

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Інженерно-хімічний факультет**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

**Вченою радою ІХФ**

**(протокол № 3 від « 25 » « 04 » 2022 р.)**

**ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО**  
**ЕКЗАМЕНУ**

**здобувачів вищої освіти**

**освітнього ступеня «бакалавр»**

**за освітньо-професійною програмою Хімічні технології переробки**  
**деревини та рослинної сировини**  
**спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія**

**Розроблено та рекомендовано:**

**Кафедрою екології та технології**  
**рослинних полімерів**

**(протокол № 11 від « 24 » « 03 » 2022 р.)**

**Київ – 2022**

## Преамбула

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія, зокрема:

<b>ФАХОВІ КОМПЕТЕНТНОСТІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ (ФК)</b>	
ФК 9	Здатність володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у професійній діяльності
ФК 18	Здатність оцінювати досконалість технологічного процесу та раціонально використовувати паливно-енергетичні і сировинні ресурси
ФК 19	Здатність працювати з інформацією: знаходити, аналізувати й використовувати науково-технічну інформацію з різних джерел, необхідну для вирішення експериментальних, проектних і практичних завдань у професійній діяльності
ФК 20	Здатність застосовувати системи автоматизованого проектування для розробки конструкторської документації і конструювання деталей машин, механізмів та хімічного обладнання
ФК 31	Здатність до розробки ефективних хіміко-технологічних процесів, проектування та експлуатації хімічного обладнання
ФК 32	Здатність раціонально використовувати ресурси рослинної сировини та визначати напрями її переробки
ФК 33	Здатність розробляти ресурсозберігаючі, екологічно безпечні технології одержання волокнистих напівфабрикатів, паперу, картону та інших продуктів із рослинної сировини
<b>ЗНАННЯ</b>	
ЗН 13	математичних моделей для розв'язання задач керування, оптимізації і проектування хіміко-технологічних процесів
ЗН 17	державних і міжнародних стандартів для розроблення конструкторсько-технологічної документації
ЗН 21	шляхів вирішення екологічних проблем виробництва, підходів щодо контролю стану навколишнього середовища та оцінки промислового впливу на довкілля
ЗН 23	теоретичних основ аналізу досконалості технологічних процесів і промислового обладнання, основ енергозбереження
ЗН 24	методів і технологій обробки, зберігання, передачі інформації, засобів електронної комунікації
ЗН 25	програмних продуктів для розробки конструкторських документів
<b>УМІННЯ</b>	
УМ 4	планувати та проводити експериментальні дослідження, оформлювати їх результати

УМ 5	виконувати розрахунки складу хімічних систем для розробки технологічних процесів
УМ 13	оцінювати технологічні процеси та обладнання на відповідність стандартам безпеки і гігієни праці
УМ 14	обирати та експлуатувати засоби колективного та індивідуального захисту; кваліфіковано діяти в умовах надзвичайних ситуацій
УМ 15	обирати типові методи і прилади для контролю і регулювання технологічних процесів хімічних виробництв
УМ 17	моделювати та визначити засоби оптимізації хіміко-технологічних процесів
УМ 22	приймати рішення щодо підвищення економічної ефективності хімічного підприємства
УМ 25	визначати забруднювачі та вплив виробництва на довкілля, обирати природоохоронні заходи
УМ 29	виконувати пошук інформації в базах даних, аналізувати та застосовувати її
УМ 30	виконувати кресленики
УМ 32	перекладати спеціалізовані тексти з іноземної мови, робити доповіді та готувати презентації
УМ 35	готувати тексти і виголошувати промови; володіти полемічним мистецтвом
УМ 39	виконувати проекти, звіти; готувати презентації; вести дискусію з фахівцями
УМ 40	користуючись ПЕОМ, виконувати обчислення параметрів досліджуваних процесів
УМ 41	обирати методи хімічної переробки рослинної сировини
УМ 42	проектувати та реалізувати процеси одержання волокнистих напівфабрикатів, похідних целюлози, паперу, картону та інших продуктів переробки рослинної сировини
УМ 43	визначати умови очищення води, обирати обладнання для очищення води різними методами

Для перевірки вищезазначених результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено питання з таких навчальних дисциплін:

- Хімія деревини та синтетичних полімерів
- Технологія целюлози
- Технологія виробництва деревної маси та комплексна хімічна переробка деревини
- Технологія паперу та картону
- Основи проектування підприємств целюлозно-паперового виробництва

Розробники програми:

Гомеля М.Д., д.т.н., професор, завідувач кафедри Е та ТРП

Галиш В.В., к.х.н., доцент, доцент кафедри Е та ТРП

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ**

Для комплексного випускного екзамену за освітньою програмою підготовки бакалаврів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія передбачено 20 екзаменаційних білетів. Екзаменаційний білет складається з 3-х теоретичних питань.

Методика проведення комплексного випускного екзамену. Члени екзаменаційної комісії з комплексного випускного екзамену інформують студентів про порядок проведення і оформлення робіт, видають студентам екзаменаційні білети за варіантами.

Тривалість комплексного випускного екзамену за освітньою програмою підготовки бакалаврів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія - не більше 3-х академічних годин (135 хв.). На організаційну частину комплексного випускного екзамену (пояснення щодо проведення, оформлення і критеріїв оцінювання випробування, видача білетів) відводиться 10 хвилин від всього часу на комплексний випускний екзамен, на відповіді на кожне з трьох рівновагових питань екзаменаційного білету студенту дається по 40 хвилин і на заключну частину (збір письмових робіт у випускників членами конкурсної комісії) - 5 хвилин.

По закінченню часу, який відведено на складання комплексного випускного екзамену, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання. Оцінка проводиться всіма членами комісії. Члени екзаменаційної комісії приймають спільне рішення щодо оцінки відповіді на кожне питання екзаменаційного білета. Підведення підсумку комплексного випускного екзамену здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість.

При проведенні випускного екзамену голова ЕК має бути обов'язково присутнім при виконанні студентами екзаменаційної контрольної роботи. Після її закінчення голова ЕК розподіляє контрольні роботи (окремі питання робіт) студентів для перевірки членами ЕК. Голова ЕК обов'язково має перевірити екзаменаційні роботи, які оцінені на «відмінно», а також вибірково декілька інших робіт студентів.

Результати письмового випускного екзамену голова ЕК оголошує студентам після перевірки робіт не пізніше наступного дня.

Результати письмового комплексного випускного екзамену можуть бути оскаржені у порядку, передбаченому Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

### **ОСНОВНИЙ ВИКЛАД**

Повний перелік навчального матеріалу з дисциплін, які виносяться на комплексний випускний екзамен за освітньою програмою підготовки бакалаврів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

## Технологія целюлози

Кругообіг лугу та сірки при сульфатному способі варіння целюлози. Способи прояснення щолоків після каустизації та основні чинники, що впливають на цей процес. Технологічна схема СРК та основні процеси, що перебігають при спалюванні щолоків. Регенерація вапна зі шламу після каустизації зеленого щолоку. Загальна схема виробництва целюлози сульфатним способом. Класифікація способів одержання целюлози та їх коротка характеристика. Техніка сульфатного варіння. Основні технологічні чинники, які впливають на процес. Характеристика складу відпрацьованих сульфатних щолоків та схема їх підготовки для біохімічного перероблення. Сучасні варіанти сульфатного варіння, які використовуються, характеристика складу розчинів, основні параметри варіння та області використання одержаного напівфабрикату. Одержання із відпрацьованих сульфатних щолоків етилового спирту та білкових кромових дріжджів. Способи випорожнення варильних котлів після сульфатного та сульфатного варіння. Їх вплив на якість волокна та техніко- економічні показники процесу. Мокре очищення та охолодження газів після спалювання сірки. Способи промивання целюлози. Основні чинники, які впливають на процес та основні показники, що характеризують промивання. Використання побічних продуктів сульфатного варіння целюлози. Загальна технологічна схема виробництва целюлози сульфатним способом. Целюлоза та її основні властивості. Переваги та недоліки сульфатного та сульфатного способів одержання целюлози. Области їх застосування. Техніка сульфатного варіння. Основні технологічні чинники процесу. Підготовка відпрацьованих сульфатних щолоків до випарювання та загальна схема випарної установки. Загальна характеристика складу зеленого та білого щолоку сульфатного способу варіння. Схема одержання варильного розчину для сульфатного варіння. Одержання диоксиду хлору та його використання при вибілюванні целюлози. Умови вибілювання. Переваги та недоліки сульфатного та сульфатного способів одержання целюлози. Области їх застосування. Техніка сульфатного варіння. Основні технологічні чинники процесу. Основні процеси, які перебігають з лігніном та вуглеводами при сульфатному варінні целюлози. Основні властивості хлору і його сполук, як вибілюючих реагентів. Теорія процесу сушіння целюлози. Способи сушіння. Вплив умов сушіння на якість целюлози. Варіння целюлози з попереднім гідролізом. Використання гідролізату. Використання кисню і пероксиду водню для вибілювання целюлози. Умови вибілювання та екологічна доцільність їх використання порівняно із сполуками хлору. Сучасні тенденції процесу вибілювання целюлози. Відмінні особливості процесів варіння та вибілювання целюлози призначеної для виробництва паперу і для хімічного перероблення. Сутність процесу варіння за методом холодного видудання. Сутність натронного способу одержання целюлози, його переваги та недоліки. Способи регенерації  $\text{SO}_2$  та тепла при сульфатному варінні. Вимоги до регенераційних установок.

## **Технологія виробництва деревної маси та комплексна хімічна переробка деревини**

Виробництво хіміко-термомеханічної маси (основні етапи, області використання). Особливості виробництва деревної маси під тиском. Види деревної маси, їх відмінні особливості та області їх застосування. Види деревної (механічної) маси та їх призначення. Чинники, що впливають на процес дефібрування деревної маси. Особливості ХТММ/ХММ з хвойної і листяної деревини. Виробництво дефібрерної деревної маси. Деревина, як сировина для ЦПП. Загальна характеристика. Основні властивості хвойної і листяної деревини. Виробництво термомеханічної маси (основні етапи, області використання). Обкорування деревини. Мета і способи обкорування. Механізм для обкорування. Основні показники якості деревної маси, як напівфабрикату ЦПВ. Сортування та очищення деревної маси. Принцип роботи основного обладнання. Латентність та її усунення. Деревна маса, як напівфабрикат. Загальна характеристика, властивості використання. Виробництво волокнистих напівфабрикатів високого виходу. Види деревної маси - коротка порівняльна характеристика.

## **Технологія паперу та картону**

Ступінь проклеювання паперової маси. Теорія проклеювання. Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону. Анатомічна будова та хімічний склад рослинних волокон. Розмелювання. Сучасні погляди на процес їх розмелювання при приготуванні паперової маси. Типи дискових млинів. Їх відмінності від інших розмелювальних апаратів. Основні технологічні характеристики дискових млинів (та інших розмелювальних апаратів). Очищення паперової маси на вузлуловлювачах з одним і двома ситами. Приготування паперової маси із макулатури. Вплив наповнювачів на основні властивості паперу. Сучасні чинники, які впливають на процес проклеювання. Відмінності процесів приготування паперової маси, призначеної для виробництва газетного, писального друкарського паперу. Основні чинники, які впливають на процес розмелювання волокна. Сучасний стан та перспективи розвитку целюлозно-паперового виробництва в Україні. Принцип роботи основного обладнання для вилучення із маси різного роду включень, а також для деаерації. Роль сірчаноокислого алюмінію та інших його сполук при проклеюванні паперу. Утримування наповнювачів в паперовій масі та основні чинники, що впливають на цей процес. Типи розмелювальних апаратів та їх вплив на процес розмелювання волокна. Загальні вимоги до наповнювачів паперової маси, їх коротка характеристика. Вплив процесу розмелювання на основні властивості паперу. Розпускання волокнистих напівфабрикатів у гідророзбивачах різного типу. Основні чинники, що впливають на процес розмелювання волокна. Загальна технологічна схема виробництва паперу та картону. Наповнювачі та їх вплив на основні властивості паперу. Забарвлення і підфарбовування паперу. Особливості фарбування при застосуванні барвників різних груп.

## **Хімія деревини та синтетичних полімерів**

Характеристика основних видів рослинної сировини для виробництва напівфабрикатів. Відмінні особливості їх хімічного складу та анатомічної будови. Основні види волокнистих напівфабрикатів. Їх класифікація за способом одержання, виходом із сировини і ступенем проварювання. Области застосування. Целюлоза. Її вміст в рослинній сировині, хімічна будова та основні властивості. Лігнін. Його вміст в рослинній сировині, хімічна будова та основні властивості. Основні процеси, які перебігають з лігніном та вуглеводами при сульфїтному варінні. Особливості виробництва целюлози із однорічних рослин порівняно з деревиною.

### **Основи проектування підприємств целюлозно-паперового виробництва**

Загальні вимоги до проектування генеральних планів підприємств ЦПВ. Основні вимоги до складання компоновальних планів та розрізів будівель ЦПВ.

## **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

На комплексному випускному екзамені за освітньою програмою підготовки бакалаврів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія за змістом завдань в екзаменаційному білеті немає необхідності використання допоміжного матеріалу (довідники, прилади, тощо).

### **Критерії оцінювання комплексного випускного екзамену**

На комплексному випускному екзамені студент отримує екзаменаційний білет, який включає три питання з переліку зазначених вище тем і розділів навчальних дисциплін.

#### **Максимальний ваговий бал за перше питання - 34**

- повна відповідь з виведенням формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 90 % потрібної інформації) - 34...31 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80 % потрібної інформації) - 30...27 балів;
- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 70 % потрібної інформації) - 26...23 бали;
- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 60 % потрібної інформації) - 22...20 балів;
- неповна відповідь, в якій відсутні принципovi неточности (не менше 50 % потрібної інформації) - 19...17 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими

неточностями (менше 50 % потрібної інформації) - 1...16 балів;

- відсутність відповіді - 0 балів.

**Максимальний ваговий бал за друге питання - 33**

- повна відповідь з виведенням формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 90 % потрібної інформації) - 33...31 балів;

- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80 % потрібної інформації) - 30...27 балів;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 70 % потрібної інформації) - 26...23 бали;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 60 % потрібної інформації) - 22...20 балів;

- неповна відповідь, в якій відсутні принципovi неточності (не менше 50 % потрібної інформації) - 19...17 балів;

- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими неточностями (менше 50 % потрібної інформації) - 1...16 балів;

- відсутність відповіді - 0 балів.

**Максимальний ваговий бал за третє питання - 33**

- повна відповідь з виведенням формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 90 % потрібної інформації) - 33...31 балів;

- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80 % потрібної інформації) - 30...27 балів;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 70 % потрібної інформації) - 26...23 бали;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 60 % потрібної інформації) - 22...20 балів;

- неповна відповідь, в якій відсутні принципovi неточності (не менше 50 % потрібної інформації) - 19...17 балів;

- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими неточностями (менше 50 % потрібної інформації) - 1...16 балів;

- відсутність відповіді - 0 балів.

Загальна оцінка за комплексний випускний екзамен за освітньою програмою підготовки бакалаврів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія обчислюється як проста арифметична сума вагових балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами комплексного випускного екзамену студент може набрати від 0 до 100 балів.

Залежно від загальної суми отриманих балів студенту, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка за 100 бальною шкалою.

Бали	Оцінки
95...100	«Відмінно»
85...94	«Дуже добре»
75...84	«Добре»
65...74	«Задовільно»
60...64	«Достатньо»
Менше 60	«Незадовільно»

### Приклади типових завдань комплексного випускного екзамену

1. Проаналізуйте вплив основних чинників на ефективність та економічність процесу розмелювання волокнистих напівфабрикатів.
2. Наведіть схему одержання варильного розчину для сульфатного варіння целюлози.
3. Перелічіть основні вимоги до складання компоновальних планів та розрізів будівель ЦПВ.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Никитин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы. М.: Лесн. промышленность, 1978 – 368 с.
2. Богомолов Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений. М.: Лесн. промышленность, 1973 – 401 с.
3. Химия древесины. Под ред. Б.А. Браунинга М.: Лесн. промышленность, 1967.
4. Рогозин З.А. Химия целлюлозы. М.: Издательство «Химия», 1972 – 520 с.
5. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы. – т. 1. Производство сульфитной целлюлозы. – М.: Лесн. промышленность, 1976. – 624 с.
6. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. – т. 2. Производство сульфатной целлюлозы. – М.: Лесн. промышленность, 1990. – 597 с.
7. Непенин Н.Н., Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. – т. 3. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы получения целлюлозы. – М.: Экология, 1994. – 592 с.
8. Примаков С.Ф. Производства сульфитной целлюлозы. – М.: Экология, 1993. – 272 с.
9. Технология целлюлозы бумажного производства. В 3 т. т. 1 Сырье и производство полуфабрикатов. ч. 2. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.
10. Пузырев С.С. Современная технология механической массы. т. 1 Дефибрерная древесинная масса полученная под давлением. – СПб.: ТОО «СЭТАР», 1995. – 70 с.
11. Пузырев С.С. Современная технология механической массы. т. 2 Механическая масса из щепы. – СПб.: ООО «ВЕСП», 1996. – 236 с.
12. Шамко В.Е. Полуфабрикаты высокого выхода. – М.: Лесн. промышленность, 1989. – 320 с.

13. Пен Р. Технология древесной массы. Учебное пособие. – Красноярск.: КГТА, 1997 – 220 с.
14. Технология целлюлозно – бумажного производства. В 3 т. т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. ч. 3. Производство полуфабрикатов – СПб.: Политехника, 2004. – 316 с.
15. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навчальний посібник для вузів. – Київ.: ЕКМО, 2002. – 396 с.
16. Богомол Г.М. Формование многослойного картона. – М.: Лесн. промышленность, 1982. – 264 с.
17. Свойства бумаги. Изд. 2-е, испр. и доп. Фляте Д.М. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 648 с.
18. Жудро С.Г. Проектирование целлюлозно-бумажного предприятия. – М.: Лесн. промышленность, 1981. – 303 с.
19. Буренин В.А., Ливчак И.Ф., Иванова Н.Н. Основы промышленного строительства и санитарной техники. – М.: Высш. Школа, 1974. – 391 с.