

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Вченої ради  
інженерно-хімічного факультету  
\_\_\_\_\_ Є.М. Панов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова Вченої ради  
Видавничо-поліграфічного інституту  
\_\_\_\_\_ Т.Ю. Киричок  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова Вченої ради факультету біотехнології  
\_\_\_\_\_ О.М. Дуган  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 13 –МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ**

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 133 – ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Ухвалено Вченою радою інженерно-хімічного факультету  
(протокол № 3 від 25 березня 2019 р.)  
Ухвалено Вченою радою Видавничо-поліграфічного інституту  
(протокол № 7 від 30 січня 2020 р.)  
Ухвалено Вченою радою факультету біотехнології  
(протокол № 7 від 24 лютого.2020 р.)

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2020

## ВСТУП

Мета програми вступного комплексного фахового випробування для вступу на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти для здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» полягає у визначенні у вступників здатності до подальшого навчання за фахом.

Задача програми вступного комплексного фахового випробування для вступу на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» – донести до відома вступника комплекс питань, винесених на іспит, форму його проведення і критерії оцінювання.

Програма вступного комплексного фахового випробування для вступу на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» має наступну структуру:

- вступ;
- основний виклад;
- прикінцеві положення;
- список літератури;
- перелік розробників програми.

Програма вступного комплексного фахового випробування для вступу на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» вміщує навчальний матеріал з дисципліни, які викладаються студентам, що навчалися за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» та представлені у екзаменаційних білетах. Для вступного комплексного фахового випробування на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» передбачено 40 екзаменаційних білетів. Екзаменаційний білет складається з 3-х теоретичних питань.

Методика проведення вступного комплексного фахового випробування. Члени конкурсної комісії з комплексного фахового випробування інформують вступників про порядок проведення і оформлення робіт з фахового випробування, видають вступникам екзаменаційні білети за варіантами і спеціально роздруковані листи для оформлення робіт, які потрібно підписати, зробити в них письмові відповіді на питання екзаменаційного білету і поставити наприкінці листа дату і особистий підпис вступника.

Тривалість вступного комплексного фахового випробування – не більше 3-х академічних годин (135 хв.) без перерви. На організаційну частину комплексного фахового випробування (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання випробування, видача білетів і листів для оформлення роботи) відводиться 20 хвилин від всього часу на фахового випробування, на відповіді на кожне з трьох рівновагових питань екзаменаційного білету вступнику дається по 35 хвилин і на заключну частину (збір білетів і письмових робіт у випускників членами конкурсної комісії) - 10 хвилин.

По закінченні часу, відведеного на складання фахового випробування, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання. Оцінка проводиться всіма членами комісії. Члени конкурсної комісії приймають спільне рішення щодо оцінки відповіді на кожне питання екзаменаційного білета. Такі оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента.

Підведення підсумку комплексного фахового випробування здійснюється шляхом занесення балів у протокол. З результатами іспиту студент ознайомлюється після закінчення іспиту.

Результати письмового комплексного фахового випробування можуть бути оскаржені в порядку, передбаченому для оскарження рішень конкурсної комісії.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

У розділах, винесених на комплексне фахове випробування вивчається теорія основних процесів, принципи побудови та методи розрахунків машин та апаратів, які використовуються для проведення цих процесів. Аналіз закономірностей проходження основних процесів та розробка узагальнених методів розрахунків апаратів та машин проводиться на основі фундаментальних законів фізики, хімії, термодинаміки, економіки та інших наук.

Фундаментальні дисципліни ґрунтуються на знаходженні аналогії зовні різнорідних процесів та апаратів незалежно від галузі, в якій вони використовуються. В них вивчаються закономір-

ності переходу від лабораторних процесів та апаратів до промислових.

Це фундаментальні дисципліни, які є важливими розділами теоретичних знань галузевого машинобудування. В той же час це складова частина комплексу дисциплін, які висвітлюють різні аспекти теоретичних положень галузевого машинобудування як науки, і її закономірності можуть бути використані під час розробки найбільш ефективних з техніко-економічної точки зору процесів будь-яких машин та апаратів.

Повний перелік навчального матеріалу, який виноситься на вступне комплексне фахове випробування для вступу на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» наведено нижче.

## **ГІДРОМЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ**

### **Основи гідродинаміки**

Роль гідромеханічних процесів у хімічній технології. Класифікація та характеристика неоднорідних систем. Класифікація гідромеханічних процесів. Матеріальний баланс гідромеханічних процесів.

Основні характеристики потоку. Режими течії. Пояснити рівняння нерозривності. Вивести рівняння руху та рівняння Нав'є-Стокса. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Пояснити утворення пограничного шару. Аналіз рівнянь Нав'є-Стокса методами теорії подібності. Узагальнені (критеріальні) рівняння гідродинаміки. Основи гідродинаміки двофазних потоків. Фізико-хімічні засади механіки дисперсних систем.

### **Розділення неоднорідних систем**

Класифікація неоднорідних систем за агрегатним станом дисперсійного середовища та дисперсної фази.

Фізична модель осадження в полі гравітаційних сил. Вивести диференційне рівняння осідання в полі сил тяжіння. Одержати критеріальне рівняння для розрахунку швидкості осідання методом теорії подібності. Пояснити фізичну суть стисненого осідання в рідинних відстійниках. Матеріальний баланс рідинного відстійника. Типові конструкції газових та рідинних відстійників. Алгоритм розрахунку газових та рідинних відстійників.

Фізична суть процесу осадження в полі відцентрових сил та приклади його застосування в хімічній та нафтохімічній технологіях. Вивести диференціальне рівняння осідання в полі відцентрових сил. Одержати критеріальні залежності для визначення швидкості осідання твердих частинок в полі відцентрових сил. Порівняти швидкості осідання твердих частинок в гравітаційному та відцентровому полі. Вивести модифікований критерій Архімеда. Фактор розділення. Типові конструкції циклонів. Апарат із зустрічними закрученими потоками. Фізична модель розділення рідких неоднорідних систем в гідроциклонах. Фактори які впливають на ефективність розділення в гідроциклонах. Область застосування. Основні конструкції гідроциклонів. Методика розрахунку гідроциклонів. Центрифуги для розділення суспензій відстійного типу. Класифікація центрифуг. Матеріальний баланс центрифуги. Вивести формулу для фактору розділення. Обґрунтувати параметри, які суттєво впливають на фактор розділення. Вивід рівняння поверхні розділення в барабані центрифуги. Визначення середнього та внутрішнього радіусу шару осаду в барабані центрифуги. Особливості конструкції барабану центрифуги. Типові конструкції центрифуг відстійного типу періодичної та безперервної дії. Центрифуги для розділення емульсій. Сепаратори для розділення рідин. Розрахунок продуктивності періодичного та безперервного процесу центрифугування. Порядок розрахунку відстійних центрифуг. Фільтруючі центрифуги. Визначення рушійної сили процесу у фільтруючих центрифугах. Типові конструкції фільтруючих центрифуг періодичної та безперервної дії. Порядок розрахунку фільтруючих центрифуг. Вивести залежності основних витрат потужності центрифуг в пусковий та робочий періоди.

## **Фільтрування**

Фізична сутність процесу фільтрації газових та рідинних неоднорідних систем. Типи фільтруючих перегородок для фільтрування газових неоднорідних систем та особливості їх застосування в хімічній та нафтохімічній промисловості. Конструкції рукавних, керамічних та металокерамічних фільтрів та фільтрів із зернистим рухомим шаром. Особливості фільтрування суспензій. Фактори, які впливають на швидкість фільтрації. Виведення диференційного рівняння руху рідини, що не стискується в порах осаду. Виведення основного рівняння фільтрації. Виведення критеріальної залежності для процесу фільтрації. Визначення еквівалентного діаметру пор осаду. Перетворення основного рівняння фільтрування при постійному тиску та постійній швидкості. Типові конструкції фільтрів періодичної та безперервної дії з різними способами формування рушійної сили. Порядок розрахунку газових фільтрів та фільтрів для суспензій безперервної дії (стрічкового та барабанного).

## **Перемішування у рідкому середовищі**

Фізична сутність процесу перемішування і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Інтенсивність та ефективність перемішування. Перетворення критеріїв Рейнольдса та Ейлера для мішалок. Виведення залежності для розрахунку витрат потужності для мішалок в пусковий та робочий періоди. Пневматичне, циркуляційне та кавітаційне перемішування. Типи механічних мішалок. Перемішування ньютонівських рідин. Порядок вибору мішалок.

## **Псевдозрідження**

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Гідродинамічні основи процесу псевдозрідження. Крива псевдозрідження. Визначення швидкостей початку псевдозрідження і початку виносу. Види структур псевдозрідженого шару. Розрахунок гідравлічного опору в псевдозрідженому шарі. Порядок розрахунку апарату із псевдозрідженим шаром. Навести основні типи газорозподільчих решіток.

# **МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ**

## **Подрібнення матеріалів**

Теоретичні основи процесів подрібнення. Подрібнення матеріалів. Призначення процесів. Основний принцип процесу подрібнення. Основні фактори процесу подрібнення: витрати енергії і ступінь подрібнення.

Гранулометрія. Визначення середньозваженого розміру матеріалу. Номінальна і середня ступінь подрібнення. Класифікація матеріалів за крупністю та фізико-механічними властивостями. Подрібнення і помел.

Способи подрібнення матеріалів, їх аналіз. Робота та потужність подрібнення. Три теорії подрібнення, їх аналіз і можливості застосування. Застосування об'ємної теорії для розрахунку потужності шоквої дробарки. Потужність процесу подрібнення. Напружений стан твердого тіла. Формула потужності подрібнення і її аналіз. Шокові дробарки. Основні конструкції. Кут захвату. Число обертів, продуктивність, потужність. Конусні дробарки. Область застосування. Основні конструкції машин з крутим конусом та грибовидною головкою. Основні параметри конусних дробарок з крутим конусом. Кут захвату. Число обертів. Продуктивність. Потужність. Основні параметри дробарок з пологим конусом, грибовидною головкою. Число обертів (максимальне і оптимальне). Продуктивність, потужність.

Проміжне подрібнення. Валкові дробарки. Область застосування. Кут захвату. Співвідношення між розмірами подріблюваного матеріалу і валків. Продуктивність. Максимальне число обертів. Потужність. Молоткові дробарки. Область застосування. Основні конструкції. Теорія роботи молоткової дробарки. Розрахунки параметрів дробарки.

Грубий помел. Бігуни. Область застосування. Основні конструкції. Співвідношення між

розмірами подріблюваного матеріалу і розмірами котків. Число обертів при обертанні котків і чаші. Різні методи розвантаження бігунів. Потужність приводу, продуктивність. Роликові млини. Принципи роботи і область застосування. Типи роликів кільцевих млинів: з центробіжним натиском на ролики та кулі. Будова, робота та деякі параметричні і силові розрахунки. Молоткові, шахтні та пневматичні млини. Дезінтегратори. Конструкції і основні розрахунки.

Тонкий та сверхтонкий помел. Кульові млини. Область застосування. Класифікація млинів, їх основні конструкції. Млини однокамерні та багатокамерні. Число обертів млинів. Продуктивність. Аналіз рівняння для визначення продуктивності. Замкнутий цикл роботи кульового млина. Ступінь завантаження мелючими тілами і оптимальні умови роботи млинів. Потужність. Вібромлини. Область їх застосування. Основні конструкції. Методи розрахунків основних параметрів (потужність, опори, дебаланси). Млини колоїдні. Основні види. Конструктивні особливості. Принцип роботи.

Механічне сортування матеріалів. Класифікація матеріалів по крупності. Призначення процесу. Способи класифікації: від мілкого до крупного і навпаки. Грохоти, їх класифікація. Грохоти, які хитаються і обертаються. Дротяні сита, їх маркировка. ККД грохота. Методи визначення продуктивності грохотів. Гиращіні грохоти. Числа обертів в залежності від напрямку руху матеріалів. Потужність і продуктивність. Конструкції гиращіних грохотів. Горизонтальні грохоти на похилих гнучких стійках. Число обертів в залежності від напрямку руху матеріалу. Врівноважування грохотів. Розрахунки гнучких стійок. Потужність приводу. Розрахунки продуктивності. Інерційні грохоти. Направлений та ненаправлений дебаланси. Розрахунки дебалансів та пружин. Потужність і продуктивність. Напіввібраційні грохоти.

## ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ

### Основи теплопередачі

Роль теплових процесів в хімічній та нафтохімічній технології. Тепловий баланс. Промислові теплоносії. Способи організації теплообміну зі зміною агрегатного стану.

Види теплових процесів, їх особливості. Основне рівняння теплопередачі. Рушійна сила теплових процесів. Обчислення середньої різниці температур для прямого, перехресного та змішаного току. Коефіцієнти теплопередачі та тепловіддачі.

Теплопровідність. Закон Фур'є–Біо. Температурний градієнт. Коефіцієнти теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності Фур'є–Кірхгофа. Формули для розрахунків теплопередачі через плоскі та циліндричні стінки за стаціонарного теплового режиму. Термічні опори. Методика рішень задач у випадках нестаціонарних теплових режимів.

Конвективний теплообмін. Види руху рідин та газів (вільна та вимушена конвекція). Режими руху рідин і газів (ламінальний, турбулентний). Закон Ньютона–Ріхмана. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Коефіцієнти тепловіддачі та теплопередачі, методика визначення і розрахунків коефіцієнтів. Рівняння подібності (критеріальні рівняння) для процесів конвективного теплообміну, методика їх інженерного застосування. Тепловіддача в неньютонівських рідинах.

Теплообмін випромінюванням: фізичні особливості процесу. Основні закони випромінювання (Планка, Стефана–Больцмана, Кірхгофа). Складні (радіаційно-конвективні) процеси теплообміну, їх особливості. Коефіцієнти тепловіддачі при випромінюванні.

Теплообмін при змінах агрегатного стану. Тепловіддача при кипінні, конденсації, плавленні, твердінні. Теплообмін з зернистими шарами і насадками.

### Нагрівання, охолодження

Значення нагрівання, охолодження, конденсації при реалізації хіміко-технологічних та нафтохімічних процесів. Межі застосування температур та вибір відповідного теплоносія або охолоджуючого агента.

Нагрівання водяною парою, димовими газами, проміжними теплоносіями, електричним

струмом. Охолодження водою, повітрям, льодом.

Конденсація поверхнева та змішана. Конденсація парогазових сумішей.

Класифікація теплообмінної апаратури. Теплообмінники рекуперативного типу. Теплообмінники кожухотрубчасті одно- та багатোধодові, спіральні, ребристі, пластинчаті та ін. Теплообмінна апаратура регенеративного типу. Визначення оптимальних швидкостей теплоносіїв та кінцевих перепадів температур. Алгоритм розрахунку теплообмінної апаратури рекуперативного та регенеративного типу. Конденсатори змішання, алгоритм їх розрахунку.

Обладнання та устаткування для проведення процесів біосинтезу. Класифікація ферментаційного обладнання. Аеробні та анаеробні умови культивування мікроорганізмів.

Вимоги до стерильності проведення процесів біосинтезу. Типова апаратура для підготовки поживних середовищ.

Стерилізаційні процедури. Устаткування для періодичної і безперервної стерилізації. Інженерна реалізація способів стерилізації апаратури та комунікації. Вибір лінії УНС і технологічні розрахунки лінії.

Методи стерилізації повітря під час культивування мікроорганізмів. Розрахунок коефіцієнтів осадження для різних механізмів осадження. Типи фільтрувальних матеріалів для стерилізації повітря, їх вибір. Розрахунок висоти набивного фільтра для стерилізації повітря залежно від обраного критерію стерилізації, фільтрувального матеріалу і швидкості руху повітря у фільтрі. Апаратура для стерилізації аераційного повітря. Методи стерилізації повітря під час культивування мікроорганізмів. Розрахунок коефіцієнтів осадження для різних механізмів осадження. Типи фільтрувальних матеріалів для стерилізації повітря, їх вибір. Розрахунок висоти набивного фільтра для стерилізації повітря залежно від обраного критерію стерилізації, фільтрувального матеріалу і швидкості руху повітря у фільтрі. Апаратура для стерилізації аераційного повітря.

## **Випарювання**

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Випарювання під тиском і вакуумом. Однократне випарювання. Схема однокорпусної випарної установки. Матеріальний та тепловий баланс однократного випарювання. Теплота розчинення. Загальна та корисна різниця температур. Визначення загальної різниці температур з урахуванням температурної та гідростатичної депресій. Гідравлічні втрати. Визначення витрат гріючої пари та площі поверхні теплообміну. Питомі витрати гріючої пари.

Багатократне випарювання. Сутність та переваги багатократного випарювання. Прямотечійні, протитечійні багатокорпусні випарні установки та установки з тепловим насосом. Порівняльна характеристика різних схем випарювання. Матеріальний та тепловий баланси багатократного випарювання. Розподіл загальної різниці температур в багатокорпусній випарній установці. Розподіл корисної різниці температур по корпусам. Оптимальна кількість корпусів в установках багатократного випарювання. Конструкції випарних апаратів і їх класифікація. Випарні апарати з природною та вимушеною циркуляцією. Гравітаційні та роторні випарні апарати. Алгоритм розрахунку випарних установок.

## **Штучне охолодження**

Пояснити фізичну суть перенесення теплоти з низького на високий температурний рівень.

Зворотний цикл Карно. Холодильний коефіцієнт. Охолодження при ізоентропійному та ізоентальпійному розширенні. Температура інверсії .

Помірне охолодження. Способи помірною охолодження. Парокомпресійні холодильні установки. Холодильні агенти. Цикли з сухим ходом компресора. Побудова циклів в T-S та P-I діаграмах, визначення питомої холодопродуктивності, теплового навантаження теплообмінної апаратури, витрати холодоагенту та розрахунок потужності компресора. Схеми пароводяної, електричної та абсорбційної холодильних установок. Схема розрахунку установок помірною охолодження.

Глибоке охолодження. Мінімальна робота для зрідження газів. Ступеневе охолодження із

застосуванням проміжних холодильних агрегатів. Регенеративний цикл з ізоентальпійним розширенням стиснутого газу. Алгоритм розрахунку установок глибокого охолодження.

## **МАСООБМІНІ ПРОЦЕСИ**

### **Основи масопередачі**

Фізична сутність процесу масопередачі. Стан рівноваги. Правило фаз. Механізм процесу масопередачі. Молекулярна, турбулентна та конвективна дифузії. Моделі дифузійних процесів. Перший закон Фіка. Вивести диференційне рівняння молекулярної та конвективної дифузії. Сформулювати основне рівняння конвективної дифузії. Вивести рівняння на межі розділу фаз. Вивести критерії подібності та критеріальні залежності для масообмінних процесів.

Матеріальний баланс процесів масообміну для абсорбції. Вивести рівняння робочої лінії процесу для абсорбції для випадків коли лінія рівноваги пряма та крива. Визначення середньої рушійної сили процесу, коли лінія рівноваги прямі і крива. Провести перетворення основного рівняння масопередачі для насадкових апаратів. Пояснити фізичну суть числа і висоти одиниць масопереносу. Вивести залежність коефіцієнта масопередачі. Порядок розрахунку масообмінних апаратів. Визначення висоти насадкових апаратів. Визначення числа дійсних тарілок за кінетичними кривими.

Масопередача в системах з твердою фазою. Масопровідність. Проаналізувати дифенційне рівняння масопровідності. Коефіцієнт масопровідності. Критеріальне рівняння масопередачі в системах з твердою фазою.

Явища переносу в газорідних системах. Перенос речовини в біореакторах. Технології для отримання води очищеної та води для ін'єкцій. Характеристика та цільове призначення води у фармацевтичному виробництві. Типові технології для отримання води очищеної та води для ін'єкцій. Особливості процесів переносу кисню в біореакторах. Газорідні системи. Газовміст пін та міжфазна поверхня. Реологічні властивості газорідних систем. Перенос імпульсу в газорідних системах. Явища переносу в газорідних системах. Перенос речовини в біореакторах

### **Абсорбція і десорбція**

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах абсорбції. Фізична та хімічна абсорбція. Матеріальний та тепловий баланси абсорбції. Визначення мінімальних витрат поглинача. Неізотермічна абсорбція. Десорбція. Кінетика процесу. Принципові схеми процесів абсорбції: протитечійні, прямотечійні та з рециркуляцією по рідкій та газовій фазі.

Фізична сутність процесу десорбції. Матеріальний баланс процесу. Скласти рівняння матеріального балансу процесу в диференціальній формі. Одержання рівняння робочої лінії процесу. Способи проведення десорбції.

### **Ректифікація**

Фізична сутність процесу і його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Фазова рівновага системі рідина–пар для бінарних сумішей. Вивести рівняння матеріального і теплового балансу ректифікації. Флегмове число. Періодична та безперервна ректифікації. Вивести рівняння робочих ліній для верхньої та нижньої частини колони. Кінетика процесу ректифікації. Азеотропна та екстрактивна ректифікація. Визначення мінімального флегмового числа. Способи розрахунку числа дійсних тарілок. Ректифікація багатоконпонентних сумішей. Принципові схеми процесів.

Дистиляція. Однократне випаровування. Проста перегонка та перегонка з дефлегмацією, перегонка з водяною парою. Вивести рівняння для розрахунку простої перегонки.

## **Базові конструкції апаратів для абсорбції і ректифікації**

Плівкові колони. Принцип роботи. Типи плівкових колон. Режими роботи. Гідродинаміка плівкових апаратів.

Насадкові колони. Принцип роботи. Типи насадок. Робочі режими. Гідродинаміка насадкових колон. Визначення робочої швидкості газу при протитечійній схемі.

Тарілчасті колони. Принцип роботи. Основні тарілки: клапанні, ковпачкові, сітчасті та провальні. Робочі режими. Гідродинаміка тарілчастих колон. Схеми розрахунку апаратів для проведення процесів абсорбції та ректифікації.

## **Процеси екстракції в системах рідина–рідина**

Фізична сутність процесу екстракції та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах екстракції. Матеріальний баланс. Діаграми процесів екстракції. Кінетичні закономірності. Принципові схеми процесів екстракції. Базові конструкції екстракторів. Графоаналітичний спосіб визначення числа ступенів екстракції.

## **Процеси розчинення та екстракції в системах тверде тіло–рідина**

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага, матеріальний баланс, кінетика процесу розчинення. Визначення числа ступеней екстракції і побудова діаграми. Принципові схеми процесів, апаратури. Схеми розрахунку апаратів.

## **Адсорбція**

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Рівновага в процесах адсорбції. Теплота адсорбції. Адсорбенти. Умови десорбції. Матеріальний баланс процесу. Кінетика адсорбції. Принципові схеми процесів адсорбції, апаратура. Схема розрахунку адсорберів.

## **Процес розділення з використанням роздільних перегородок**

Фізична сутність процесу та його застосування в хімічній та нафтохімічній технології. Мікропористі та полімерні мембрани. Мембранне розділення рідин, газів, мембранне випаровування. Зворотній осмос та ультрафільтрація. Теорія проникнення речовин скрізь мембрани. Апаратура для здійснення процесу; апарати з плоско-камерними та трубчатими фільтруючими елементами, фільтруючими елементами рулонного типу та порожнистими волокнами. Схеми розрахунку апаратів. Мембранні процеси концентрування і розділення: мікрофільтрування, ультрафільтрування, нанофільтрування, зворотний осмос. Поняття про селективність і проникливість мембран. Теорія рівноваги Доннана. Класифікація мембран. Існуючі і перспективні конструкції апаратів для баромембранних процесів очищення і концентрування продуктів мікробіологічного синтезу.

## **Сушіння**

Фізична сутність процесу сушіння та його застосування у хімічній технології. Способи теплового сушіння. Рівноважна вологість і зв'язок вологи з висушуваними матеріалами. Властивості вологого повітря. Побудова « $I-d$ »-діаграми для вологого повітря, методика практичного використання діаграми. Матеріальний і тепловий баланси сушіння. Зображення процесів сушіння на « $I-d$ »-діаграмі вологого повітря. Принципові схеми процесів сушіння та розрахунки із використанням « $I-d$ »-діаграми. Основні типи промислових сушарок. Схема розрахунку параметрів і технічних характеристик сушарок.



## **Перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей**

Основні відомості про полімери та пластмаси. Наповнювачі та композиційні матеріали з використанням полімерів. Основні властивості термопластів. Загальні відомості про реологію. Ньютонівські й неньютонівські рідини. Основні параметри в'язкої течії; криві течії. Високоеластичні та релаксаційні властивості полімерів. Підготовчі, формоутворювальні та заключні методи переробки пластмас.

Процес змішування полімерів і матеріалів з їх застосуванням. Конструктивно-технологічне оформлення процесу змішування. Конструктивно-технологічне оформлення процесів вальцювання й каландрування. Екструзія полімерних матеріалів. Конструктивно-технологічне оформлення процесу лиття під тиском. Конструктивно-технологічне оформлення процесу пресування полімерних матеріалів. Конструктивно-технологічне оформлення процесу термоформування виробів з листових і плівкових термопластів. Конструктивно-технологічне оформлення виготовлення виробів з реактопластів.

## **МЕТОДИ РОЗРАХУНКІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ**

### **Сучасні методи розрахунків обладнання**

Класифікація існуючих числових методів дослідження напружено- деформованого стану машин і обладнання хімічних виробництв, що знаходяться під дією складних статичних, циклічних та температурних навантажень.

### **Конструкції та принцип роботи машин та обладнання**

Класифікація умов роботи машин та обладнання хімічних виробництв. Силове статичне навантаження. Циклічні навантаження періодичної дії. Температурні навантаження. Граничні умови. Схеми руйнування машин та обладнання.

### **Основні співвідношення механіки деформованого твердого тіла**

Геометричні співвідношення. Фізичні співвідношення. Співвідношення рівноваги. Граничні умови. Механіка руйнування. Умови накопичення дефектів в елементах машин та обладнання.

### **Класифікація та аналіз гіпотез теорій оболонок**

Вибір системи гіпотез, що дозволяють моделювати неоднорідний розподіл деформацій поперечного зсуву для можливості побудови математичної моделі руйнування багатошарових композитних елементів обладнання хімічних виробництв. Математична модель розрахунку міцності елементів обладнання на основі безмоментної теорії пластин та оболонок. Математична модель розрахунку міцності елементів машин та обладнання на основі моментної теорії оболонок.

### **Основи числових методів розрахунків обладнання**

Основи варіаційного підходу до вирішення задач визначення деформованого стану конструкцій. Функціонали та їх властивості. Варіація функціоналу. Варіаційний принцип Лагранжа. Основні положення методу Ритца та методу Бубнова-Гальоркіна. Метод скінчених елементів. Основні поняття про дискретну модель. Класифікація видів скінчених елементів. Поняття про апроксимуючі функції. Матриця жорсткості скінченого елемента. Загальна процедура виводу вираження для отримання коефіцієнтів матриці жорсткості скінченого елемента. Фізичний зміст коефіцієнтів матриці жорсткості скінченого елемента. Поняття про глобальну нумерацію вузлів конструкції, вузлове навантаження. Граничні умови. Процедура побудови загальної матриці

жорсткості конструкції. Глобальна система рівнянь рівноваги. Прямі та ітераційні методи вирішення систем лінійних рівнянь. Основні положення про фізично нелінійне деформування матеріалу. Лінеаризація нелінійних рівнянь механіки. Методи вирішення нелінійних рівнянь. Аналіз сучасних алгоритмів динамічного розрахунку конструкцій хімічного машинобудування. Алгоритми розрахунку конструкцій хімічного машинобудування при примусових коливаннях. Ефект резонансу.

### **Теоретичні засади математичного моделювання процесів тепло масообміну**

Системи координат. Запис рівнянь збереження в різних системах координат. Умови однозначності. Математичне формулювання умов однозначності. Методи розв'язання математичних моделей. Аналітичні методи. Наближені методи. Числові методи. Метод кінцевих різниць. Метод кінцевих елементів. Методи примежового шару в моделюванні процесів тепло масообміну. Математичне моделювання процесів тепло масообміну. Математичне моделювання гідродинамічних процесів. Моделювання процесів перемішування. Моделювання процесів ізотермічного руху рідини в щілинних, круглих та кільцевих каналах. Математичне моделювання процесів стаціонарної та нестаціонарної теплопровідності. Математичне моделювання процесів масообміну та тепло масообміну.

### **Основи механіки суцільних середовищ (МСС)**

Гіпотези МСС і їх роль при розробці математичних моделей. Задачі механіки суцільного середовища. Поняття континууму. Лагранжеві та Ейлереві координати для опису руху тіл, матеріальна або субстанціональна похідна за часом. Координатні системи. Поняття вектора. Представлення векторів в прямокутних і косокутних прямолінійних координатах. Основний і взаємний векторні базиси. Німий, вільний, коваріантний і контраваріантний індекси. Визначення тензора. Представлення тензорів через вектори основного і взаємного базисів, векторний супровід. Унарні дії над тензором: транспонування, скалярна згортка, векторна згортка, слід тензора. Бінарні операції з тензорами: сума тензорів, скалярний добуток, подвійний скалярний добуток, векторний добуток, тензорний добуток. Диференціювання тензорів. Оператор Гамільтона. Оператори градієнта, дивергенції і ротора, їх фізичний та математичний зміст. Приклади застосування цих операторів в рівняннях МСС. Криволінійні координати. Диференціювання тензорів в криволінійних координатах. Фізичні закони для твердих тіл. Представлення фізичних рівнянь стану в тензорній формі. Співвідношення між напруженням і швидкістю деформації для рідин і газів. Закон Нав'є-Стокса. Девіаторні та середні напруження в рідині. Закон збереження маси. Вивід рівняння нерозривності. Інваріантна форма рівняння збереження маси. Рівняння руху. Форми запису диференціального рівняння руху. Рівняння рівноваги і тензори напружень в Лагранжевих змінних. Тензори Піоли та Коші-Ейлера. Зв'язок між тензором напруження і вектором напруження. Нормальне зусилля і напруження на поверхні. Дотичне напруження на поверхні. Принцип Даламбера. Закон збереження кількості руху (імпульсу). Закон збереження механічної енергії. Закон збереження повної енергії. Основна система диференціальних рівнянь МСС. Основні рівняння МСС для рідин та газів.

## **ПОЛІГРАФІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ**

### **Устаткування додрукарських процесів**

Сучасний стан і перспективи розвитку технології складальних та формних процесів поліграфічного виробництва. Розвиток складальних та формних процесів на поліграфічних підприємствах України. Класифікація додрукарського устаткування. Техніка і технологія обробки текстової інформації. Сучасне апаратне і програмне забезпечення складальних та формних процесів. Вплив способу друкування відповідного видання на технологію підготовки текстової інформації. Технологічні особливості складання інформаційних матеріалів (по групах складності). Вимоги до якості текстових форм. Особливості книжкового, журнального та газетного верстання.

Пристрої для виводу зверстаних полос, їх технологічні характеристики, використовувані матеріали, принципи функціонування.

### **Устаткування для виготовлення друкарських форм**

Класифікація друкарських форм, їх призначення та особливості виготовлення. Особливості устаткування для виготовлення монометалевих форм плоского офсетного друку позитивним копіюванням та лазерним випромінюванням. Устаткування для виготовлення фотополімерних форм з твердих фотополімеризаційних матеріалів. Особливості устаткування для виготовлення форм глибокого друку.

### **Устаткування для друкарських процесів**

Класифікація способів друку. Роль та місце високого, офсетного та глибокого способів друку в системі передачі інформації. Сучасні та перспективні варіанти основних способів друку, їх технологічні можливості та області застосування. Визначення та суть друкарського процесу. Класифікація і структура друкарського устаткування. Декель та його призначення. Особливості побудови декеля в машинах високого, офсетного та глибокого способів друку. Вплив друкарсько-технічних властивостей паперу і фарби та параметрів друкарського процесу на перехід фарби на задруковуваний матеріал. Параметри, які визначають і формують якість відбитку. Структура побудови друкарських апаратів поліграфічних машин. Особливості і методика розрахунку тиску при друкуванні. Особливості побудови листових та рулонних ротаційних машин. Перспективні напрямки розвитку друкарського устаткування.

### **Устаткування для брошурувально-палітурних процесів**

Суть і призначення брошурувально-палітурних процесів. Конструкція основних видів аркушевих і книжкових видань в обкладинці і палітурці. Показники призначення і довговічності книжково-журнального устаткування, вибір конструкції, матеріалів і основних технологічних рішень. Класифікація і порівняльна характеристика способів скріплення книжкових блоків. Класифікація устаткування для брошурувально-палітурних процесів. Принцип побудови брошурувально-палітурного устаткування. Особливості побудови ниткозшивних та дротозшивних машин. Структура побудови різальних машин. Структура побудови фальцювальних машин. Характеристики допоміжного устаткування.

### **Механіка поліграфічних машин-автоматів**

Техніко-експлуатаційні характеристики поліграфічних машин-автоматів. Машинні технологічні процеси і операції. Відомості з теорії подібності і аналізу розмірностей механічних величин. Загальна класифікація поліграфічних машин. Структурна будова поліграфічних машин. Циклові діаграми. Вихідні і комбіновані циклові механізми. Завдання аналізу і синтезу циклових механізмів. Аналіз і урахування втрат на тертя в кінематичних парах циклових механізмів. Загальні відомості та класифікація законів періодичного руху робочих органів циклових виконавчих механізмів. Позиційні інваріанти законів періодичного руху. Критерії якісної оцінки законів періодичного руху. Геометричні властивості одиничних кінематичних і кінетичних діаграм. Параметри і кінематичні функції комбінованих законів руху. Критеріальний синтез законів періодичного руху. Рекомендації з вибору законів періодичного руху. Особливості застосування кулачкових механізмів в поліграфічних машинах-автоматах, аналіз їх конструктивних та механічних характеристик.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

На вступному комплексному фаховому випробуванні для вступу на спеціальність 133 «Галузеве машинобудування» за змістом завдань у екзаменаційному білеті немає необхідності використання допоміжного матеріалу (довідники, прилади, тощо).

Критерії оцінювання фахового вступного випробування

Вступне фахове випробування проводять лише за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Кількість варіантів білетів має забезпечити самостійність виконання завдання кожним студентом.

Відмова студента від написання фахового вступного випробування за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Під час вступного випробування студентам дозволяється користуватися ручкою та листами вступного випробування. При виявленні факту використання студентом недозволених матеріалів екзаменаційна комісія має право припинити випробування студента і виставити йому незадовільну оцінку.

Для написання фахового вступного випробування студентам надається не більше 135 хвилин.

Письмові роботи студентів з фахового вступного випробування оцінюють за системою ECTS (100-бальною шкалою).

Повна, правильна та обгрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з трьох рівновагових питань за кожним з розділів, оцінюється такою кількістю балів:

– перше питання –  $R_1=35$  балів;

– друге питання –  $R_2=35$  балів;

– третє питання –  $R_3=30$  балів,

де  $R_1, R_2, R_3$  - значення рейтингу за відповідно перше, друге, третє питання екзаменаційного білету фахового вступного випробування.

### Підставами для зниження рейтингу є:

– неповна відповідь на питання екзаменаційного білету (-5 балів);

– неправильна відповідь на питання екзаменаційного білету (-10 балів);

– неточності у моделюванні процесів, виведенні рівнянь, формулюваннях термінів, правил, законів (-3 бали);

– відсутність обгрунтування наведених висновків (-5 балів);

– недостатня здатність студента до узагальнення та аналізу фактів, інтерпретування схем, графіків і діаграм (-5 балів);

– нечітке, недостатньо логічне, непослідовне викладення матеріалу тощо (- 3 бали).

Сумарна кількість балів набраних вступником за комплексне фахове випробування (значення рейтингу фахового вступного випробування  $R= R_1+R_2+R_3=35+35+30=100$  балів).

Кожне питання екзаменаційного білету залікової контрольної роботи оцінюється згідно з таблицею:

Рівень відповіді	Кількість балів за відповідь на питання	
	питання 1 і 2	питання 3
Відмінно	33 – 35	28 – 30
Добре	26 – 32	23 – 27
Задовільно	21 – 25	18 – 22
Незадовільно	0 – 20	0 – 17

Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка за 100 бальною шкалою, але згідно «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в

2020 році» при обчисленні конкурсного балу робота вступника повинна бути перерахована із застосування шкали оцінювання 100-200 балів, таблиця перерахунку наведена нижче:

**Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)**

Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

### **Приклад типового завдання комплексного фахового випробування**

1. Сформулювати визначення понять і обґрунтувати виведення основного закону теплопровідності.
2. Охарактеризувати процес магнітної сепарації сухих і рідких матеріалів та конструкції магнітних сепараторів.
3. Проаналізувати особливості утворення і передачі кольору.

### **ЛІТЕРАТУРА** *Основна література*

1. Процеси та обладнання хімічної технології : підручник ; в 2-х т. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонюк [та ін.] — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 716 с.
2. Коваленко І. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. — К. : Інрес, Воля, 2006. — 262 с.
3. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. — М. : Химия, 1992. — 416 с.
4. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. — М. : Химия, 1992. — 384 с.
5. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів : навч. посіб. / І. О. Мікульонюк, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. — К. : НТУУ «КПІ», 2015. — 200 с.
6. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках: Текст лекцій для студентів спеціальностей 7.05050315, 8.05050315 – «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / Уклад.: О.С. Сахаров, А. Я. Карвацький – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 231 с.
7. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
8. Метод конечных элементов в механике твердых тел. / Под общ. ред. А.С. Сахарова и И.Альтенбаха – К.: Вища школа, 1982. – 480 с.
9. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]. Ч.І. Ферментація: Навч. посібник / Ю.І.Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 240 с.
10. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки.

Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]/ Ч.ІІ. Оброблення культуральних рідин: Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 296 с.

11. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]/ Ч.ІІІ. Основи проектування мікробіологічних виробництв Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 252 с.

12. Соколов В.М. Аппаратура микробиологической промышленности [Текст]/ В.М. Соколов, М.А. Яблокова.– Л.: Машиностроение. Ленингр. отд – е. 1988. – 278 с

13. Суруханов А.В., Быков В.А., Оборудование микробиологических производств: Справочник. – М.: „Колос”, 1993. - 384 с. с ил.

14. Карачун В.В. Виробництво біогазу. Теоретичні основи та практична реалізація. [Текст]:/В.В. Карачун, В.М. Поводзинський, Л.І. Ружинська та ін. – Київ: Наук. Думка. 2011-135 с; іл., табл.

15. Чехман Я.І. та ін. Друкарське устаткування. – Львів: УАД, 2005. – 468 с.

16. Организация полиграфического производства /Под ред. Г.В. Миронова/ – М.: МГУП, 2002. – 352 с.

17. Шостачук Ю. О. Техніка і технологія сучасного поліграфічного виробництва / Ю. О. Шостачук. – К.: НТУУ “КПІ”, 2009. – 244 с.

18. Гасов В.М., Цыганенко А.М. Информационные технологии в издательском деле и полиграфии. Книга 1 и 2. – М.: Изд-во МГУП, 1998. – Кн.. 1 – 639 с. – Кн.. 2 – 528 с.

19. Віхоть О.М. Складальне і формне обладнання. / О.М. Віхоть, Р.С. Прокопчук. У 2-х ч. – Ч.1 Складальне обладнання. – К.: Політехніка, 2003. – 63 с.

20. Віхоть О.М. Складальне і формне обладнання. / О.М. Віхоть, Р.С. Прокопчук. У 2-х ч. – Ч. 2. Формне устаткування. – К.: Політехніка, 2006. – 104 с.

21. 26. Хведчин Ю.Й. Брошурувальню-палітурню устаткування. – Львів: УАД, 2007. – 392 с.

22. Поліграфічні матеріали / За ред. Лазаренка Е.Т., Львів: Афіша, 2001. – 328 с.

23. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних автоматів. – К.: УМК, 1991. – 164 с.

24. Полюдов О.М., Петрук А.І. Зрівноважувальні кулачкові механізми. - К., УкрНДІСВД, 2005. – 192 с.

25. 29. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Пер. с нем. – М., МГУП, 2003. – 1280 с.

### *Допоміжна література*

1. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк, М. И. Курочкина. — СПб. : Химия, 1993. — 496 с.

2. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П. Численные методы.- М.: Наука, 1987.- 600 с.

3. Константинов С. М. Теоретичні основи теплотехніки / С. М. Константинов, Є. М. Панов. — К. : Золоті ворота, 2012. — 592 с.

4. Мікульонок І. О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. О. Мікульонок. — К. : НТУУ «КПІ», 2010. — 422 с.

5. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей : навч. посіб. / І. О. Мікульонок. — К. : НТУУ «КПІ», 2015. — 312 с.

6. Сокольський О. Л. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас : навч. посіб. / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок. — К. : НТУУ «КПІ», 2014. — 148 с.

7. Обладнання технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв // М.В.Стасевич, А.О. Милянч, І.О.Гузьова, І.Р. Букчевич, Р.Я.Мусянович, Є.В.Гладух та інші. – Вінниця Нова книга, 2012. – 407 с.

8. Технология лекарственных форм. Учебник в 2-х томах./ Кондратьева Т.С., Иванова Л.А., Зеликсон Ю.И. и др.: Под ред. Кондратьевой Т.С.-М.: Медицина 1991.-Т.1 – 496 с.;Т.2. – 544 с.

9. Голицын М.В. Альтернативные энергоносители / М.В. Голицын, А.М. Голицын, Н.В. Пронина; Отв. ред. Г.С. Голицын. — М.: Наука, 2004. - 159 с.
10. Писаревский Ю.В. Альтернативная энергетика/Ю.В.Писаревский, А.В.Тикунов: Учеб. пособие. - Воронеж: издательство "Научная книга", 2005, 124с.
11. Запаско Я.П., Мацюк О.Я., Стасенко В.В. Початки українського друкарства. – Львів: Вид-во «Центр Європи», 2000, - 222 с.
12. Мамонов Ю.П. Вантажно-транспортуючі машини а засоби в поліграфії. Навч. пос. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 110 с.
13. Карпенко В.С., Шостачук Ю.О., Сисюк В.Г. Практика фальцовки: от спуска полос до готовой продукции. Учебное пособие. – К.: Техника, 2001. – 240 с.
14. Хведчин Ю.И., Шостачук Ю.О., Оучар М. Резальные машины и комплексы Polar. Учебное пособие. – К.: ПКП «СТ-Друк», 2004. – 204 с.
15. Харин О.Р., Сувейздис Э. Современная электрофотография: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУП, 2002. – 157 с.
16. Конструкція аркушевих ротаційних друкарських машин. Навч. пос. – Львів: УАД, 2005. – 60 с.
17. Конструкція рулонних друкарських машин. Навч. пос. – Львів: УАД, 2005. – 76 с.

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., проф., завідувач кафедри машин і апаратів хімічних та нафтохімічних виробництв, ІХФ	_____	Ярослав Корнієнко
к.т.н., проф., професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, ІХФ	_____	Володимир Сівецький
к.т.н., доц. доцент кафедри машин і апаратів хімічних та нафтохімічних виробництв, ІХФ	_____	Андрій Степанюк
к.т.н., доц. доцент кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, ІХФ	_____	Олександр Сокольський
д.т.н., проф., завідувач кафедри біотехніки та інженерії, ФБТ	_____	Вікторія Мельник
к.т.н., доц. доцент кафедри біотехніки та інженерії, ФБТ	_____	Людмила Ружинська
д.т.н., проф., завідувач кафедри машин та агрегатів поліграфічного виробництва, ВПП	_____	Анатолій Шевчук
к.т.н., доц. доцент кафедри машин та агрегатів поліграфічного виробництва, ВПП	_____	Юрій Шостачук