Vol. 4, No. 3, 73-85
http://pubs.sciepub.com/nnr/4/3/1 5. V. A. Barbash, O. V. Yashchenko, A. S. Gondovska, I. M. Deykun Preparation and characterization of nanocellulose obtained by TEMPO-mediated oxidation of organosolv pulp from reed stalks. Appl Nanosci 2022, 12, 835–848. doi.org/10.1007/s13204-021-01749-z
16. Лапшуда В. А., Ліневич Я.О., Душейко М.Г., Коваль В.М., Барбаш В. А. Ємнісні сенсори вологи на основі плівок наноцелюлози для біорозкладної електроніки. Мікросистеми, Електроніка та Акустика, 2022. http://elc.kpi.ua/
17. Sigareva N.V., Barbash V.A., Yashchenko O.V., Shulga S.V. Influence of micro – and nanocrystalline cellulose on physical and mechanical parameters of epoxy composites. Biophysical Bulletin, 2020, 43, pp.57-70.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. *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/misteztvo/2013-10-14/Nanotehnologii.pdf*
4. *https://doi.org/10.1007/s10570-020-03207-5*
5. *www.rsc.org/nanoscale*
6. *https://doi.org/10.1016/j.crcon.2018.05.004*
7. *https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.115888*

Навчальний контент

8. 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	***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.* *Література: [1, с. 1-18; 6; 7]* *Завдання на СРС: Характерні властивості наноматеріалів із рослинної сировини.*	***2***
2	***Тема 2.*** *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].* *Завдання на СРС: Нормативні документи щодо терміналогії наноцелюлози та компонентів на її основі*	***2***
3	***Тема 3.*** *Фізико-хімічні методи визначення визначення властивостей наноцелюлози. Скануюча електронна мікроскопія, трансмісійна електронна мікроскопія, атомна силова мікроскопія.* *Література: [2, с.1- 23; 6, 14].* *Завдання на СРС: Приклади визначення характерних особливостей будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози скануючою електронною мікроскопією*	***2***
4	***Тема 3.*** *Фізико-хімічні методи визначення характеристик наноцелюлози. Рентгеноструктурний аналіз. Термогравіметричний аналіз.* *Література: [2, с.24- 34; 10, с. 176-185].* *Завдання на СРС: Порівняння значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози, отриманих за різними методиками із різної рослинної сировини*	***2***
5	***Розділ 2. Методи одержання наноцелюлози із рослинної сировини.*** ***Тема 4.*** *Механічні методи одержання наноцелюлози із рослинної сировини. Типи обладнання та характеристика одержаної наноцелюлози.* *Література: [1, с. 19-31; 7].* *Завдання на СРС: Приклади одержання і порівняльні характеристики наноцелюлози, одержаної механічними методами*	***2***
6	***Тема 5.*** *Хімічні методи одержання наноцелюлози із рослинної сировини. Основні реагенти і технологічні параметри одержання наноцелюлози хімічними методами. Основні технологічні параметри процесу гідролізу целюлози для одержання прозорого наноцелюлозного гідрогелю.* *Література: [10, с. 6-9]* *Завдання на СРС: Переваги і недоліки застосування різних кислот в*	***2***

	процесах гідролізу целюлози для одержання наноцелюлози	
7	***Тема 6.*** *Хімічні методи одержання наноцелюлози. Основні технологічні параметри процесу одержання наноцелюлози методом окиснення із застосуванням різних видів окисників.* *Література: [1, 32-46; 15]* *Завдання на СРС: Особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-оксилу (ТЕМПО) для одержання наноцелюлози*	***2***
8	***Тема 7.*** *Біотехнологічні методи одержання наноцелюлози та основні характеристики бактеріальної наноцелюлози.* *Література: [1, с.47-54, 13, с.1-5]* *Завдання на СРС: Види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання наноцелюлози та характристика бактеріальної наноцелюлози*	***4***
9	***Розділ 3. Основні галузі застосування наноматеріалів.*** ***Тема 8.*** *Використання наноматеріалів із рослинної сировини у целюлозно-паперовій промисловості. Використання наноцелюлози у виробництві паперу і картону.* *Література: [1, с. 67-72; 10, с. 10-15; 8]* *Завдання на СРС: Особливості використання наноцеллюлози в технологічних процесах внесення наноцелюлози у волокнисту масу паперу або картону .*	***4***
10	***Тема 8.*** *Використання наноматеріалів із рослинної сировини у целюлозно-паперовій промисловості, зокрема у процесі виробництва органічного пакування з картону.* *Література: [1, с. 75-85; 10, с. 16-22; 9]* *Завдання на СРС: Особливості використання наноцеллюлози в технологічних процесах нанесення наноцелюлози на поверхню паперу або картону* ***.***	***2***
11	***Тема 9.*** *Практика застосуваня наноцелюлози у хімічній, цементній промисловостях і будівництві.* *Література: [1, с. 88-104; 3, с.179-215]* *Завдання на СРС: Вплив добавок наноцелюлози на показники цементних сумішей*	***4***
12	***Тема 9****. Практика застосуваня наноцелюлози у фармацевтичній промисловості і медицині.* *Література: [1, с. 106-112; 6]* *Завдання на СРС: Покращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання наноцелюлози*	***2***
13	***Тема 9****. Практика застосуваня наноцелюлози у матеріалах* *Література: [1, с. 114-126; 7]* *Завдання на СРС: Вплив додавок наноцелюлози до композиційних епоксидних сумішей.*	***2***

14	***Тема 9.*** *Технології застосування наноцелюлози в зеленій гнучкій електроніці у виробництві гнучких сенсорів температури, вологості і вигину.* *Література: [1, с. 127-152; 16]* *Завдання на СРС: Методи нанесення електропровідних шарів на наноцелюлозні плівки*	***2***
15	***Тема 9.*** *Технології застосування наноцелюлози у виробництві сонячних батарей і термоелектричних генераторів, ультрафіолетових захистних екранів.* *Література: [1, с. 152-170; 11, 12]* *Завдання на СРС: Біорозкладні гнучкі прозорі плівки на основі наноцелюлози для захисту від ульрафіолетового та видимого спектру світла*	***2***
	Всього	***36***

Практичні заняття

В рамках викладання навчальної дисципліни «Основи теорії одержання та практики використання наноматеріалів із рослинної сировини» 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 наноцелюлози;

- 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 навики методик одержання наноцелюлози 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	***Тема 1.*** *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 терміналогія наноматеріалів.*	***2***
2	***Тема 2.*** *Характерні властивості наноцелюлози: модуль еластичност і питома площа 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 наноцелюлози із рослинної сировини*	***2***
3	***Тема 3****. Фізико-хімічні методи визначення властивостей наноцелюлози Особливості підготовки зразків рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози 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 наноцелюлози*	***2***
4	***Тема 4****. Фізико-хімічні методи визначення властивостей наноцелюлози. 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 рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози*	***2***
5	***Тема 6****. Використання методу інфрачервоної спектроскопії з Фур'є перетворенням для характеристики целюлозовмісних продуктів і наноматеріалів.* *Література: [1, с. 193 – 206; 2]* *Завдання на СРС: Методика розрахунку кристалічності целюлози за даними інфрачервоної спектроскопії*	***2***
6	***Тема 5****. Фізико-хімічні методи визначення характеристик наноцелюлози. Схема роботи приладів трансмісійної електронної мікроскопії для визначення розмірів частинок наноцелюлози.* *Література: [1, с. 24-36; 2]* *Завдання на СРС: Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини*	***2***
7	***Написання модульної контрольної роботи***	***2***
8	***Захист ДКР***	***2***
9	***Залік***	***2***
	Всього	***18***

9. 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.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	Розділ 1. Характеристика наноматеріалів із рослинної сировини	
1	*Номенклатура і класифікація наноматеріалів на основі рослинної сировини. Основні поняття і терміналогія наноматеріалів. Нормативні документи щодо терміналогії наноцелюлози.* *Література: [1, с. 1-18]*	*20*
2	*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;].*	
3	*Порівняння характеристик рослинної сировини, як джерела одержання наноматеріалів. Хімічний склад представників рослинної сировини. Морфологічна будова рослин: від мікрометрів до нанорозмірів.* *Література: [4, с. 213-214; 10]*	
4	*Значення модуля Юнга і питомої поверхні різних видів наноцелюлози із рослинної сировини в залежності від умов їх отримання.* *Література: [1, с. 18-23; 10; 11]*	
5	*Принцип роботи приладів скануючої електронної мікроскопії для визначення будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози* *Література: [1, 24-36; 2; 6; 14]*	
6	*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* *Література: [10, с. 3-15; 13].* *Методика розрахунку кристалічності целюлози за даними*	

7	*інфрачервоної спектроскопії* *Література: [2, с. 25-34].*	
8	*Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення характеристик наноцелюлози із різної рослинної сировини* *Література: [2, с. 12-18].*	
9	*Термогравіметричний аналіз рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози. Порівняння залежностейі гравіметричного та диференціально термічного аналізу наноцелюлози, одержаної різними методами екстракції із рослинної сировини.* *Література: [4, с. 221-22$ 102]*	
10	*Використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із рослинної сировини.* *Література: [2, с. 35-38].*	
	Розділ 2. Методи одержання наноматеріалів із рослинної сировини	
11	*Механічні, хімічні та біологічні методи екстракції наноцелюлози з рослинної сировини.* *Література: [4, с. 213-214; 7]*	*16*
12	*Приклади одержання і порівняльні характеристики наноцелюлози, одержаної механічними методами.* *Література: [1, с. 19-31; 4, с. 213-214]*	
13	*Переваги і недоліки застосування різних кислот в процесах гідролізу целюлози для одержання наноцелюлози. Залежність властивостей наноцелюлозних плівок від технологічних параметрів процесу гідролізу.* *Література: [4, с. 223-224; 10, с. 6-9]*	
14	*Особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметил-піперидин-оксилу (ТЕМПО) для одержання наноцелюлози.* *Література: [1, 32-46; 15]*	
15	*Види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання наноцелюлози та характристика бактеріальної наноцелюлози* *Література: [1, с.47-54; 13, с.1-5]*	
16	*Способи модифікації поверхні наноцелюлози і властивості таких продуктів* *Література: [2, с. 3-9; 7; 13]*	
17	*Приклади визначення характерних особливостей будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози методом скануючої електронної мікроскопії.* *Література: [2, с. 9-13; 4, 223-224]*	
18	*Приклади використання атомної силової мікроскопії для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини* *Література: [4, с. 213-214; 14]*	
	Розділ 3. Основні галузі застосування наноцелюлози	
19	*Використання наноматеріалів із рослинної сировини у процесі виробництва паперу і картону. Особливості використання*	*8*

20 21 22 23 24	*наноцеллюлози в технологічних процесах внесення наноцелюлози у волокнисту масу паперу та картону.* *Література: [1, с. 67-72; 10, с. 10-15; 8]* *Особливості використання наноцеллюлози в технологічних процесах нанесення наноцелюлози на поверхню паперу та картону.* *Література: [1, с. 75-85; 10, с. 16-22; 9]* *Вплив добавок наноцелюлози на показники міцності цементних сумішей.* *Література: [1, с. 88-104; 3, с.179-215]* *Покращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання в їх композицію наноцелюлози.* *Література: [1, с. 106-112; 6]* *Вплив добавок наноцелюлози напоказники якості композиційних епоксидних сумішей.* *Література: [1, с. 114-126; 7, 17]* *Термоелектричні генератори на наноцелюлозних плівках. Біорозкладні гнучкі прозорі плівки на основі наноцелюлози для захисту від ульрафіолетового та видимого спектру світла* *Література: [1, с. 152-170; 11, 12]*	
25	*Підготовка до модульної контрольної роботи за розділами 1-3*	*4*
26	*Виконання ДКР*	*8*
27	*Підготовка до заліку*	*6*
	Всього годин	***66***

Політика та контроль

10. 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 написання модульної контрольної роботи (МКР) студент, що надав довідку про хворобу, може поза межами аудиторних годин написати МКР. Повторне написання МКР не допускається.

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 аспіранта; 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.

11. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

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
8	**4**	**120**	**36**	**18**	**66**	**1**	**1**	**залік**

Рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО) студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за відповіді під час експрес-контроль на лекціях; відповідях на практичних заняттях; виконання домашньої і модульної контрольних робіт.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1) *Відповіді під час експрес-контроль на лекціях:*
Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 0,15. Максимальна кількість балів на всіх лекціях дорівнює: 18 лекцій (відповідей) х 3 бали х 0,15 = 8 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 – 0,6. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 9 практ. (відповідей) х 3 балів х 0,6 = 16 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 6 питань з різних розділів навчальної дисципліни і виконується у письмовому вигляді власноруч без застосування комп'ютерної техніки.

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 1,0. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює: 6 питань х 3 балів х 1,0 = 18 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 6 питань по 2 питання з кожного розділу навчальної дисципліни і виконується у письмовому вигляді власноруч без застосування комп'ютерної техніки.

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 1,0. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює: 6 питань х 3 балів х 1,0 = 18 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).*

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Рейтингова шкала дисципліни (R) складає 100 балів та формується як сума всіх рейтингових балів стартової шкали (Rс), отриманих студентом за результатами заходів поточного контролю, та залікової шкали (Rз) рейтингу. Розмір стартової шкали (Rс) рейтингу Rс становить 60 балів: Rс = 8 + 16 + 18 + 18 = 60 балів, а розмір Rз = 40 балів. Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає: $R = R_C + Rз = 60 + 40 = 100$ балів.

Семестровим контролем є залік. Критерії залікового оцінювання. Відповідь на чотири питання, кожне із яких має ваговий бал 10. Максимальна кількість балів 10 х 4 = 40 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 20 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає не менше 10 балів. За результатами 13 тижнів навчання студент має набрати 40 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг складає не менше 20 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є регулярні позитивні відповіді на лекціях, практичних заняттях, написання модульної і домашньої контрольних робіт, а також стартовий

рейтинг (R_c) не менше 40% від R_c, тобто 24 балів. Студент, який набрав протягом семестру рейтинг менше 0,6 R_c, виконує залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ним отримані протягом семестру скасовуються. 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:*

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*

12. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. *Номенклатура і класифікація наноматеріалів на основі рослинної сировини. Основні поняття і терміналогія наноматеріалів. Нормативні документи щодо терміналогії наноцелюлози та компонентів на її основі.*
2. *Динаміка виробництва і застосування наноцелюлози у різних галузях промисловості. Вимоги до сировини для одержання наноматеріалів. Унікальні властивості наноцелюлози.*
3. *Загальна характеристика фізико-хімічних методів визначення показників наноцелюлози., трансмісійна електронна мікроскопія, атомна силова мікроскопія Рентгеноструктурний аналіз. Термогравіметричний аналіз.*
4. *Скануюча електронна мікроскопія. Принцип роботи приладів скануючої електронної мікроскопії для визначення будови рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози .*
5. *Методики визначення значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози за даними рентгеноструктурного аналізу. Порівняння значень індексів кристалічності рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози, отриманих за різними методиками із різної рослинної сировини.*
6. *Трансмісійна електронна мікроскопія (ТЕМ) та атомна силова мікроскопія (АСМ). Приклади використання ТЕМ і АСМ для визначення нанорозмірів частинок целюлози із різної рослинної сировини.*
7. *Термогравіметричний аналіз рослинної сировини, целюлози і наноцелюлози. Порівняння залежностейі гравіметричного та диференціально термічного аналізу наноцелюлоз, одержаної різними методами екстракції із різної рослинної сировини*
8. *Механічні, хімічні та біологічні методи екстракції наноцелюлози з рослинної сировини. Приклади одержання і порівняльні характеристики наноцелюлози, одержаної механічними методами. Види механічних методів одержання наноцелюлози.*

9. *Хімічні методи одержання наноцелюлози. Переваги і недоліки застосування різних кислот в процесах гідролізу целюлози для одержання наноцелюлози. Залежність властивостей наноцелюлозних плівок від технологічних параметрів процесу гідролізу*
10. *Основні технологічні параметри процесу одержання наноцелюлози методом окиснення із застосуванням різних окисників. Особливості застосування реагенту 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-оксилу (ТЕМПО) для одержання наноцелюлози. Вплив технологічних параметрів процесу окиснення на властивості наноцелюллози.*
11. *Біотехнологічні методи одержання наноцелюлози та основні характеристики бактеріалльної наноцелюлози. Види бактерій, що використовуються у ферментивному процесі одержання наноцелюлози та характристика бактеріальної наноцелюлози*
12. *Використання наноматеріалів із рослинної сировини у процесі виробництва паперу і картону. Особливості використання наноцеллюлози в технологічних процесах внесення наноцелюлози у волокнисту масу паперу або картону*
13. *Основні галузі застосування наноматеріалів у целюлозно-паперовій промисловості. Особливості використання наноцеллюлози в технологічних процесах нанесення наноцелюлози на поверхню паперу або картону*
14. *Технології застосуваня наноцелюлози у хімічній, цементній промисловостях і будівництві. Вплив добавок наноцелюлози на показники цементних сумішей.*
15. *Практика застосуваня наноцелюлози у фармацевтичній промисловості і медицині. Покращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання наноцелюлозиПокращення показників лікарських препаратів за рахунок додавання наноцелюлози*
16. *Вплив додавок наноцелюлози на показники якості композиційних епоксидних сумішей.*
17. *Технології застосування наноцелюлози в зеленій гнучкій електроніці у виробництві гнучких сенсорів температури.*
18. *Технології застосування наноцелюлози виробництві гнучких сенсорів вологості і вигину.*
19. *Технології застосування наноцелюлози у виробництві сонячних батарей і термоелектричних генераторів*
20. *Технології виробництва біорозкладних гнучких прозорих плівок на основі наноцелюлози для захисту від ульрафіолетового та видимого спектру світла.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ___ЕТРП___ (протокол № _14_ від _08.06.2022 р. _)

Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол № _10_ від _24.06.2022 р.)