



# 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                              | очна(денна) /дистанційна/змішана                                                                                                                                      |
| Рік підготовки, семестр                     | 3 курс, 5 семестр                                                                                                                                                     |
| Обсяг дисципліни                            | 4 кредити 120 год                                                                                                                                                     |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | Модульна контрольна робота,<br>Залікова контрольна робота / Залік                                                                                                     |
| Розклад занять                              | 4 години на тиждень (1 година лекційних та 3 годин лабораторних занять)                                                                                               |
| Мова викладання                             | Українська                                                                                                                                                            |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна,<br>chromi5@ukr.net<br>Лабораторні: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна,<br>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 «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»,

«Технологія обробки та переробки паперу та картону», «Технологія гофрокартону та гофротари», «Наукові дослідження інноваційна діяльність в галузях виробництв», «Технологія гідролізного виробництва», «Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження».

## **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.** Сортуння 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. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфітної та органосольвентної целюлози. – К.: ЕЖМО, 2009. – 279 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

### **Допоміжні матеріали:**

1. В.А. Барбаш, І.М. Дейкун Хімія рослинних полімерів. Навчальний посібник. 2-ге видання перероб. і доповн. – Київ.: Каравела, 2018. – 440 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. О.Р. Мокроусова. Органо-мінеральний склад на основі бентоніту та лігносульфонатів для дудублювання-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, чітко і адекватне їх формулюваннях);
- 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<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Годин |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | <b>Класифікація волокнистих напівфабрикатів</b><br>Класифікація волокнистих напівфабрикатів за виходом та ступенем делігніфікації. Способи одержання целюлози. Властивості сульфітної целюлози. Перспективи розвитку виробництва сульфітної целюлози.<br><i>Література:</i> [2] с. 5-19.<br>Завдання на СРС. Вимоги до целюлози та показники якості. Види та області застосування целюлози. Загальна схема виробничого процесу. Особливості підготовки деревини.                                                                                              | 2     |
| 2     | <b>Отримання сирової сульфітної кислоти.</b><br>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.<br><i>Література:</i> [1] с. 49-52; [2] с. 23-36.<br>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.                                                    | 2     |
| 3     | <b>Склад і властивості сульфітних варильних розчинів.</b><br>Приготування кислоти на кальцієвій основі. Улаштування та робота кислотної башти. Регулювання складу сирової сульфітної кислоти.<br><i>Література:</i> [1] с. 49-52; [3] с. 32-69.<br>Завдання на СРС. Приготування сирової кислоти на амонієвій, натрієвій, магнієвій та змішаних основах.<br>Допоміжне обладнання кислотного цеху. Питомі витрати матеріалів.                                                                                                                                  | 2     |
| 4     | <b>Хімізм процесу сульфітного варіння.</b><br>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».<br><i>Література:</i> [2] с. 83-101.<br>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.                  | 2     |
| 5     | <b>Техніка сульфітного варіння.</b><br>Техніка процесу сульфітного варіння. Улаштування котлів для варіння від корозії. Арматура котлів. Наповнення котла трісками та кислотою. Температурні режими варіння. Режими здувань. Випорожнення котла.<br><i>Література:</i> [2] с. 113-135.<br>Завдання на СРС. Способи інтенсифікації процесу варіння: ущільнення трісок, сучасні пристрої для примусової циркуляції щолоку в котлі, варіння з попереднім видаленням повітря з котла, перепуски та відтяжки щолоку. Основні техніко-економічні показники варіння. | 2     |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 6 | <b>Промивання целюлози</b><br>Промивання целюлози. Теорія процесу промивання. Способи промивання: промивання в зцежах та барабанних фільтрах різного типу. Фактори, які впливають на ступінь промивання.<br><i>Література: [2] с. 136-156.</i><br>Завдання на СРС. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дії та стрічкових фільтрах. Основні фактори процесу промивання.                                                                                                                                                         | 2              |
| 7 | <b>Використання відпрацьованих сульфідних шолоків.</b><br>Відпрацьований сульфідний шолок. Використання відпрацьованого сульфідного шолоку, склад та кількість шолоків. Підготовка шолоку до біохімічної переробки. Одержання етилового спирту. Одержання кормових дріжджів та сульфідно-барданих концентратів. Одержання технічних лігносульфонатів. Одержання ваніліну.<br><i>Література: [1] с. 127-130; [2] с. 157-171.</i><br>Завдання на СРС. Виробництво етилового спирту, кормових дріжджів та сульфідно-барданих концентратів. | 2              |
| 8 | <b>Сортування та очищення целюлози.</b><br>Загальна схема очисного відділу. Сепарування целюлози, грубе та тонке сортування, типи сортувалок та схеми тонкого сортування. Очищення маси від мінеральних домішок. Знесмолення целюлози. Згущення целюлози<br><i>Література: [2] с. 217-244.</i><br>Завдання на СРС. Схеми очисних відділів для целюлози різного призначення. Використання оборотної води. Перероблення відходів.                                                                                                         | 2              |
| 9 | <b>Одержання товарної целюлози.</b><br>Теорія процесу сушіння целюлози. Улаштування пресів та сушильної частини. Основні фактори процесу сушіння.<br><i>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 245-272.</i><br>Завдання на СРС. Вплив режиму сушіння целюлози на її властивості.                                                                                                                                                                                                                                                              | 2              |
|   | <b>Всього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1<br/>8</b> |

### Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять є закріплення теоретичного матеріалу окремих розділів та опанування конкретних методів аналізу, уміння обґрунтувати суть методу, що використовується. Зміст лабораторних занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток практичних навичок організації проведення лабораторної роботи, виконання завдання та аналітичних здібностей щодо отриманих експериментальних результатів.

| № з/п | Назва лабораторної роботи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кількість ауд. годин |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | Ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичних вказівок та іншої методичної літератури. Інструктаж з техніки безпеки та роботи у хімічній лабораторії                                                                                                                                                                                            | 4 год                |
| 2     | Приготування та аналіз сульфідного, нейтрально-сульфідного розчинів для варіння деревини. Підготовка до варіння на різних основах. Розрахунок витрат моносольфиту натрію, гідроксиду натрію для приготування варильної кислоти. Визначення концентрації всього та зв'язаного SO <sub>2</sub> у приготованих розчинах, вмісту основи. Підготовка трісок деревини. | 6 год                |
| 3     | Варіння сульфідної целюлози за заданим температурним режимом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6 год                |
| 4     | Промивання та сортування целюлози. Визначення вологості отриманих напівфабрикатів.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6 год                |
| 5     | Визначення виходу целюлози, ступеня делігніфікації (за Каппа) та перманганатного числа (по Б'єрману).                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 год                |
| 6     | Визначення фактичних витрат хімікатів під час варіння деревини. Аналіз відпрацьованого сульфідного шолоку на вміст залишкового SO <sub>2</sub> , редуруючих речовин (РР), вмісту сухих речовин та зольності сухих речовин.                                                                                                                                       | 6 год                |
| 7     | Розмелювання невідбіленої целюлози. Визначення градуса млива (°ШР).                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6 год                |
| 8     | Підготовка та виготовлення лабораторних зразків целюлози.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 год                |
| 9     | Фізико-механічні випробування лабораторних зразків напівфабрикатів. Обговорення результатів лабораторних робіт.                                                                                                                                                                                                                                                  | 6 год                |
|       | Залік                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                    |
|       | Всього                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 54                   |

## 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 компоненту 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.<br>Література: [3] с. 89-126.                                                                                                                   | 5                   |
| 2                                           | Розвиток целюлозного виробництва в Україні в минулому та майбутньому. Вимоги до трісок, які використовуються для сульфітного варіння.<br>Література: [2] с. 20-22.                                                                                                                                | 5                   |
| <b>Розділ 2. Варіння целюлози</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| 3                                           | Відмінні особливості сирої та варильної кислот. Характеристика сировини: Диоксид сірки, вапняк і вапно, оксид магнію, магнезит, брусит<br>Література: [3] с. 29-33.<br>Процес плавлення сірки. Обладнання: механічні печі для випалу колчедану.<br>Література: [3] с. 35-40.                      | 5                   |
| 4                                           | Збір та використання селенового шламу. Електротехнічне очищення газів.<br>Характеристика обладнання для збору селену.<br>Література: [3] с. 52-54; с. 68-69.                                                                                                                                      | 6                   |
| 5                                           | Математичний опис процесу просочування трісок. Процес розчинення лігніну.<br>Конденсація лігніну. Значення концентрації іонів водню.<br>Література: [2] с. 103-125.<br>Фактори, що впливають на чорне варіння. Розрахунок витрат сірки на хімічні реакції.<br>Література: [2] с. 33-55; с. 40-42. | 6                   |
| 6                                           | Характеристика корпусу котла. Установки примусової циркуляції: типу Лунге, типу Бробека, з прямим обігрівом. Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок.<br>Література: [3] с. 112-125.                                                                             | 6                   |
| 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.<br>Література: [3] с. 49-54.                                                                              | 5                   |
| 8                                           | Характеристика обладнання, що використовується для кислотного цеху. Техніко-економічні показники кислотного відділу. Література: [2] с. 73-75.                                                                                                                                                    | 5                   |
| 9                                           | Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок.<br>Література: [2] с. 1103-113.                                                                                                                                                                                         | 5                   |
| <b>Всього годин</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>48</b>           |

## 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 заохочуваних балів не більше 8.

Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачено.

### **Політика дедлайнів 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        | 18                        | -       | 54                 | 48  | 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 (max 54 бали):**

За виконання кожної лабораторної роботи можна отримати

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;

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;

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.

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 (max 46 балів):**

КР-1 – 10 балів, КР-2 – 13 балів, КР-3 – 13 балів. КР-4 – 10 балів. МКР проводиться у формі тестування.

КР-1 складається з 10 питань, КР-2 – з 13 питань, КР-3 – з 13 питань, КР-4 – з 10 питань і, відповідно, за кожну правильну відповідь на питання можна отримати 1 бал.

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

Таким чином рейтингова семестрова шкала з дисципліни складає:

$$R = 54 + 46 = 100 \text{ балів}$$

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

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є 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 залікову контрольну роботу. Однак всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля.

Залікова контрольна робота проводиться на останньому лабораторному занятті у семестрі.

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:**

25 балів – повна, обґрунтована і вичерпна відповідь на питання, наведені практичні приклади;

23 – 22 бали – повна, вичерпна відповідь на питання;

19 – 18 балів – достатньо повна відповідь на питання або повна відповідь із незначними неточностями;

14 – 13 балів – неповна відповідь, відповідь має деякі помилки;

0 балів – неправильна відповідь або відповіді немає.

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:

| <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)**

### **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 сульфітних та лужних способів варіння.
5. Характеристика нетрадиційних способів варіння.
6. Розвиток виробництва сульфітної целюлози.
7. Охарактеризуйте перспективи розвитку виробництва сульфітної 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 сульфітної целюлози

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

1. Наведіть склад і властивості сульфітних варильних розчинів.
2. Отримання  $\text{SO}_2$  (сірчастого 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 сировини і варильної кислоти.
11. Яка роль основи в ході сульфітного варіння?
12. Охарактеризуйте вплив складу варильного розчину та виду основи на хід су варіння та якість целюлози.
13. Наведіть відмінності сировини і варильної кислоти.

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

1. Характеристика процесу сульфітного варіння.
2. Теоретичні відомості процесу сульфітного варіння. Температурні режими варіння.
3. Реакції лігніну в процесі сульфітного варіння.
4. Реакції вуглеводів у процесі сульфітного варіння.
5. Побічні реакції сульфітного варіння.
6. Від яких технологічних факторів залежить явище «чорного варіння»?
7. Основні фактори, які впливають на процес сульфітного 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.
13. Наведіть основні операції сульфітного варіння.

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

1. Характеристика сульфітного відпрацьованого щолоку.
2. Підготовка сульфітного 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 «Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів»

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 № 14 від 08.06.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 10 від 24.06.2022 р.)