



# ТЕХНОЛОГІЯ І ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>Перший (бакалаврський)</b>
<b>Галузь знань</b>	16 Хімічна та біоінженерія
<b>Спеціальність</b>	161 Хімічні технології та інженерія
<b>Освітня програма</b>	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	очна(денна)
<b>Рік підготовки, семестр</b>	3 курс, 6 семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	4 кредити 120 год
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Модульна контрольна робота, Залікова контрольна робота / Залік
<b>Розклад занять</b>	
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна, chromi5@ukr.net Лабораторні: доцент, к.т.н., доцент Черьопкіна Романія Іванівна, chromi5@ukr.net
<b>Розміщення курсу</b>	<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 сульфідними способами, характеристики волокнистих напівфабрикатів та їх застосування, забезпечення регенерації відпрацьованих щолоків, характеристика обладнання для варіння, промивання, сортування та очищення целюлози, 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 використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- 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;
- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;
- 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», «Технологія виробництва механічної маси», «Основи біохімічної та фізичної конверсії лігноцелюлозних матеріалів», «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 та інноваційна діяльність в галузях виробництва», «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 щолоків.

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

**Тема 2.5.** Одержання товарної целюлози.

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

### **Базові матеріали:**

1. 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.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфітної та органосольвентної целюлози. – К.: ЭКМО, 2009. – 279 с.
3. Примаков С. Ф. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Экология, 1993. – 272 с.
4. Р.І. Черьопкіна, І.В. Трембус, В.А. Барбаш. 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.: – 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. – 61с.
6. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы. Т.1.Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 624 с.
7. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3-х томах. Т.1. Ч. 1.– Санкт-Петербург: ЛТА, 2002. – 425 с.

### **Допоміжні матеріали:**

1. Пен Р.З. Технология целлюлозы в 2-х т. Т.2. Сульфитные способы получения, очистка, отбелка, сушка целлюлозы. – Красноярск: СибГТУ, 2002, – 358 с.
2. Бобров А.И., Мутовина М.Г. Производство бисульфитной целлюлозы. – М.: Лесн. промышленность, 1979. – 192 с.
3. Ледьел П., Морвай Ш. Химия и технология целлюлозного производства /пер. с нем. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 544 с.
4. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству. – М.: Экология, 1980. – 168с.
5. 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.

6. Никитин В. М. Теоретические основы делигнификации. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 296 с.
7. Пазухина Г. А. Ступенчатые методы производства целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 216 с.
8. Переработка сульфитного и сульфатного щелоков / Б. Д. Богомолов и др. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 360 с.
9. Галеева Н.А. Производство полуцеллюлозы и целлюлозы высокого выхода. – М.: Лесная промышленность 1970. – 320 с.
10. Тумбин П.А. Современные методы обессмоливания целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1966. – 336 с.
11. Смирнов Р.Е. Производство сульфитных волокнистых полуфабрикатов: учебное пособие. ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 146 с.
12. Кларк Дж. Технология целлюлозы (наука о целлюлозной массе и бумаге, подготовка массы, переработка ее на бумагу, методы испытаний): Пер. с англ. А. В. Оболенской и Г. А. Пазухиной. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 456 с.

#### 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;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- 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 делігнифікації. Способи одержання целюлози. Властивості сульфитної целюлози. Перспективи розвитку виробництва сульфитної 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.	2
2	<b>Отримання сирови сульфитної кислоти.</b> Приготування сирови сульфитної 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.	2

3	<p><b>Склад і властивості сульфідних варильних розчинів.</b>  Приготування кислоти на кальцієвій основі. Улаштування та робота кислотної башти. Регулювання складу сирової сульфідної кислоти.  <i>Література: [1] с. 49-52; [3] с. 32-69.</i></p> <p>Завдання на СРС. Приготування сирової кислоти на амонієвій, натрієвій, магнієвій та змішаних основах.  Допоміжне обладнання кислотного цеху. Питомі витрати матеріалів.</p>	2
4	<p><b>Хімізм процесу сульфідного варіння.</b>  Теорія процесу сульфідного варіння. Загальна характеристика процесу. Основні реакції сульфідного варіння. Реакції лігніну та вуглеводів під час сульфідного варіння. Побічні реакції варіння. Явище «чорного варіння».  <i>Література: [2] с. 83-101.</i></p> <p>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.</p>	2
5	<p><b>Техніка сульфідного варіння.</b>  Техніка процесу сульфідного варіння. Улаштування котлів для варіння від корозії. Арматура котлів. Наповнення котла трісками та кислотою. Температурні режими варіння. Режими здувань. Випорожнення котла.  <i>Література: [2] с. 113-135.</i></p> <p>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.</p>	2
6	<p><b>Промивання целюлози</b>  Промивання целюлози. Теорія процесу промивання. Способи промивання: промивання в зцежах та барабаних фільтрах різного типу. Обладнання для промивання целюлози.  <i>Література: [2] с. 136-156.</i></p> <p>Завдання на СРС. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дії та стрічкових фільтрах. Основні фактори процесу промивання.</p>	2
7	<p><b>Використання відпрацьованих сульфідних щолоків.</b>  Відпрацьований сульфідний щолок. Використання відпрацьованого сульфідного щолоку, склад та кількість щолоків.  <i>Література: [1] с. 127-130; [2] с. 157-171.</i></p> <p>Завдання на СРС. Виробництво етилового спирту, кормових дріжджів та сульфідно-бардяних концентратів.</p>	2
8	<p><b>Сортування та очищення целюлози.</b>  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  <i>Література: [2] с. 217-244.</i></p> <p>Завдання на СРС. Схеми очисних відділів для целюлози різного призначення. Використання оборотної води. Перероблення відходів.</p>	2
9	<p><b>Одержання товарної целюлози.</b>  Теорія процесу сушіння целюлози. Улаштування пресів та сушильної частини. Основні фактори процесу сушіння.  <i>Література: [1] с. 38-84; [2] с. 245-272.</i></p> <p>Завдання на СРС. Вплив режиму сушіння целюлози на її властивості.</p>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</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	Вступ, інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичних вказівок та іншої методичної літератури. Аналіз виробничих трісок.	6 год

2	Приготування та аналіз сульфітного, нейтрально-сульфітного розчинів для варіння деревини. Підготовка до варіння на різних основах. Розрахунок витрат моносольфіту натрію, гідроксиду натрію для приготування варильної кислоти. Визначення концентрації всього та зв'язаного SO <sub>2</sub> у приготованих розчинах, вмісту основи.	6 год
3	Варіння сульфітної целюлози за заданим температурним режимом.	6 год
4	Промивання та сортування целюлози. Визначення вологості отриманих напівфабрикатів.	6
5	Визначення виходу целюлози, ступеня делігніфікації (за Каппа) та перманганатного числа (по Б'єрману).	6 год
6	Визначення фактичних витрат хімікатів в ході варіння деревини. Аналіз відпрацьованого сульфітного щолоку на вміст залишкового SO <sub>2</sub> , редуруючих речовин (РР), вмісту сухих речовин та зольності сухих речовин.	6 год
7	Розмелювання невибіленої целюлози. Визначення градусу млива (°ШР).	6 год
8	Підготовка та виготовлення лабораторних зразків целюлози.	6 год
9	Фізико-механічні випробування лабораторних зразків напівфабрикатів. Обговорення результатів лабораторних робіт.	4 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. Література: [1] с. 89-126.	5
2	Розвиток целюлозного виробництва в Україні в минулому та майбутньому. Вимоги до трісок, які використовуються для сульфітного варіння. Література: [1] с. 3-5; [2] с. 20-22.	5
<b>Розділ 2. Варіння целюлози</b>		
3	Відмінні особливості сирової та варильної кислот. Характеристика сировини: Діоксид сірки, вапняк і вапно, оксид магнію, магнезит, брусит Література: [1] с. 127-130; [2] с. 29-33. Процес плавлення сірки. Обладнання: механічні печі для випалу колчедану. Література: [2] с. 35-40.	5
4	Збір та використання селенового шламу. Електротехнічне очищення газів. Характеристика обладнання для збору селену. Література: [2] с. 52-54; с. 68-69.	5
5	Математичний опис процесу просочування трісок. Процес розчинення лігніну. Конденсація лігніну. Значення концентрації іонів водню. Література: [1] с. 59-65 Фактори, що впливають на чорне варіння. Розрахунок витрат сірки на хімічні реакції. Література: [2] с. 33-55; с. 40-42.	5
6	Характеристика корпусу котла. Установки примусової циркуляції: типу Лунге, типу Бробека, з прямим обігрівом. Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок. Література: [2] с. 118-124.	5
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: [2] с. 71-75.	6

8	Характеристика обладнання, що використовується для кислотного цеху. Техніко-економічні показники кислотного відділу. Література: [2] с. 73-75.	6
9	Облаштування бункерів для трісок. Комбіновані методи пропарювання трісок. Література: [2] с. 114-115.	6
	<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 практичних занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Бакалаври 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://croapaia.com/water-treatment-pro/>;
  - <https://www.shortcoursesportal.com/studies/56436/introduction-to-drinking-water-treatment.html>).

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни 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 в 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 толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лабораторні роботи	СРС	МКР	РР	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 9 лабораторних робіт
- 2) Виконання МКР-1, МКР-2, МКР-3, МКР-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 6 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;

5 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;

3 бали – 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 і йому нараховується штрафний –1 бал. Також штрафний –1 бал нараховується за несвоєчасне подання роботи до захисту.

## 2) Модульні контрольні роботи (має 46 балів):

МКР-1 – 10 балів, МКР-2 – 13 балів, МКР-3 – 13 балів, МКР-4 – 10 балів. МКР проводиться у формі тестування. МКР-1 складається з 10 питань, МКР-2 – з 13 питань, МКР-3 – з 13 питань, МКР-4 – з 10 питань і, відповідно, за кожну правильну відповідь на питання можна отримати 1 бал.

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

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля 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. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. 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

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.

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

### ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ А

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

1. Наведіть склад і властивості сульфітних варильних розчинів.
2. Отримання  $SO_2$  (сірчистого ангідриду) із сірки.
3. Улаштування та робота сірчистих печей.
4. Отримання  $SO_2$  (сірчистого ангідриду) із колчедану.
5. Очищення та охолодження пічних газів.
6. Приготування кислоти на кальцієвій основі.
7. Наведіть схему роботи кислотної башти.
8. Приготування кислоти на магнієвій основі.
9. Приготування кислоти на амонієвій та натрієвій основах.
10. Приготування варильної кислоти.
11. Співвідношення складу сировини і варильної кислоти.
12. Яка роль основи в ході сульфітного варіння?
13. Охарактеризуйте вплив складу варильного розчину та виду основи на хід сульфітного варіння та якість целюлози.

#### Перелік питань для підготовки до МКР-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 кредитного модуля «Технологія і обладнання виробництва волокнистих напівфабрикатів»

1. Переваги та недоліки отримання целюлози сульфїтним способом.
2. Загальна технологїчна схема виробництва сульфїтної целюлози.
3. Характеристика сульфїтних варильних розчинїв.
4. Реакції вуглеводїв за сульфїтного варїння.
5. Основнї властивостї сїрчистої кислоти  $SO_2$  та її солей, застосування їх для отримання целюлози.
6. Отримання  $SO_2$  з сїрки.
7. Отримання  $SO_2$  з колчедану.
8. Способи очищення та охолодження пїчних газїв.
9. Вплив перепускїв та вїдтяжок щолоку з котла на хїд процесу варїння і техніко-економїчнї показники.
10. Суть процесу мокрого очищення та охолодження пїчних газїв, принцип роботи обладнання, що застосовується.
11. Сульфування лїгнїну в ходї сульфїтного варїння.
12. Класифїкація способїв отримання целюлози.
13. Вплив температури на хїд сульфїтного варїння. Температурний режим варїння.
14. Основнї переваги та недолїки рїзних видїв основ пїд час сульфїтного варїння. Роль основи в процесї варїння.
15. Отримання сульфїтної кислоти баштовим способом. Основнї фактори, що впливають на роботу башти.
16. Приготування сульфїтних варильних розчинїв на магнїевїй основї. Вїдмїннї особливостї цїєї основи.
17. Способи випорожнення варильних котлїв та їх вплив на якїсть целюлози і питання екологїї.
18. Основнї реакції вуглеводїв пїд час сульфїтного варїння.
19. Характеристика основних властивостей сульфїтної целюлози.
20. Реакції конденсації лїгнїну в ходї сульфїтного варїння.
21. Пїдготовка щолоку для бїохїмїчного перероблення на спирт та дрїжджї.
22. Основнї техніко-економїчнї показники сульфїтного варїння.
23. Сучаснї варїанти сульфїтного варїння та їх вїдмїннї особливостї.
24. Сепарування целюлози перед сортуванням.
25. Основнї фактори процесу сортування целюлози.
26. Способи захисту варильних котлїв вїд кислотної корозїї.
27. Обладнання та робота варильного котла.
28. Облаштування та робота варильного котла.
29. Основнї показники, що характеризують процес промивання целюлози.
30. Отримання етилового спирту з вїдпрацьованих сульфїтних щолокїв.
31. Грубе сортування целюлози.
32. Способи зниження вмісту смоли в целюлозї.
33. Основнї вимоги до трїсок для сульфїтного варїння.
34. Характеристика складу вїдпрацьованих сульфїтних щолокїв та шляхи їх використання.
35. Тонке сортування целюлози. Основнї вимоги та схеми сортування.
36. Просочування трїсок варильним розчином та основнї фактори, що впливають на цей процес.
37. Будова та робота сортувалок центробїжного типу.
38. Вплив складу варильної кислоти на хїд процесу варїння.
39. Приготування сульфїтних варильних розчинїв на магнїевїй основї. Вїдмїннї особливостї цїєї основи.
40. Промивання целюлози на барабаних фїльтрах рїзного типу, їх переваги та недолїки.
41. Характеристика основної сировини для отримання  $SO_2$  та рїзних видїв основи в кислотї
42. Основнї фактори сульфїтного варїння та їх вплив на процес.
43. Будова та робота сортувалок напїрного типу.
44. Промивання целюлози в дифузорах безперервної дїї.
45. Інактивація лїгнїну при сульфїтному варїннї. Основнї фактори, що викликають цей процес.
46. Очищення целюлози у вихрових конїчних очисниках.
47. Промивання целюлози на стрїчкових фїльтрах.
48. Будова та робота згущувача рїзного типу.
49. Фракціонування целюлози в процесї її сортування.
50. Основнї реакції сульфїтного варїння, що призводить до розчинення лїгнїну.
51. Основнї операції сульфїтного варїння.
52. Характеристика способїв отримання целюлози.
53. Загальна характеристика процесу промивання целюлози.
54. Загальна технологїчна схема приготування «сирої» сульфїтної кислоти.
55. Способи прискорення просочування трїсок варильним розчином.
56. Промивання целюлози на фїльтрах тиску.
57. Схема роботи примусової циркуляції в котлї пїд час сульфїтного варїння.
58. Очищення газїв в мокрих та сухих електрофїльтрах.
59. Основнї показники, що характеризують ступїнь 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 № 13 від 23.06.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 25.06.2021 р.)