



**Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів**  
**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
<b>Статус навчальної дисципліни</b>	<i>Вибірковий</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>заочна</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>4 курс, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити (120 годин)</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік/МКР</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>10 годин (4 години лекційних, 6 годин практичних занять)</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/mom68">https://intellect.kpi.ua/profile/mom68</a> <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/movchanyuk-olga-mikhajlivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/movchanyuk-olga-mikhajlivna.html</a> Практичні: <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/mom68">https://intellect.kpi.ua/profile/mom68</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5818">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5818</a>

**Програма навчальної дисципліни**

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

*Процес розмелювання волокнистих напівфабрикатів у паперовому та картонному виробництві є надзвичайно важливим. Саме він переважно визначає основні властивості готової продукції. Разом з тим, розмелювання є надзвичайно енергоємним процесом, на нього використовується до 70% від всієї енергії, що необхідна на виробництво паперу. Ось чому принципово важливим є проведення процесу розмелювання за оптимальними режимами, що забезпечували б необхідну якість за мінімальних енерговитрат.*

***Предмет навчальної дисципліни «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів»** – технологічний процес масного розмелювання первинних волокнистих напівфабрикатів; реалізація підходів, що забезпечать високоякісну підготовку волокна для виробництва паперу та картону.*

*Для успішного вирішення завдань компонування технологічних потоків розмелювання волокнистих напівфабрикатів фахівці мають вільно володіти інформацією, забезпечувати ефективне проведення процесу для отримання продукції високої якості.*

## **Мета навчальної дисципліни «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів»**

Метою вивчення даного навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних технологій розмелювання волокнистих напівфабрикатів, комплексу умінь та навиків, необхідних для ефективного проведення технологічних процесів у даному напрямку, для кваліфікованого управління технологічним процесом виробництва. Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування компетентностей:

- здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;
- здатність визначати напрями використання волокнистих напівфабрикатів, проектувати та реалізувати технології їх переробки.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;
- знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.

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

Вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом попередніх курсів бакалавріату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Навчальна дисципліна «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів» є основою, що має забезпечити розв'язання комплексних проблем в області масного розмелювання волокнистих напівфабрикатів та спрямований на переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Загальні відомості про виробництво паперу та картону**

Тема 1.1. Загальні відомості про виробництво паперу та картону. Місце процесу розмелювання у загальній технологічній схемі виробництва паперу та картону.

### **Розділ 2. Основи сучасної теорії розмелювання волокнистих напівфабрикатів**

Тема 2.1. Підготовка волокнистих напівфабрикатів до розмелювання

Тема 2.2. Тонка будова рослинних волокон. Роль води у процесі набухання та розмелювання.

Тема 2.3. Механізм ножового розмелювання. Теорія волокнистого шару.

Тема 2.4. Чинники, що впливають на ефективність та економічність розмелювання.

### **Розділ 3. Обладнання для розмелювання волокнистих напівфабрикатів**

Тема 3.1. Обладнання періодичної дії

Тема 3.2. Обладнання для безперервного розмелювання

#### **Розділ 4. Технологічні схеми розмелювання волокнистих напівфабрикатів**

Тема 4.1. Розробка технологічних схем розмелювання волокнистих напівфабрикатів для виробництва різних видів паперу та картону

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

##### **Базова література**

1. Технологія приготування паперової маси [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньої програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології» / О.М. Мовчанюк, А.А. Остапенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 3,1 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 134 с.
2. Лабораторний практикум з дисципліни «Технологія паперу та картону» [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини»/КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Укл. Мовчанюк О.М., Плосконос В.Г. Електронні текстові дані (1 файл: 2,27 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 90с.

##### **Додаткова література**

3. Мовчанюк О.М. Основні принципи формування пористої структури целюлозних фільтрувальних матеріалів / О.М. Мовчанюк, О.О. Белінська // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". – 2015. – 1(13). – С. 48 – 52.

##### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

3. Асоціація українських підприємств целюлозно-паперової галузі "УкрПапір" - <http://www.ukrpaper.org/>
4. Приватне акціонерне товариство "Малинська паперова фабрика-Вайдманн" - <http://www.weidmann-mpm.com/>
5. ПрАТ Київський картонно – паперовий комбінат - <https://www.papir.kiev.ua/>
6. American Forest & Paper Association (AF&PA) - <https://www.afandpa.org/our-products/paper>
7. Верхньодніпровський машинобудівний завод - <http://www.vnz.com.ua/index.php/bumagodelatelnoe-oborudovanie-left>
8. ANDRITZ PULP & PAPER - <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en>
9. Magazine "Pulp and paper Canada" - <http://magazine.pulpandpapercanada.com/publication/?m=38315&i=676389&p=3&pp=1&ver=html5>.

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

### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з навчальної дисципліни «Основи теорії та практики розмелювання волокнистих напівфабрикатів», 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;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних процесів приготування паперової маси, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітко і адекватно їх формулюваннях);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<u>Сучасні уявлення про процес розмелювання</u> Масне розмелювання. Призначення процесу. Сучасна теорія процесу розмелювання. Тонка будова рослинних волокон. Зміни будови волокон в процесі розмелювання. Роль води у процесі набухання та розмелювання. Зовнішнє та внутрішнє фібрилювання волокон. Паперотворні властивості волокон. Література: [1].	2
2	<u>Технологічні схеми розмелювання волокнистих напівфабрикатів</u> Основні принципи побудови технологічних схем розмелювання волокнистих напівфабрикатів. Способи розмелювання. Література: [1].	2
	<b>Всього</b>	4

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів з даного навчальної дисципліни практичні заняття займають 40 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра з хімічних технологій та інженерії в галузі. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного

зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних технологій розмелювання волокнистих напівфабрикатів з первинних волокон;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Вибір рисунка гарнітури для виробництва заданого виду паперу (картону) Література: [1], [2], [4].	0,3
2	Розрахунок секундної ріжучої гарнітури дискових млинів за заданими конструктивними параметрами Література: [1], [2], [4].	0,5
3	Розрахунок корисної потужності розмелювання Література: [1], [2], [4].	0,3
4	Вибір млина для розмелювання за заданою продуктивністю потоку. Розрахунок продуктивності млина. Література: [1], [2], [4].	0,3
5	Розрахунок кількості млинів у технологічному потоці розмелювання Література: [1], [2], [4].	0,3
6	Вибір способу та кількості потоків розмелювання волокнистих напівфабрикатів для виробництва заданого виду паперу (картону) Література: [1], [2], [4].	0,3
	Модульні контрольні роботи	2
	Залік	2
	<b>Всього</b>	<b>6</b>

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 92 % часу вивчення курсу, включає підготовку до контрольних робіт та підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань, що не ввійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Загальні відомості про виробництво паперу та картону</b>		
1	<u>Загальні відомості про виробництво паперу та картону</u> Сучасний стан та перспективи розвитку паперової промисловості.	10



	<p>Основні поняття та визначення. Класифікація паперу та картону згідно діючого Державного класифікатора продукції та послуг. Місце процесу розмелювання у загальній технологічній схемі виробництва паперу та картону.</p> <p>Скорочені історичні відомості про виробництво паперу на Україні та закордоном. Характеристика волокнистих напівфабрикатів для їх виробництва. Література: [1].</p>	
<b>Розділ 2. Основи сучасної теорії розмелювання волокнистих напівфабрикатів</b>		
2	<p><u>Розпуск волокнистих напівфабрикатів</u></p> <p>Розпуск волокнистих напівфабрикатів. Призначення процесу. Обладнання для розпуску різних волокнистих напівфабрикатів. Гідророзбивачі Класифікація гідророзбивачів. Конструкція вертикального і горизонтального гідророзбивача.</p> <p>Література: [1], [3].</p>	10
3	<p><u>Сучасні уявлення про процес розмелювання</u></p> <p>Міжволоконні зв'язки у папері та чинники, що впливають на ці зв'язки.</p> <p>Література: [1].</p>	4
4	<p><u>Основні чинники процесу розмелювання</u></p> <p>Тривалість, питоме навантаження на кромки ножів, концентрація маси, температура, рН середовища, окружна швидкість ротора, природа волокна, тощо.</p> <p>Література: [1].</p>	12
5	<p><u>Вплив розмелювання на основні властивості паперу.</u> Напрямок процесу.</p> <p>Контроль процесу розмелювання.</p> <p>Література: [1].</p>	12
<b>Розділ 3. Обладнання для розмелювання волокнистих напівфабрикатів</b>		
6	<p><u>Обладнання для розмелювання періодичної дії</u></p> <p>Будова та робота ролу. Література: [1].</p>	10
7	<p><u>Обладнання для безперервного розмелювання</u></p> <p>Типи конічних млинів. Дискові млини, їх будова та робота, переваги перед іншими розмелювальними апаратами. Основні технічні характеристики ножових розмелювальних апаратів. Схеми роботи дискових млинів.</p> <p>Інші типи розмелювальних апаратів.</p> <p>Література: [1], [2], [3].</p>	12
8	<p><u>Допоміжне обладнання розмелювально-підготовчого відділу.</u></p> <p>Масні басейни, згущувачі. Апаратура для автоматизації процесу. Регулятори концентрації, композиції, рівня, витратоміри тощо.</p> <p>Література: [1].</p>	10
9	<p><u>Гарнітура дискових млинів.</u></p> <p>Основні характеристики. Секундна ріжуча довжина. Вплив гарнітури на якість розмеленої маси та витрати електроенергії на розмелювання. Матеріали для виготовлення гарнітури.</p> <p>Найбільш розповсюджені рисунки гарнітури дискових млинів.</p> <p>Література: [1].</p>	14
<b>Розділ 4. Технологічні схеми розмелювання волокнистих напівфабрикатів</b>		
10	<p><u>Технологічні схеми розмелювання волокнистих напівфабрикатів</u></p> <p>Варіанти з'єднання млинів в технологічному потоці.</p> <p>Література: [1].</p>	6

11	<b>Модульні контрольні роботи</b>	<b>4</b>
12	<b>Підготовка до заліку</b>	<b>6</b>
	<b>Всього годин</b>	<b>110</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 або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
  - <https://www.coursera.org/learn/water-treatment>;
  - <https://cropaia.com/water-treatment-pro/>;
  - <https://www.shortcoursesportal.com/studies/56436/introduction-to-drinking-water-treatment.html>).

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

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких формажорних обставин, студенти мають своєчасно зв'язатися з викладачем по доступних (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 тестів, проведення занять; здачі 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 толерантними, 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
7	4	120	4	6	–	110	1	–	залік

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

Рейтинг магістранта з навчальної дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист практичних завдань (6 робіт);
- написання двох контрольних робіт (1 МКР поділяється на дві одногодні контрольні роботи МКР-1 і МКР-2).

Семестровим контролем є залік.

### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на практичних заняттях складає 10 балів за практичні завдання 1, 3-6.

Виконання завдання 2 оцінюється у 18 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали	
Завдання виконане в повній мірі	10	18
Незначні недоліки	9	16
Помилки під час виконання завдання або захисту	7,5	13,5
Несвоєчасне виконання завдання та/або грубі помилки	6	11
Невиконання завдання	0	0

Написання модульних контрольних робіт.

Модульні контрольні роботи оцінюються у 32 балів

Ваговий бал за кожну модульну контрольну роботу - 16 балів.

Критерії оцінювання виконання контрольної роботи

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Завдання виконане в повній мірі	16
Незначні недоліки	14
Помилки під час виконання	12
Несвоєчасне виконання завдання та/або грубі помилки	10
Невиконання роботи	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з навчальної дисципліни складає:

$$R = 1 \cdot 18 + 5 \cdot 10 + 2 \cdot 16 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума рейтингових балів складає 100. Для отримання заліку з навчальної дисципліни «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, виконати і захистити всі практичні завдання.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання і захист всіх практичних завдань та рейтинг, що складає не менше 40 % від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують письмову залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються.



Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів навчальної дисципліни. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох питань. Приблизний перелік залікових запитань наведено у Розділі 9. У цьому разі сума балів за залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Бали отримані студентом на контрольній роботі є остаточними.

Залікова контрольна робота оцінюється в 100 балів.

Кожне з трьох питань контрольної роботи оцінюється у 33,33 бали відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 33-30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 29-25 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24-20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок.

<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. Проаналізувати сучасний стан та перспективи розвитку паперової промисловості.
2. Дати характеристику масного розмелювання. Призначення процесу. Сучасна теорія процесу розмелювання. Тонка будова рослинних волокон.
3. Охарактеризувати роль води у процесі набухання та розмелювання. Зовнішнє та внутрішнє фібрилювання волокон. Міжволоконні зв'язки у папері та чинники, що впливають на ці зв'язки.
4. Проаналізувати вплив розмелювання на основні властивості паперу. Напрямок процесу. Контроль процесу розмелювання.
5. Навести обладнання для розмелювання. Будова та робота ролу. Розмелювальні апарати безперервної дії. Типи конічних млинів.
6. Навести схему роботи однодискового млина описати принцип його роботи
7. Проаналізувати переваги дискових млинів перед іншими розмелювальними апаратами.
8. Навести основні технічні характеристики ножових розмелювальних апаратів. Інші типи розмелювальних апаратів.
9. Допоміжне обладнання розмелювально-підготовчого відділу. Масні басейни, згущувачі. Апаратура для автоматизації процесу. Регулятори концентрації, композиції, рівня, витратоміри тощо.
10. Проаналізувати основні чинники процесу розмелювання.

11. Гарнітура дискових млинів. Основні характеристики. Секундна ріжуча довжина.
12. Охарактеризувати вплив гарнітури на якість розмеленої маси та витрати електроенергії на розмелювання.
13. Технологічні схеми розмелювання волокнистих напівфабрикатів. Основні принципи побудови технологічних схем розмелювання волокнистих напівфабрикатів. Способи розмелювання.

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

**Складено** доц., к.т.н., Мовчанюк О.М.

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

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