



Хімія лігніну

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 год)</i>
Семестровий контроль	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>2 години лекційних, 2 год. практичних і 10 год лабораторних занять</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.х.н., професор Барбаш В.А., https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html Практичні / Лабораторні: к.х.н., професор Барбаш В.А., https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/barbash-valerij-anatolijovich.html</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навколишній світ утворюють мінеральні та органічні полімери, які є основою всього живого на землі. До числа органічних полімерів відносяться такі високомолекулярні сполуки, як целюлоза, лігнін, геміцелюлози. Целюлоза є найбільш поширеним відновлюваним органічним полімером, який щороку виробляється у біосфері. Другим органічним полімером за розповсюдженістю у рослинному світі є лігнін. Щорічні обсяги одержання лігніну на підприємствах целюлозно-паперової галузі складають до 50 млн. т. Вміст лігніну в рослинній сировині коливається в межах 5-30 % від маси рослинної сировини. Він виконує роль зв'язуючої речовини і запобігає руйнуванню і розкладу рослин у природних умовах. Лігнін одержують у результаті проведення процесів одержання целюлози, так званої делігніфікації рослинної сировини. Процеси делігніфікації рослинної сировини проводять із використанням різних хімічних реагентів за різних температурно-часових умовах. Знання хімізму процесів делігніфікації рослинної сировини необхідно для створення нових і вдосконалення існуючих хімічних методів перероблення рослинної сировини, що дасть можливість більш раціонально та екологічно більш чисто використовувати дефіцитні волокнисті напівфабрикати, воду, допоміжні хімічні матеріали, трудові та енергетичні ресурси.

Предмет навчальної дисципліни «Хімія лігніну» полягає у вивченні загальних характеристик і теоретичних основ процесів делігніфікації рослинної сировини, загальної характеристики лігніну, його значення, утворення і вміст в рослинах, фізичних і хімічних властивостях лігніну, а також хімізму процесів, які протікають під час отримання технічної целюлози.

Мета кредитного модуля «Хімія лігніну» полягає у формуванні у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого управління технологічними процесами целюлозно-паперових виробництв та хімічного перероблення рослинної сировини, у підготовці фахівців у галузі хімічних технологій та інженерії, здатних на основі здобутих теоретичних знань вирішувати професійні задачі у практичних ситуаціях, зокрема формувати у студентів таких компетентностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02)
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК 03);
- здатність використовувати положення і метод фундаментальних наук для вирішення професійних задач (ФК 09);
- здатність визначати напрями використання рослинної сировини та волокнистих напівфабрикатів, проектувати та реалізувати технології їх переробки (ФК 19);

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі (ПРН 02);
- 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 (ПРН 15);
- визначати якісні характеристики рослинної сировини, напівфабрикатів та готової продукції, обирати функціональні хімічні допоміжні речовини (ПРН 16).

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

Вивчення дисципліни «Хімія лігніну» передують навчальні дисципліни, такі як: «Загальна та неорганічна хімія», «Органічна хімія». Вона забезпечує дисципліни «Технологія виробництва етерів та естерів целюлози», «Технологія волокнистих напівфабрикатів», «Хімічні методи аналізу сировини, продукції та стічних вод целюлозно-паперового виробництва», «Технологія паперу та картону». Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки (вибіркові освітні компоненти з міжфакультетського/ факультетського/ кафедрального Каталогів).

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Хімія лігніну

Тема 1. Загальна характеристика лігніну. Поняття про лігнін, його значення, утворення і вміст в рослинах. Фізичні властивості лігніну. Елементарний склад лігніну. Структурні ланцюжки макромолекули лігніну. Природа зв'язку з вуглеводами. Якісні кольорові реакції лігніну. Методи виділення лігніну з рослинних матеріалів і методи його кількісного визначення.

Тема 2. Схема фрагментів макромолекули. Типи зв'язків в макромолекулах лігніну. Функціональні групи лігнінів: ароматичний характер, метоксильні і гідроксильні групи, подвійні зв'язки, карбоксильні і карбонільні групи.

Тема 3. Хімічні властивості лігніну. Окислення лігніну. Кисневе число і продукти окислення. Гідратація і відновлення лігніну. Продукти відновлювальної деструкції. Сплавлення лігніну з лугом. Нітрування лігніну.

Тема 4. Дія на лігнін галогенів. Метилування і ацетилювання лігніну. Дія на лігнін гідролізуючих агентів. Дія розбавлених лугів. Дія спиртів. Дія на лігнін фенолгідразину і гідроксиламіну.

Розділ 2. Хімізм процесів, які протікають під час отримання технічної целюлози

Тема 5. Сучасні уявлення про будову лігніну. Хімізм процесів делігніфікації у кислому середовищі. Хімізм сульфитного варіння. Інактивація лігніну. Хімізм бісульфитного варіння. Реакції конденсації лігніну у кислому та лужному середовищах. Лігносульфонові кислоти.

Тема 6. Хімізм процесів делігніфікації рослинної сировини у лужному середовищі. Хімізм лужного варіння. Особливості хімізму сульфатного варіння. Роль сульфідів натрію. Лужний і сульфатний лігнін. Практичне використання технічних лігнінів. Утилізація лігнінів і охорона навколишнього середовища.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Барбаш В.А., Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів. Навч. посібник. 2-ге видання, переробл. і доповн. - Київ: Каравела, 2018. – 440 с.
2. Барбаш В.А., Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів. Навч. Посібник/ Київ: Едельвейс, 2014. – 437 с.

Додаткова література

3. Хімія полімерів : конспект лекцій / упоряд.: Л. П. Марушко. Луцьк : П «Зоря-плюс» ВОО ВОІ СОІУ, 2021.- 133 с
4. Хорошилова Т.І. Високомолекулярні сполуки: підручник. Мелітополь, 2013.-178 с.
5. Юрченко А. В. Лігнін як основа для отримання біопластику / А. В. Юрченко, Н. Б. Голуб, І. Чжу // Innovative biosystems & bioengineering. - 2019. - Vol. 3, no. 3. - С. 185-197.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/38.pdf>
2. <https://vlp.com.ua/node/4352>
3. <https://www.ili-lignin.com/what-is-lignin.html>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції

Лекційні заняття спрямовані на формування у студентів комплексу знань, необхідних для кваліфікованого управління технологічними процесами целюлозно-паперових виробництв та хімічного перероблення рослинної сировини, для чого необхідно знати і розуміти механізми дії хімічних реагентів на основні компоненти рослинної сировини, а також напрями хімічних перетворень рослинної сировини та її компонентів для вдосконалення цих процесів та

створення нових, більш ефективних, екологічно більш чистих виробництв, які дають змогу більш раціонально використовувати дефіцитні волокнисті напівфабрикати, воду, допоміжні хімічні матеріали, трудові та енергетичні ресурси.

№ з/п	Назва теми лекції	Годин
1	<p align="center">Розділ 1. Хімія лігніну</p> <p>Загальна характеристика лігніну. Структурні одиниці макромолекули лігніну. Типи зв'язків в макромолекулах лігніну. Функціональні групи лігнінів: ароматичний характер, метоксильні і гідроксильні групи, подвійні зв'язки, карбоксильні і карбонільні групи.</p> <p>Література: [1, , с. 154-174, с.227-231; 2, с. 206-220]</p> <p>Завдання на СРС: Фізичні властивості лігніну. Елементарний склад лігніну. Основні димерні структури лігніну. Якісні кольорові реакції лігніну. Природа зв'язку з вуглеводами. Методи виділення лігніну з рослинних матеріалів і методи його кількісного визначення</p>	0,5
2	<p>Хімічні властивості лігніну. Дія на лігнін галогенів. Метилювання і ацетилювання лігніну. Дія на лігнін гідролізуючих агентів. Дія розбавлених лугів. Дія спиртів на лігнін.</p> <p>Література: [1, с. 245-263; 2, с. 273-311]</p> <p>Завдання на СРС: Методики визначення кисневого числа. Окислення лігніну. Кисневе число і продукти окислення. Гідратація і відновлення лігніну. Продукти відновлювальної деструкції. Сплавлення лігніну з лугом. Нітрування лігніну. Дія на лігнін азотної кислоти.</p>	0,5
3	<p align="center">Розділ 2. Хімізм процесів, які протікають під час отримання технічної целюлози</p> <p>Хімізм процесів делігніфікації у кислому середовищі. Хімізм сульфатного варіння. Інактивація лігніну.</p> <p>Література: [1, с. 263- 272].</p> <p>Завдання на СРС: Галузі і напрями використання лігносульфонатів. Хімізм бісульфатного варіння. Реакції конденсації лігніну у кислому середовищі. Лігносульфонові кислоти.</p>	0,5
4	<p>Хімізм процесів делігніфікації рослинної сировини у лужному середовищі. Хімізм лужного варіння. Особливості хімізму сульфатного варіння.</p> <p>Література: [1, с. 273- 333].</p> <p>Завдання на СРС: Роль сульфиду натрію. Лужний і сульфатний лігнін. Реакції конденсації лігніну у лужному середовищі. Практичне використання технічних лігнінів. Утилізація лігнінів і охорона навколишнього середовища</p>	0,5
	Всього	2

Практичні заняття

В рамках викладання навчальної дисципліни «Хімія делігніфікації рослинної сировини» передбачено проведення практичних занять, які займають 25% аудиторного навантаження. На практичні заняття виносяться теми, які охоплюють широке коло питань. Вони дозволяють краще зрозуміти лекційний матеріал, детальніше познайомитися із хімізмом процесів делігніфікації рослинної сировини.

Основні завдання циклу практичних занять:

- ✓ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити теоретичні основи та принципи дії хімічних реагентів на структурі одиниці лігніну у процесах делігніфікації рослинної сировини;
- ✓ допомогти студентам опановувати сучасні уявлення про механізми дії реагентів на основні компоненти рослинної сировини під час процесів одержання целюлози;
- ✓ навчити студентів аналізувати отримані експериментальні результати та порівнювати їх з науковою та довідковою літературою;
- ✓ навчити студентів порівнювати ефективність різних методів делігніфікації рослинної сировини для створення нових та вдосконалення існуючих ресурсоощадних технологій перероблення рослинної сировини.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Тема 1 Методики визначення вмісту основних функціональних груп лігніну у рослинній сировині. <i>Література: [1, с.241 -245]</i> <i>Завдання на СРС: Приклади розрахунку вмісту основних функціональних груп лігніну</i>	0,5
2	Тема 2. Хімізм дії вибілювальних реагентів на лігнін під час процесів вибілювання целюлози. <i>Література: [1, с. 246 -252]</i> <i>Завдання на СРС: Порівняння ефективності вилучення лігніну різними методами вибілювання целюлози.</i>	0,5
3	Тема 3. Технологічні схеми вибілювання целюлози <i>Література: [1, с. 264 -267; 5, с. 263 -278]</i> <i>Завдання на СРС: Приклади технологічних схем вибілювання целюлози на реальних підприємствах целюлозно-паперової галузі. Напрями використання лігніну. Приклади застосування лігніну у виробництві композиційних матеріалів</i>	0,5
4	Написання модульної контрольної роботи	0,5
	Всього	2

Лабораторні роботи

Лабораторні роботи навчальної дисципліни «Хімія делігніфікації рослинної сировини» мають метою засвоєння студентами методів виділення лігніну з рослинних матеріалів і методів

його кількісного визначення, а також обговорення особливостей хімізму процесів, які протікають у процесі отримання технічної целюлози із різної рослинної сировини. Обсяг лабораторних робіт становить 4 години. Лабораторні заняття передбачають виконання наступних робіт:

№ з/п	Назва теми лабораторної роботи та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Визначення вмісту речовин, які екстрагуються спирто-бензольною сумішшю. Література: [8, с.21-23] Завдання на СРС: Приклади розрахунку вмісту основних функціональних груп лігніну	2
2	Визначення вмісту лігніну у рослинній сировині Література: [1, с. 8 -23] Завдання на СРС: Методи виділення лігніну. Література - [8, с. 36-39].	2
	Всього	4

Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів становить 106 годин вивчення курсу, включає підготовку до включає підготовку до лабораторних і практичних занять, написання **модульної контрольної роботи** та підготовку до заліку.

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанувати теоретичні основи і принципи дії хімічних реагентів на структурі одиниці лігніну у процесах делігніфікації рослинної сировини та матеріали дисципліни, що не увійшли до переліку лекційних, практичних і лабораторних занять. У процесі самостійної роботи в рамках навчальної дисципліни студенти мають навчатися самостійно аналізувати отримані нові знання та порівнювати їх з науковою та довідковою літературою.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Хімія лігніну		
1	Загальна характеристика лігніну. Його значення, утворення і вміст в рослинах. Фізичні властивості лігніну. Елементарний склад лігніну. Структурні одиниці макромолекули лігніну. Природа зв'язку з вуглеводами. Якісні кольорові реакції лігніну. Методи виділення лігніну з рослинних матеріалів і методи його кількісного визначення. Література: [1, с. 227-229]	6
2	Типи зв'язків в макромолекулах лігніну. Основні димерні структури лігніну. Функціональні групи лігнінів: ароматичний характер, метоксильні і гідроксильні групи, подвійні зв'язки, карбоксильні і карбонільні групи. Література: [1, с. 230-247]	8
3	Хімічні властивості лігніну. Методики визначення кисневого числа. Окислення лігніну. Кисневе число і продукти окислення. Гідратація і відновлення лігніну. Література: [1, с. 248-253]	8

4	<i>Хімічні властивості лігніну. Дія на лігнін азотної кислоти. Продукти відновлювальної деструкції. Сплавлення лігніну з лугом. Нітрування лігніну. Література: [1, с. 254-256]</i>	8
5	<i>Дія на лігнін галогенів. Метилування і ацетилування лігніну. Дія на лігнін гідролізуючих агентів. Дія розбавлених лугів. Дія спиртів на лігнін. Відмінності у структурі лігніну різних видів рослин. Література: [1, с. 257-263]</i>	6
6	<i>Визначення жорсткості (ступеню делігніфікації) целюлози методом Б'єркмана і методом Каппа. Визначення в'язкості целюлози у різних видах целюлози Література: [8, с. 40 -52]</i>	4
7	<i>Використання продуктів переробка відходів лігніну у різних галузях промисловості. Використання лігніну у виробництві плит. Література: [9, с. 203 -232]</i>	4
Розділ 2. Хімізм процесів, які протікають під час отримання технічної целюлози		
8	<i>Хімізм процесів делігніфікації у кислому середовищі. Хімізм сульфатного варіння. Інактивація лігніну. Хімізм бісульфатного варіння. Література: [1, с. 290-310]</i>	12
9	<i>Реакції конденсації лігніну у кислому та лужному середовищах. Лігносульфонові кислоти. Галузі і напрями використання лігносульфонатів Література: [1, с. 290-310]</i>	18
10	<i>Хімізм процесів делігніфікації рослинної сировини у лужному середовищі. Особливості хімізму сульфатного варіння. Роль сульфиду натрію. Лужний і сульфатний лігнін Практичне використання технічних лігнінів. Утилізація лігнінів і охорона навколишнього середовища. Література: [1, с. 310-336; 9, с. 233 -272]</i>	20
11	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	5
12	<i>Підготовка до заліку</i>	7
	Всього	106

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни, але їхня сума не може перевищувати 10% від рейтингової шкали;*

Зокрема, заохочувальні бали зараховуються через використання дистанційних профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студент має зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Списування під час контрольних робіт заборонені. Неприпустимі підказки та списування під час тестів, занять; здача заліку за іншого 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>.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестрова атестація
3	4	14	2	2	10	106	1	-	залік

Рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за відповіді під час експрес-контроль на лекціях; відповідях на практичних і лабораторних заняттях.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1) Відповіді на практичних заняттях:

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 3,33. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 1 практ. (відповідей) x 3 балів x 3,33 = 10 балів

Критерії оцінювання відповіді:

Бали	Повнота відповіді
3	«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
2	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
1	«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки
0	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).

2) *Відповіді на лабораторних роботах:*

Ваговий бал - 8. Ваговий коефіцієнт – 1,25. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 4 лаб (відповідей) x 8 балів x 1,25 = 40 балів

Критерії оцінювання відповіді:

<i>Бали</i>	<i>Повнота та ознаки відповіді</i>
<i>1</i>	<i>знання теоретичного матеріалу;</i>
<i>1</i>	<i>знання методик аналізу;</i>
<i>1</i>	<i>наявність протоколу виконання роботи у лабораторному журналі;</i>
<i>1</i>	<i>при виконанні лабораторних робіт одержані достовірні результати;</i>
<i>1</i>	<i>у звіті правильно виконані розрахунки;</i>
<i>1</i>	<i>наявність висновків у лабораторної роботи;</i>
<i>2</i>	<i>чіткі відповіді на запитання під час захист лабораторної роботи;</i>
<i>1</i>	<i>у відповіді є неточності та помилки під час захист лабораторної роботи;</i>
<i>0</i>	<i>відповіді не відповідають сформульованій темі; усі поставлені запитання залишилися без відповіді. Захист лабораторної роботи не зараховано.</i>
<i>8</i>	<i>Максимальна сума балів за лабораторну роботу</i>

3) *Виконання модульної контрольної роботи, яка складається із відповідей на 6 питань з різних розділів навчальної дисципліни і виконується у письмовому вигляді власноруч без застосування комп'ютерної техніки.*

Ваговий бал - 3. Ваговий коефіцієнт – 2,78. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює: 6 питань x 3 балів x 2,78 = 50 балів

Критерії оцінювання відповіді:

<i>Бали</i>	<i>Повнота відповіді</i>
<i>3</i>	<i>«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)</i>
<i>2</i>	<i>«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями</i>
<i>1</i>	<i>«задовільно», неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки</i>
<i>0</i>	<i>Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).</i>

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Необхідною умовою допуску до заліку є регулярні позитивні відповіді на лекціях, практичних і лабораторних заняттях, написання модульної контрольної роботи. Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає: $R = 10 + 40 + 50 = 100$ балів. Семестровим контролем є залік.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Необхідною умовою допуску до заліку є регулярні позитивні відповіді на лекціях, практичних і лабораторних заняттях, а також вчасне написання модульної контрольної роботи із стартовим рейтингом не менше 40 балів. Зі студентами, які набрали протягом семестру рейтинг менше 60 балів, або зі здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. При цьому всі бали, що були ним отримані протягом семестру скасовуються. Завдання контрольної роботи містить запитання, які відносяться до різних розділів програми. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

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

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Навести елементарні ланцюги лігніну хвойних порід деревини .
2. Охарактеризувати представники елементарних ланцюгів лігніну листяних порід деревини
3. Навести елементарні ланцюги лігніну однорічних рослин
4. Наведіть приклади етерного зв'язку між елементарними ланцюгами лігніну
5. Навести приклади зв'язку С - С між елементарними ланцюгами лігніну
6. Охарактеризувати функціональні групи лігніну. Навести реакції їх визначення.
7. Описати хімічні властивості лігніну
8. Навести реакції окислення лігніну
9. Навести реакцію хлорування лігніну
10. Навести реакцію конденсації лігніну при лужному середовищі
11. Навести реакцію конденсації лігніну при кислому середовищі
12. Охарактеризуйте хімічні реакції лігніну під час бісульфітного способу варіння целюлози
13. Охарактеризуйте хімічні реакції лігніну під час сульфитного способу варіння целюлози
14. Описати хімічні реакції лігніну під час нейтрально-сульфітного способу варіння целюлози
15. Навести хімічні реакції лігніну під час лужного способу варіння целюлози
16. Охарактеризувати хімічні реакції лігніну під час органосольвентного способу варіння целюлози.
17. Навести типи зв'язку між елементарними ланцюгами лігніну
18. Охарактеризуйте реакції нітрування лігніну
19. Описати реакції гідрогенолізу лігніну
20. Охарактеризуйте хімічні реакції лігніну під час сульфатного способу варіння целюлози.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ЕТРП (протокол № 17 від 23.05.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол № 11 від 28.06.2024 р.)