



# ТЕХНОЛОГІЯ І ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Заочна /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити 120 год
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Модульна контрольна робота, Залікова контрольна робота / Залік
Розклад занять	4 годин лекційних та 10 годин лабораторних занять
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна, chromi5@ukr.net Лабораторні: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна, chromi5@ukr.net
Розміщення курсу	<a href="http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student">http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна сприяє підготовці бакалаврів за освітньо-професійною програмою «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології», належить до циклу професійної підготовки, та дозволяє опанувати процеси отримання волокнистих напівфабрикатів із деревини сульфитними способами, характеристики волокнистих напівфабрикатів та їх застосування, регенерації відпрацьованих щолоків, характеристики основного обладнання для варіння, промивання, сортування та очищення волокнистих напівфабрикатів, створення екологічно безпечних технологій виробництва напівфабрикатів.

**Метою** вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області технологій та обладнання отримання волокнистих напівфабрикатів різними способами, використання сучасного обладнання для отримання, промивання сортування та сушіння целюлози, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення досліджень у даному напрямку, для створення сучасного та безвідходного виробництва.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає у студентів компетентностей:

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

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни дисципліни «Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів» студенти після її засвоєння 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
- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження,

використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;

- обґрунтувати вибір технологічних схем виробництва на підставі раціонального використання сировини, енергії, одержання якісної продукції, досягнення високої продуктивності з одночасним рішенням екологічних питань, розраховувати матеріальні і теплові баланси процесів, на їх основі знаходити витрати сировини та енергоресурсів.

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

Вивченню дисципліни передують навчальні дисципліни: «Хімія рослинних полімерів», «Хімізм делігніфікації рослинної сировини», «Будова рослинної сировини», «Допоміжні хімічні речовини».

Вивчення дисципліни сприяє засвоєнню навчальних дисциплін: «Технологія виробництва сульфатної целюлози», «Технологія виробництва етерів та естерів», «Технологія таропакувального картону», «Технологія переробки макулатури», «Технологія сухого способу виробництва паперу», «Особливості виробництва спеціальних видів паперу».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Характеристика розчинів для сульфітного варіння целюлози**

**Тема 1.1.** Класифікація волокнистих напівфабрикатів

**Тема 1.2.** Приготування сульфітних варильних розчинів

### **Розділ 2. Варіння целюлози**

**Тема 2.1.** Хімізм процесу та основні фактори сульфітного варіння

**Тема 2.2.** Промивання целюлози

**Тема 2.3.** Використання відпрацьованих сульфітних розчинів.

**Тема 2.4.** Сортування та очищення целюлози.

**Тема 2.5.** Одержання товарної целюлози.

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

### **Базові матеріали:**

1. Черьопкіна Р. І., Дейкун І. М., Трембус І. В. Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів. Лабораторний практикум. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітня програма «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 68 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47665>
2. Черьопкіна, Р.І. Фізико-хімічні основи техніки та способів отримання целюлози. Збірник задач до самостійної роботи. [Електронне мережне навчальне видання] : навчальний посібник/ Р.І. Черьопкіна, І.М. Дейкун , І.В.Трембус – Електронні текстові дані (1 файл: 1237 КБ).– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 51 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/71545>
3. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфітної та органосольвентної целюлози. – К.: ЭКМО, 2009. – 279 с.
4. Черьопкіна Р.І., Дейкун І.М., Трембус І.В. Нові технології і матеріали у виробництві целюлози. Лабораторний практикум. Навчальний посібник.[Електронне мережне навчальне видання]. Навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія за екологія та ресурсоефективні чисті технології». КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Черьопкіна Р.І., Дейкун І.М., Трембус І.В., – Електронні текстові дані – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 77 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73037>
5. Технологія недеревних волокнистих напівфабрикатів: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології» / Р.І. Черьопкіна, І.В. Трембус, І.М. Дейкун В.А., Барбаш В.А.; – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 229 с.

### **Допоміжні матеріали:**

1. Хімічне перероблення недеревної сировини. Вибрані розділи. Лабораторний практикум. Ч. 1.: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Р.І. Черьопкіна, І.В. Трембус, В.А. Барбаш. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 61 с.
2. Р.І. Черьопкіна, І.В. Трембус, В.А. Барбаш, І.М. Дейкун. Хімічне перероблення недеревної сировини. Вибрані розділи. Лабораторний практикум. Ч.2.: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 61 с.
3. В.А. Барбаш, І.М. Дейкун Хімія рослинних полімерів. Навчальний посібник. 2-ге видання перероб. і доповн. – Київ.: Каравела, 2018. – 440 с.
4. Метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» спеціальність 6.05130110 «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Уклад.:І. В. Трембус, Р.І. Черьопкіна – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 24 с.3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань з дисципліни «Технологія целюлози» /Примаков С. П., Антоненко Л. П., Барбаш В. А., Дейкун І. М., Черьопкіна Р. І. – К.: КПІ, 2003. – 72 с.

5. Черьопкіна Р.І. Розробка способів отримання целюлози підвищеного виходу з деревини тополі : дис. канд. техн. наук : 05.17.22 - Технологія та обладнання хімічної переробки деревини : захищена 12.02.2007 : затв. 10.05.2007 р. / Черьопкіна Романія Іванівна ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – К., 2007. – 169 с.
6. Тлумачний словник термінів целюлозно-паперового виробництва. / Відкрите акціонерне товариство «Український науково-дослідний інститут паперу»: уклад.: В.А. Сологуб. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2005. – 299 с.
7. О.Р. Мокроусова. Органо-мінеральний склад на основі бентоніту та лігносульфонатів для додублювання-наповнювання шкіряного напівфабрикату. Режим доступу: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16707/1/V44\\_P067-073.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16707/1/V44_P067-073.pdf)

#### Інформаційні ресурси:

За адресою <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>, а також у електронному кампусі розміщено необхідні інформаційні ресурси: навчальні посібники до виконання лабораторних робіт, до самостійної роботи студентів.

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття:

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання новітніх, цілісних знань з дисципліни «Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- для читання лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів отримання волокнистих напівфабрикатів;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- 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	<b>Класифікація волокнистих напівфабрикатів</b> Класифікація волокнистих напівфабрикатів за виходом та ступенем делігніфікації. Способи одержання целюлози. Властивості сульфітної целюлози. Перспективи розвитку виробництва сульфітної целюлози. <i>Література: [2] с. 5-19.</i> Завдання на СРС. Вимоги до целюлози та показники якості. Види та області застосування целюлози. Загальна схема виробничого процесу. Особливості підготовки деревини.	0,5
2	<b>Отримання сирової сульфітної кислоти.</b> Приготування сирової сульфітної кислоти та її склад. Фізико-хімічні властивості сірчистого ангідриду, сірчистої кислоти та її солей. Отримання SO <sub>2</sub> в процесі спалювання сірки. <i>Література: [1] с. 49-52; [2] с. 23-36.</i> Завдання на СРС. Улаштування та робота сірчистих печей. Отримання SO <sub>2</sub> із колчедану. Типи печей, їх улаштування. Очищення та охолодження пічних газів. Очищення та охолодження газових сумішей.	0,5
3	<b>Склад і властивості сульфітних варильних розчинів.</b> Приготування кислоти на кальцієвій основі. Улаштування та робота кислотної башти. Регулювання складу сирової сульфітної кислоти. <i>Література: [1] с. 49-52; [3] с. 32-69.</i> Завдання на СРС. Приготування сирової кислоти на амонієвій, натрієвій, магнієвій та змішаних основах. Допоміжне обладнання кислотного цеху. Питомі витрати матеріалів.	0,5
4	<b>Хімізм процесу сульфітного варіння.</b> Теорія процесу сульфітного варіння. Загальна характеристика процесу. Основні реакції сульфітного варіння. Реакції лігніну та вуглеводів під час сульфітного варіння. Побічні реакції варіння. Явище «чорного варіння». <i>Література: [2] с. 83-101.</i> Завдання на СРС. Просочування трісок кислотою. Залежність просочування трісок кислотою від різних факторів. Основні фактори варіння. Вплив основних факторів варіння на витрати сірки, на швидкість процесу та якість целюлози.	0,5

5	<p><b>Техніка сульфїтного варіння.</b> Техніка процесу сульфїтного варіння. Улаштування котлїв для варіння вїд корозїї. Арматура котлїв. Наповнення котла трїсками та кислотою. Температурнї режими варіння. Режими здувань. Випорожнення котла. <i>Лїтература: [2] с. 113-135.</i></p> <p>Завдання на СРС. Способи інтенсифїкацїї процесу варіння: ущїльнення трїсок, сучаснї пристрої для примусової циркуляцїї щолоку в котлї, варіння з попереднїм видаленням повїтря з котла, перепуски та вїдтяжки щолоку. Основнї технїко-економїчнї показники варіння.</p>	0,5
6	<p><b>Промивання целюлози</b> Промивання целюлози. Теорїя процесу промивання. Способи промивання: промивання в зцежах та барабанних фїльтрах рїзного типу. Фактори, якї впливають на ступїнь промивання. <i>Лїтература: [2] с. 136-156.</i></p> <p>Завдання на СРС. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дїї та стрїчкових фїльтрах. Основнї фактори процесу промивання.</p>	0,5
7	<p><b>Використання вїдпрацьованих сульфїтних щолокїв.</b> Вїдпрацьований сульфїтнїй щолок. Використання вїдпрацьованого сульфїтного щолоку, склад та кїлькїсть щолокїв. Пїдготовка щолоку до бїохїмїчної переробки. Одержання етилового спирту. Одержання кормових дрїжджїв та сульфїтно-бардяних концентратїв. Одержання технїчних лїгносульфонатїв. Одержання ванїліну. <i>Лїтература: [1] с. 127-130; [2] с. 157-171.</i></p> <p>Завдання на СРС. Виробництво етилового спирту, кормових дрїжджїв та сульфїтно-бардяних концентратїв.</p>	0,5
8	<p><b>Сортування та очищення целюлози.</b> Загальна схема очисного вїддїлу. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, типи сортувалок та схеми тонкого сортування. Очищення маси вїд мїнеральних домїшок. Знесмолення целюлози. Згущення целюлози</p> <p><b>Одержання товарної целюлози.</b> Теорїя процесу сушіння целюлози. Улаштування пресїв та сушильної частини. Основнї фактори процесу сушіння. <i>Лїтература: [2] с. 217-244.</i></p> <p>Завдання на СРС. Схеми очисних вїддїлїв для целюлози рїзного призначення. Використання оборотної води. Перероблення вїдходїв.</p>	0,5
	<b>Всього</b>	4

### Лабораторнї роботи

Основнї завдання циклу лабораторних занять є закрїплення теоретичного матерїалу окремих роздїлїв та опанування конкретних методїв аналізу, умїння обгрунтувати суть методу, що використовується. Змїст лабораторних занять і методика їх проведення повиннї забезпечувати розвиток практичних навичок органїзацїї проведення лабораторної роботи, виконання завдання та аналітичних здїбностей щодо отриманих експериментальних результатїв.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кїлькїсть ауд. годин
1	Приготування та аналіз сульфїтного, нейтрально-сульфїтного розчинїв для варіння деревини. Пїдготовка до варіння на рїзних основах. Розрахунок витрат моносульфїту натрїю, гїдроксиду натрїю для приготування варильної кислоти. Визначення концентрацїї всього та зв'язаного SO <sub>2</sub> у приготованих розчинах, вмісту основи. Пїдготовка трїсок деревини.	1 год
2	Варіння сульфїтної целюлози за заданим температурним режимом.	2 год
3	Промивання та сортування целюлози. Визначення вологостї отриманих напївфабрикатїв.	0,5 год
4	Визначення виходу целюлози, ступеня делїгнїфїкацїї (за Каппа) та перманганатного числа (по Б'єрману).	1,5 год
5	Визначення фактичних витрат хїмїкатїв пїд час варіння деревини. Аналіз вїдпрацьованого сульфїтного щолоку на вміст залишкового SO <sub>2</sub> , редукуючих речовин (РР), вмісту сухих речовин та зольностї сухих речовин.	1 год
6	Розмелювання невибїленої целюлози. Визначення градусу млива (°ШР).	1 год
7	Пїдготовка та виготовлення лабораторних зразкїв целюлози.	1 год

8	Фізико-механічні випробування лабораторних зразків напівфабрикатів. Обговорення результатів лабораторних робіт.	2 год
	Залік	2
	Всього	12

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає опрацювання матеріалу, викладеному на лекціях, підготовку до лабораторних робіт, виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання, підготовку до написання модульних контрольних робіт, а також, за потреби, підготовку до заліку.

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знаннями в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компонента студент повинен навчатися аналізувати сучасні підходи до розроблення та впровадження сучасних технологічних методів отримання целюлози сульфітними способами.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Способи одержання целюлози</b>		
1	Особливості підготовки деревини хвойних, листяних порід деревини до сульфітного варіння. Альтернативні способи делігніфікації рослинної сировини. Література: [3] с. 89-126.	10
2	Розвиток целюлозного виробництва в Україні в минулому та майбутньому. Вимоги до трісок, які використовуються для сульфітного варіння. Література: [2] с. 20-22.	10
<b>Розділ 2. Варіння целюлози</b>		
3	Відмінні особливості сирової та варильної кислот. Характеристика сировини: Диоксид сірки, вапняк і вапно, оксид магнію, магнезит, брусит Література: [3] с. 29-33. Процес плавлення сірки. Обладнання: механічні печі для випалу колчедану. Література: [3] с. 35-40.	10
4	Збір та використання селенового шламу. Електротехнічне очищення газів. Характеристика обладнання для збору селену. Література: [3] с. 52-54; с. 68-69.	10
5	Математичний опис процесу просочування трісок. Процес розчинення лігніну. Конденсація лігніну. Значення концентрації іонів водню. Література: [2] с. 103-125. Фактори, що впливають на чорне варіння. Розрахунок витрат сірки на хімічні реакції. Література: [2] с. 33-55; с. 40-42.	10
6	Характеристика корпусу котла. Установки примусової циркуляції: типу Лунге, типу Бробека, зпрямим обігрівом. Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок. Література: [3] с. 112-125.	10
7	Сучасні режими сульфітного варіння. Варіння віскозної целюлози. Холодна регенерація. Значення зв'язаного SO <sub>2</sub> у варильній кислоті на хід процесу варіння рослинної сировини. Література: [3] с. 49-54.	10
8	Характеристика обладнання, що використовується для кислотного цеху. Техніко-економічні показники кислотного відділу. Література: [2] с. 73-75.	10
9	Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок. Література: [2] с. 1103-113.	6
	<b>Всього годин</b>	106

## Політика та контроль

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

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Бакалаври зобов'язані брати активну участь у 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

Загальне оцінювання відбувається за схемою узгодженої рейтингової системи оцінювання. Очікувані результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Заохочувальні бали виставляються за: підготовку оглядів наукових праць; виконання творчих робіт тощо. Кількість заохочувальних балів не більше 5.

Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачено.

### Політика деделайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають 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 у разі використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

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

### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути 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	Прак-ні	Лабораторні роботи	СРС	МКР	Реферат	Семестровий контроль
5	4	120	4	-	10	106	1	-	залік

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

- 1) Виконання та захист 8 лабораторних робіт
- 2) Написання модульної контрольної роботи (1 МКР поділяється на 4 контрольні роботи: КР-1, КР-2, КР-3, КР-4)  
Семестровим контролем є залік.

## Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1) Лабораторні роботи (має 56 балів):

За виконання кожної лабораторної роботи можна отримати 7 балів:

«Відмінно»: 7 балів – роботу виконано у повному обсязі без помилок, правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, студент показує глибокі знання з питань роботи, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання під час захисту;

«Добре»: 6 балів – роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями, в цілому правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту роботи студент показує знання з питань роботи, майже впевнено відповідає на поставлені запитання;

«Задовільно»: 5 балів – роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями з нечітко сформульованими висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту студент виявляє невпевненість, показує слабкі знання з питань роботи, не завжди дає вичерпні відповіді на запитання.

«Незадовільно»: 0 балів – роботу не виконано, або виконано не в повному обсязі, у роботі немає висновків або вони носять декларативний характер, під час захисту студент не може відповісти на жодне поставлене запитання з теми роботи.

На початку кожної лабораторної роботи проводиться контрольне опитування. У разі незадовільного результату контрольного опитування студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

### 2) Модульні контрольні роботи (має 44 балів):

КР-1 – 10 балів, КР-2 – 12 балів, КР-3 – 12 балів, КР-4 – 10 балів. МКР проводиться у формі тестування.

КР-1 складається з 10 питань, КР-2 – з 12 питань, КР-3 – з 12 питань, КР-4 – з 10 питань і, відповідно, за кожну

правильну відповідь на питання можна отримати 1 бал.

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали МКР1 та 4	Бали МКР2 та 3
Роботу виконано в повній мірі.	10	12
Незначні недоліки	9	11
Помилки під час виконання завдання або захисту	7,5	9
Несвоєчасне виконання завдання та/або грубі помилки	7,0 – 6	7,5 – 8
Невиконання або часткове виконання завдання	0	0

*Перелік питань до кожної КР наведено у Розділі 9, Додаток А.*

Таким чином рейтингова семестрова шкала з дисципліни складає:

$$R = 56 + 44 = 100 \text{ балів}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання і захист всіх лабораторних робіт та написання МКР.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та набрали 60 і більше балів, отримують відповідну рейтингову оцінку без потреби проходження заходу семестрового контролю.

Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку, але протягом семестру набрали менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, складають залік у формі письмової залікової контрольної роботи, при цьому семестровий контроль оцінюється у 100 балів. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів освітнього компонента. Контрольне завдання цієї роботи складається з чотирьох 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.

Якщо здобувач, який складав залік для підвищення своєї рейтингової оцінки і за його результатами отримав меншу кількість балів за кількість балів, отриманих за результатами заходів поточного контролю, то у цьому випадку застосовується «жорсткий» підхід – здобувач отримує рейтингову оцінку за результатами заліку.

Бали отримані студентом на контрольній роботі є остаточними.

Білет залікової контрольної роботи містить чотири теоретичні питання, кожне питання по 25 балів. Максимально за залікову контрольну роботу можна отримати 100 балів. Питання охоплюють усі теми дисципліни.

#### **Система оцінювання теоретичних питань:**

«відмінно», 25 балів – повна, обґрунтована і вичерпна відповідь на питання, наведені практичні приклади (не менше 90% потрібної інформації);

«добре», 20 – 19 бали – достатньо повна відповідь на питання (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності);

«задовільно», 17 – 15 балів – достатньо повна відповідь на питання або повна відповідь із незначними неточностями (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

«незадовільно», 0 – незадовільна відповідь або відсутність відповіді.

Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9 Додаток Б.

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

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

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

### ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ А

#### Перелік питань для підготовки до КР-1:

1. Класифікація волокнистих напівфабрикатів за виходом.
2. Класифікація волокнистих напівфабрикатів за ступенем делігніфікації.
3. Способи одержання целюлози.
4. Характеристика сульфідних та лужних способів варіння.
5. Характеристика нетрадиційних способів варіння.
6. Розвиток виробництва сульфідної целюлози.
7. Охарактеризуйте перспективи розвитку виробництва сульфідної целюлози та галузі її застосування.
8. Назвіть особливості різної рослинної сировини для отримання целюлози.
9. Наведіть вимоги до целюлози та показники якості.
10. Наведіть загальну технологічну схему виробництва сульфідної целюлози

#### Перелік питань для підготовки до КР-2:

1. Наведіть склад і властивості сульфідних варильних розчинів.
2. Отримання SO<sub>2</sub> (сірчистого ангідриду) із сірки.
3. Улаштування та робота сірчистих печей.
4. Очищення та охолодження пічних газів.
5. Приготування кислоти на кальцієвій основі.
6. Наведіть схему роботи кислотної башти.
7. Приготування кислоти на магнієвій основі.
8. Приготування кислоти на амонієвій та натрієвій основах.
9. Приготування варильної кислоти.
10. Співвідношення складу сирови і варильної кислоти.
11. Яка роль основи в ході сульфідного варіння?
12. Охарактеризуйте вплив складу варильного розчину та виду основи на хід Су варіння та якість целюлози.

#### Перелік питань для підготовки до КР-3:

1. Характеристика процесу сульфідного варіння.
2. Теоретичні відомості процесу сульфідного варіння. Температурні режими варіння.
3. Реакції лігніну в процесі сульфідного варіння.
4. Реакції вуглеводів у процесі сульфідного варіння.
5. Побічні реакції сульфідного варіння.
6. Від яких технологічних факторів залежить явище «чорного варіння»?
7. Основні фактори, які впливають на процес сульфідного варіння.
8. Обладнання та робота варильного котла.
9. Захист корпусу варильних котлів від кислотної корозії.
10. Завантаження котла трісками. Заповнення котла кислотою.
11. Способи випорожнення котла.
12. Способи промивання целюлози. Основні техніко-економічні показники варіння.

#### Перелік питань для підготовки до МКР-4:

1. Характеристика сульфідного відпрацьованого щолоку.
2. Підготовка сульфідного відпрацьованого щолоку до біохімічної переробки
3. Виробництво етилового спирту.
4. Одержання білкових кормових дріжджів.
5. Мета сортування та очищення целюлози.
6. Характеристика обладнання для проведення сортування целюлози.
7. Характеристика обладнання для проведення очищення целюлози.
8. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, схеми тонкого сортування.
9. Очищення маси від мінеральних домішок, знезсмолення згущення целюлози
10. Отримання товарної целюлози

## ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ Б

### Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль з дисципліни «Фізико-хімічні основи техніки та способів отримання целюлози»

1. Переваги та недоліки отримання целюлози сульфітним способом.
2. Загальна технологічна схема виробництва сульфітної целюлози.
3. Характеристика сульфітних варильних розчинів.
4. Реакції вуглеводів за сульфітного варіння.
5. Основні властивості сірчистої кислоти  $\text{SO}_2$  та її солей, застосування їх для отримання целюлози.
6. Отримання  $\text{SO}_2$  із сірки.
7. Отримання  $\text{SO}_2$  з колчедану.
8. Способи очищення та охолодження пічних газів.
9. Вплив перепусків та відтяжок щолоку з котла на хід процесу варіння і техніко-економічні показники.
10. Суть процесу мокрого очищення та охолодження пічних газів, принцип роботи обладнання, що застосовується.
11. Сульфидування лігніну в ході сульфітного варіння.
12. Класифікація способів отримання целюлози.
13. Вплив температури на хід сульфітного варіння. Температурний режим варіння.
14. Основні переваги та недоліки різних видів основ під час сульфітного варіння. Роль основи в процесі варіння.
15. Отримання сульфітної кислоти баштовим способом. Основні фактори, що впливають на роботу башти.
16. Приготування сульфітних варильних розчинів на магнієвій основі. Відмінні особливості цієї основи.
17. Способи випорожнення варильних котлів та їх вплив на якість целюлози і питання екології.
18. Основні реакції вуглеводів під час сульфітного варіння.
19. Характеристика основних властивостей сульфітної целюлози.
20. Реакції конденсації лігніну в ході сульфітного варіння.
21. Підготовка щолоку для біохімічного перероблення на спирт та дріжджі.
22. Основні техніко-економічні показники сульфітного варіння.
23. Сучасні варіанти сульфітного варіння та їх відмінні особливості.
24. Сепарування целюлози перед сортуванням.
25. Основні фактори процесу сортування целюлози.
26. Способи захисту варильних котлів від кислотної корозії.
27. Обладнання та робота варильного котла.
28. Облаштування та робота варильного котла.
29. Основні показники, що характеризують процес промивання целюлози.
30. Отримання етилового спирту з відпрацьованих сульфітних щолоків.
31. Грубе сортування целюлози.
32. Способи зниження вмісту смоли в целюлозі.
33. Основні вимоги до трісок для сульфітного варіння.
34. Характеристика складу відпрацьованих сульфітних щолоків та шляхи їх використання.
35. Тонке сортування целюлози. Основні вимоги та схеми сортування.
36. Просочування трісок варильним розчином та основні фактори, що впливають на цей процес.
37. Будова та робота сортувалок центробіжного типу.
38. Вплив складу варильної кислоти на хід процесу варіння.
39. Приготування сульфітних варильних розчинів на магнієвій основі. Відмінні особливості цієї основи.
40. Промивання целюлози на барабанних фільтрах різного типу, їх переваги та недоліки.
41. Характеристика основної сировини для отримання  $\text{SO}_2$  та різних видів основи в кислоті
42. Основні фактори сульфітного варіння та їх вплив на процес.
43. Будова та робота сортувалок напірного типу.
44. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дії.
45. Інактивація лігніну при сульфітному варінні. Основні фактори, що викликають цей процес.
46. Очищення целюлози у вихрових конічних очисниках.
47. Промивання целюлози на стрічкових фільтрах.
48. Будова та робота згущувача різного типу.
49. Фракціонування целюлози в процесі її сортування.
50. Основні реакції сульфітного варіння, що призводить до розчинення лігніну.
51. Основні операції сульфітного варіння.
52. Характеристика способів отримання целюлози.
53. Загальна характеристика процесу промивання целюлози.
54. Загальна технологічна схема приготування «сирої» сульфітної кислоти.
55. Способи прискорення просочування трісок варильним розчином.
56. Промивання целюлози на фільтрах тиску.
57. Схема роботи примусової циркуляції в котлі під час сульфітного варіння.
58. Очищення газів в мокрих та сухих електрофільтрах.
59. Основні показники, що характеризують ступінь промивання целюлози.
60. Отримання товарної целюлози.

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

Складено к.т.н., доцентом Черьопкіною Романією Іванівною

Ухвалено кафедрою екології та технології рослинних полімерів (протокол № 17 від 29.05 .25 р.

Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)