

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Навчально-науковий інститут муніципального управління  
та міського господарства

Кафедра загальноінженерних дисциплін та міського господарства

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор навчально-наукового  
інституту муніципального управління  
та міського господарства

В.Б. Кисельов

3 вересня 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Виробничі процеси та обладнання об'єктів  
автоматизації»**

**за спеціальностями:** 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології»

**галузі знань** 15 Автоматизація та приладобудування

**інститут** навчально-науковий інститут муніципального управління  
та міського господарства

Київ 2019

Робоча навчальна програма з дисципліни “ **Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації** ” складена для здобувачів вищої освіти відповідно до програми підготовки фахівців за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», за денною формою навчання.

Розробник: Сегай Олександр Михайлович, к.т.н, доцент.

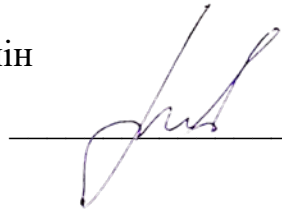
Робочу програму схвалено на засіданні кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики

Протокол № 1 від 28 серпня 2019 року

Завідувач кафедри

Загальноінженерних дисциплін

та теплоенергетики



Медведєв М.Г.

©

, 2019 рік

©

, 2019 рік

## 1. ВСТУП

Дисципліна “Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації” є професійно-орієнтовною, яка забезпечує підготовку для вивчення дисциплін фахового спрямування: “Автоматизовані системи керування технологічними процесами”, “Автоматизовані системи керування виробництвом”, “Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів”, “Основи сучасних технологій в міському господарстві” та інші.

Метою викладання дисципліни є надання студентам знання про технологічні процеси і типові апарати та установки, в яких ці технологічні процеси реалізуються.

В результаті вивчення програмного матеріалу студент повинен знати:

- основну термінологію, яка використовується при вивченні курсу;
- основні закони, згідно яких відбувається аналіз и регулювання параметрів виробничих процесів та виробництв;
- узагальнюючі формули, що описують протікання механічних, гідродинамічних, теплових та масообмінних процесів;
- рушійні сили типових технологічних процесів;
- основні технологічні процеси, з яких складаються сучасні матеріальні технології.

На базі здобутих знань майбутній фахівець повинен вміти:

- проводити аналіз основних технологічних процесів;
- розкласти сучасні матеріальні технології на основні та спеціальні технологічні процеси;
- синтезувати склад сучасного виробництва на базі типових технологічних процесів.

На основі здобутих знань майбутній фахівець зможе розв’язати такі професійні завдання:

- складати та аналізувати матеріальні та енергетичні баланси виробництв;
- проводити порівняльний аналіз однотипного обладнання різних виробників, що його виготовляють;
- ідентифікувати реально працююче обладнання виробництв з точки зору його приналежності до конкретного класу технологічних процесів;
- вносити корективи в алгоритми автоматизованого та автоматичного керування технологічними процесами та обладнанням, в якому вони реалізуються, з урахуванням особливостей конкретних технологій, сировини, умов виробництва.

Дисципліна “Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації” базується на знаннях з дисциплін “Диференційні рівняння”, “Загальна фізика”, “Прикладна механіка і основи конструювання”, “Термодинаміка і теплотехніка”, “Газо гідродинаміка”, “Основи екології”, “Основи охорони праці”.

Вона забезпечує базу для якісної підготовки студентів з дисциплін: “Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів”, “Автоматизовані системи керування технологічними процесами”, “Автоматизовані системи керування виробництвом”, “Основи сучасних технологій в міському господарстві”, “Технологічні комплекси в галузі”.

## 2. Навчально-тематичний план дисципліни ВП та ООА

№ пп	Назва розділу, теми	Обсяг аудиторних занять, годин		Самост. робота студентів
		Лекції	Практичні	
<b>Модуль I</b>				
<b>Розділ 1</b>				
1.	Вступ. Тема 1.1. Основна термінологія, базові закони	2	-	2
2.	Тема 1.2. Класифікація технологічних процесів	2	2	2
3.	Тема 1.3. Теорія подібності. Моделювання технологічних процесів та обладнання	4	2	4
	Модульна контрольна робота	-	2	-
<b>Модуль II</b>				
<b>Розділ 2. Механічні технологічні процеси та обладнання для їх реалізації</b>				
4.	Тема 2.1. Процеси транспортування твердих матеріалів	2	2	2
5.	Тема 2.2. Процеси подрібнення	2	2	2
6.	Тема 2.3. Пресування та обладнання для його реалізації	2	-	2
7.	Тема 2.4. Змішування сипких матеріалів	2	2	2
8.	Тема 2.5. Класифікація сипких матеріалів	2	-	-
	Модульна контрольна робота	-	2	-
<b>Модуль III</b>				
<b>Розділ 3. Гідродинамічні процеси та обладнання їх реалізації</b>				
9.	Тема 3.1. Загальні питання	2	2	2
10.	Тема 3.2. Фільтрування	4	2	2
11.	Тема 3.3. Процес осідання, промислові відстійники	2	-	2
12.	Тема 3.4. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем	2	2	2
13.	Тема 3.5. Процеси змішування рідин, змішування в системі рідина–газ.	2	2	2
<b>Розділ 4. Типові теплові об'єкти</b>				
14.	Тема 4.1. Загальні питання	2	-	-
15.	Тема 4.2. Теплообмінники	2	2	2

16.	Тема 4.3. Процеси випаровування та випарювання, випарні станції	2	-	2
17.	Тема 4.4. Випарні апарати та випарні станції	2	2	2
18.	Тема 4.5. Процеси конденсації та обладнання для його реалізації	2	-	2
	Модульна контрольна роботи	-	2	-
<b>Модуль IV</b>				
<b>Розділ 5. Масообмінні процеси і типові технологічні об'єкти, в яких вони реалізуються</b>				
19.	Тема 5.1. Класифікація масообмінних процесів	2	-	1
20.	Тема 5.2. Масообмінні процеси в системі тверде тіло-рідина. екстрагування, кристалізація, розчинення	4	2	4
21.	Тема 5.3. Масообмінні процеси в системі тверде тіло-газ (пара): сушіння, адсорбція	4	2	2
22.	Тема 5.4. Масообмінні процеси в системі рідина-газ (пара); абсорбція, перегонка та ректифікація	2	2	2
23.	Тема 5.5. Масообмін в системі рідина-рідина: рідинна екстракція. Взаємовплив гідродинамічних та тепломасо-обмінних процесів	2	-	2
	Модульна контрольна робота	-	2	-
	<b>Всього:</b>	<b>70</b>	<b>34</b>	<b>31</b>

### **3. Зміст дисципліни за темами**

“Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації”

Модуль I

**ВСТУП**

Структура, зміст, мета курсу “Типові технологічні об’єкти і процеси виробництв” як навчальної дисципліни, її взаємозв’язок з іншими дисциплінами.

#### ***Розділ I. Загальні положення.***

##### **Тема 1.1.**

Основна термінологія, що використовується при викладанні дисципліни, визначення термінів: “система”, “процес”, “технологічний процес”, “технологія”, “фаза”, “компонент”.

Технологія як наука, складова виробництва, соціальне явище. Історичний екскурс про виникнення і розвиток науки про технологічні процеси і апарати (на заході “Chemical engineering”).

Закони збереження маси, енергії, закон збереження маси для рухомих систем. Реалізація цих законів при складанні матеріальних, енергетичних, екологічних балансів сучасних виробництв. Баланси — інструменти регулювання технологічних режимів виробництв, контролю за персоналом.

##### **Тема 1.2. Класифікації технологічних процесів та типового технологічного обладнання для їх реалізації**

Узагальнюючи кінетичні рівняння процесів гідродинаміки, тепло- і масообміну потрібна аналогія цих рівнянь.

Класифікація технологічних процесів:

- 1) по організаційно-технічним ознакам;
- 2) по зміні параметрів процесу в часі;
- 3) за кінетичними закономірностями протікання процесів.

Рушійна сила механічних, гідротехнічних, теплових, масообмінних процесів.

##### **Тема 1.3. Теорія подібності. Моделювання технологічних процесів та обладнання.**

Загальні відомості. Методи моделювання. Поняття про критерії подібності – симплекси та комплекси. Основні теореми подібності: перша теорема (Ньютона), друга теорема (Федрмана-Бекінгема), Пі-теорема, третя теорема подібності (Кирпичова-Гухмана). Основа правила моделювання технологічних процесів. Моделювання обладнання.

### **Модуль II**

#### ***Розділ 2. Механічні процеси та обладнання для їх реалізації***

##### **Тема 2.1. Процеси транспортування твердих матеріалів**

Основні види машин. Класифікація технологічних машин. Стрічкові транспортери. Пластинчасті та скребкові транспортери.

## **Тема 2.2. Подрібнення**

Визначення процесу.

Розподіл на дробіння і помел. Ступінь подрібнення — лінійна, об'ємна. Способи подрібнення. Схеми подрібнювачів.

Різання — один з найбільш поширених промислових засобів подрібнення. Схеми промислових барабанних та дискових різок. Приклад порівняльного аналізу конструкцій цих різок. Ріжуча спроможність промислових лез — різців, ножів. Організаційно-технічні заходи, що збільшують ріжучу спроможність.

## **Тема 2.3 Пресування та обладнання для його реалізації**

Визначення процесу пресування. Види пресування: віджим, формування та штампування, пресування та брикетування. екструзія, їх визначення.

Кількісні характеристики пресування — коефіцієнт ущільнення, коефіцієнт пресування. Використання коефіцієнтів ущільнення та пресування при обиранні варіанту промислового пресового обладнання.

Залежність інтенсивності процесу пресування від параметрів процесу: тиску, міцності та розміру частинок, часу та температури процесу.

Схеми обладнання для реалізації різних видів пресування: шнековий віджимний прес, стрічковий формотворний апарат, екструдер.

## **Тема 2.4. Змішування сипких матеріалів**

Визначення процесу. Чисельна характеристика змішування — коефіцієнт однорідності. Апаратурна реалізація процесу змішування сипких матеріалів; схеми змішувачів періодичної дії; схеми змішувачів непереривнодіючих змішувачів; змішувачі у псевдорідкому шарі дисперсного матеріалу.

## **Тема 2.5. Сортування або класифікація сипких матеріалів**

Визначення процесу. Класифікація частинок за:

- а) розмірами;
- б) властивостями матеріалу.

Схеми обладнання для реалізації процесу класифікації.

# **Модуль III**

## **Розділ 3. Гідродинамічні процеси та обладнання для їх реалізації**

### **Тема 3.1. Загальні питання гідродинамічних процесів**

Структура потоків: протитечійний, прямотечійний, перехрестний рух взаємодіючих фаз.

Класифікація і характеристика неоднорідних систем з дисперсною фазою. Газові неоднорідні системи: механічні, конденсовані:

- рідкі неоднорідні системи;
- суспензії, емульсії, піни.

Методи розділення неоднорідних систем.

### **Тема 3.2. Фільтрування.**

Визначення процесу. Типи фільтрування:

- а) з утворення осаду;
- б) без утворення осаду, з закупоренням пор.

Швидкість процесу фільтрування, фактори, від яких залежить швидкість фільтрування.

Фільтрування з утворенням осаду: типи осаду; аналіз схеми процесу з утворенням осаду, можливі режими фільтрування.

Схеми фільтрів періодичної дії.

Схема вакуум-фільтру неперервної дії.

Фільтрування без утворення осаду: напівпроникливі мембрани — молекулярно-ситові перегородки; зворотній осмос; реалізація мембранних методів фільтрування в промисловості.

### **Тема 3. 3. Процес осідання та методи його реалізації в гравітаційному та електричних полях.**

Осідання в гравітаційному полі — визначення процесу, схеми відстійників періодичної дії, багатоярусні відстійники. Осідання в електричному полі, фізичні основи процесу, схеми електроосадників.

### **Тема 3. 4. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем.**

Визначення процесу. Відцентрове розділення в нерухомому робочому органі, його реалізація в циклоні, схема циклону, циклонної батареї.

Відцентрове розділення в рухомому робочому органі — центрифугування, сепарація.

Відцентрове фільтрування — схема процесу, рушійна сила; схеми центрифуг періодичної і безперервної дії, їх порівняльний аналіз.

### **Тема 3. 5. Процеси змішування рідин або змішування в системі рідина-газ (пара).**

Змішування рідин в поточних змішувачах, схеми змішувачів. Пневматичне змішування систем рідина-газ (пара), схеми змішувачів.

Інжекторне та барботажне змішування рідин та систем рідина-газ. Схеми лопатних, пропелерних, турбінних, вібраційних мішалок.

## **Розділ 4. Типові теплові процеси та технологічні об'єкти, в яких вони реалізуються**

### **Тема 4. 1. Загальні питання теплообмінних процесів.**

Визначення теплообміну. Три способи перенесення тепла:

- теплопровідність;
- конвекція;
- випромінювання.



Тепловіддача і теплопередача. Закони Фур'є і Ньютона, загальні рівняння теплопередачі. Коефіцієнти теплопровідності  $\lambda$ , теплопередачі  $\alpha$  і теплопередачі  $K$ .

Фізичні характеристики матеріалу і параметри процесу на прикладі  $\lambda$ ,  $\alpha$  та  $K$ .

#### **Тема 4. 2. Теплообмінники.**

Загальні відомості про нагрівання та охолодження. Класифікація теплообмінників. Вимоги до теплообмінників: загальні і експлуатаційні, конструктивні; одно- і багатоходові кожухотрубні теплообмінники. Вибір оптимального теплообмінника.

#### **Тема 4. 3. Процеси випаровування та випарювання**

Одно- та багатокорпусні випарні станції. Схеми випарних апаратів

#### **Тема 4. 4. Процес конденсації та обладнання для його реалізації.**

Визначення процесу конденсації, особливості процесу. Класифікація конденсаторів, градирні.

### **Модуль IV**

## **Розділ 5. Масообмінні процеси і типові технологічні об'єкти, в яких вони реалізуються**

#### **Тема 5. 1. Класифікація масообмінних процесів**

Молекулярна і конвективна дифузія, масопередача.

#### **Тема 5. 2. Масообмінні процеси в системі тверде тіло–рідина**

Екстрагування в системі тверде тіло – рідина; фактори, від яких залежить інтенсивність процесу. Схеми обладнання для його реалізації. Процес кристалізації. Процес розчинення.

#### **Тема 5. 3. Масообмінні процеси в системі тверде тіло – газ (пара)**

Схеми реалізації процесів в системі тверде тіло – газ (пара). Процес сушіння. Схеми сушарок. Процес адсорбції, промислові адсорбенти, адсорбери.

#### **Тема 5. 4. Масообмінні процеси в системі рідина – газ (пара).**

Процес абсорбції, схеми промислових абсорберів. Процеси перегонки і ректифікації.

#### **Тема 5. 5. Масообмін в системі рідина–рідина. Рідинна екстракція.**

Приклад взаємовпливу та взаємозалежності гідродинамічних процесів та тепломасообмінних процесів між собою.

#### **4. Плани лекцій**

##### **Лекція 1** Загальні положення.

1. Вступ. Структура, зміст дисципліни ВП і ООА, взаємозв'язок з іншими дисциплінами.
2. Основна термінологія дисципліни.
3. Базові закони для розрахунку матеріальних та енергетичних балансів технологічних процесів.

##### **Лекція 2** Класифікація технологічних процесів.

1. Класифікація технологічних процесів за організаційно-технічними ознаками.
2. Класифікація технологічних процесів за зміною параметрів процесу в часі ( стаціонарі і нестаціонарі технологічних процесів).
3. Поняття “рушійної сили” процесу. Класифікація технологічних процесів за кінетичними закономірностями.
4. Потрійна аналогія гідродинамічних, теплових і масообмінних процесів.

##### **Лекція 3** Теорія подібності ( продовження).

1. Загальні відомості.
2. Поняття про подібність: геометрична, кінематична, динамічна.
3. Критерії подібності - сімплекси та комплекси. Основні критерії подібності гідродинамічних, теплових та масообмінних процесів.

##### **Лекція 4** Теорія подібності ( продовження)

1. I теорема подібності.
2. II теорема подібності.
3. III теорема подібності.
4. Основні правила моделювання технологічних процесів та обладнання.

##### **Лекція 5** Транспортування твердих матеріалів та обладнання для його реалізації.

1. Класифікація технологічних машин.
2. Стрічкові транспортери.
3. Пластинчасті транспортери.
4. Скребкові транспортери.
5. Розрахунок продуктивності транспортерів.

##### **Лекція 6** Процеси подрібнення та обладнання для їх реалізації.

1. Способи подрібнення.
2. Класифікація подрібнювачів.
3. Схема і принципи роботи промислових дробарок.
4. Будова та принцип дії промислових різок.

**Лекція 7** Пресування та обладнання для його реалізації.

1. Класифікація видів пресування.
2. Оцінка ефективності процесу пресування.
3. Залежність інтенсивності ( швидкості) пресування від параметрів процесу.
4. Будова і принципи дії пресувального обладнання.

**Лекція 8** Перемішування твердих сипких матеріалів.

1. Загальні відомості.
2. Основні способи перемішування.
3. Оцінка ефективності перемішування.
4. Будова обладнання для перемішування.

**Лекція 9** Сортування (класифікація) сипких матеріалів.

1. Визначення процесу.
2. Сортування за розмірами, обладнання.
3. Сортування за густиною (вагою) частинок.
4. Магнітне пресування.

**Лекція 10** Загальні питання гідродинамічних процесів.

1. Структура потоків взаємодіючих фаз.
2. Класифікація неоднорідних систем. Неоднорідні системи з дисперсною фазою.
3. Методи розділення неоднорідних систем.

**Лекція 11** Технологічні процеси фільтрування.

1. Типи фільтрувальних процесів.
2. Теорія фільтрування з утворенням осаду.
3. Режими фільтрування з утворенням осаду.
4. Обладнання для реалізації процесу фільтрування з утворенням осаду.

**Лекція 12** Технологічні процеси фільтрування (продовження).

1. Принцип дії вакуум фільтру непереривної дії.
2. Закономірності фільтрування без утворення осаду.
3. Обладнання для реалізації фільтрування без утворення осаду.

**Лекція 13** Технологічні процеси осадження

1. Осадження в гравітаційному полі – відстоювання.
2. Вплив форми часток та концентрації на швидкість відстоювання.
3. Відстійники періодичної дії та непереривнодіючі.

**Лекція 14** Відцентровані методи розділення неоднорідних систем.

1. Визначення технологічного процесу розділення неоднорідних систем в полі відцентрованих сил.
2. Реалізація процесу розділення центрифугах:
  - а) періодичної дії;
  - б) безперервної дії;
3. Розділення неоднорідних систем в циклонах та гідроциклонах.

**Лекція 15** Технологічні процеси змішування неоднорідних рідких систем.

1. Механічне змішування, типи змішувачів.
2. Потокове змішування.
3. Інжекторне та барботажне змішування.
4. Схеми мішалок.

**Лекція 16** Загальні питання теплообмінних процесів. Шляхи переносу тепла.

1. Визначення теплообміну.
2. Шляхи переносу тепла.
3. Розрахунок процесів теплопровідності і конвективного переносу тепла: закони Фур'є та Ньютона.

**Лекція 17** Теплообмінники.

1. Класифікація промислових теплообмінників.
2. Вимоги до теплообмінників.
3. Одно- та багатоходові кожухотрубні теплообмінники.
4. Вибір оптимального теплообмінника за економічним критерієм.

**Лекція 18** Технологічні процеси випарювання та випаровування.

1. Технологічне випаровування.
2. Технологічний процес випарювання.
3. Випарні апарати та установки.

**Лекція 19** Випарні апарати та випарні станції.

1. Класифікація випарних апаратів.
2. Уніфікований випарний апарат.
3. Довготрубні швидкісні випарні апарати.
4. Випарні станції.

**Лекція 20** Процеси конденсації.

1. Визначення процесу конденсації. Особливості процесу.
2. Класифікація конденсаторів.
3. Конструкції поверхневих конденсаторів та конденсаторів змішування.

**Лекція 21** Класифікація масообмінних процесів.

1. Масообмінні технологічні процеси в системі:
  - а) тверде тіло – рідина;
  - б) тверде тіло - газ;
  - в) газ – рідина;
  - г) рідина – рідина.
2. Механізм процесу масопередачі.
3. Молекулярна дифузія.
4. Масовіддача.

**Лекція 22** Масообмінні процеси в системі тверде тіло – рідина.

1. Технологічний процес екстрагування.
2. Розрахунок процесу.
3. Методи інтенсифікації процесу.
4. Обладнання для реалізації процесу екстрагування.

**Лекція 23** Масообмінні процеси в системі тверде тіло-рідина (друга частина)

1. Процес кристалізації:
  - а) з розчинів;
  - б) з розплавів.
2. Обладнання для реалізації процесу кристалізації.
3. Технологічний процес розчинення та обладнання його реалізації.

**Лекція 24** Масообмінні процеси в системі тверде тіло-газ.

1. Технологічний процес сушіння.
2. Розрахунок процесу.
3. Промислові сушарки.

**Лекція 25** Масообмінні процеси в системі тверде тіло-газ (частина 2)

1. Технологічний процес адсорбції.
2. Розрахунок процесу.
3. Промислові адсорбери періодичної дії та неперервної дії.

**Лекція 26** Масообмінні процеси в системі рідина - газ.

1. Технологічний процес абсорбції.
2. Схеми промислових абсорберів.
3. Процеси перегонки та ректифікації.
4. Схеми промислового обладнання для реалізації процесів перегонки та ректифікації.

## Лекція 27 Масообмін в системі рідина - рідина.

1. Процес рідинної екстракції.
2. Схема установок для реалізації процесу.
3. Взаємовплив гідродинамічних, теплових та масообмінних процесів один на одного та на результуючу ефективність виробництва.

### 5. Плани практичних занять

№ пп	Назва практичного заняття	Зміст практичного заняття. Література	Обсяг роботи (год.)	Обсяг СРС (год.)
1.	Основна термінологія дисципліни, закони збереження маси, енергії	<p>Контроль засвоєння основної термінології, що використовується при викладанні та засвоєнні дисципліни “Типові технологічні об’єкти і процеси виробництва”. Наведення прикладів, що ілюструють кожний термін, їх реалізація в наукових та виробничих галузях.</p> <p>Контроль засвоєння законів збереження маси, енергії, збереження маси для рухомих систем, як основи для складання матеріальних, енергетичних та екологічних балансів виробництва. Аналіз контрольних приладів: робота міської водопровідної станції (Київ, Одеса), робота цукрового заводу.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 5, 7].</p>	2	3
2.	Класифікація технологічних процесів та типових технологічних об’єктів	<p>Контроль засвоєння студентами узагальнюючих кінетичних рівнянь процесів гідродинаміки, тепло- та масообміну. Аналіз фізичної сутності та розмірності величин які входять до складу цих рівнянь.</p> <p>Поняття рушійної сили технологічного процесу. Рушійна сила механічних, гідродинамічних, теплових, масообмінних, електрофізичних, хімічних процесів.</p> <p>Аналіз 3-х класифікацій технологічних процесів:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) по організаційно-технологічним ознакам;</li><li>2) по зміні параметрів в часі;</li><li>3) за кінетичними законами протікання.</li></ol> <p><i>Література:</i>[3. 5, 7]</p>	2	4

3.	Механічні технологічні процеси. Процеси подрібнення та змішування	<p>Контроль засвоєння основних визначень: сутність процесу подрібнення, мета, різновиди, кількісна характеристика. Процеси різання. Промислові різки. Схеми барабанної (відцентрової) та дискової промислових різок. Їх порівняльний аналіз. Ріжуча спроможність промислових лез, засоби її подовження. Технологічні та економічні аспекти перегострювання промислового ріжучого інструменту.</p> <p>Процеси змішування сипких матеріалів. Аналіз формули коефіцієнту однорідності. Схеми промислових змішувачів.</p> <p><i>Література:</i>[3, 5, 6, 7]</p>	2	4
4.	Механічні процеси. Пресування та сортування (класифікації).	<p>Контроль засвоєння основних визначень: процесу пресування, його різновидів.</p> <p>Аналіз формул коефіцієнта ущільнення, коефіцієнту пресування, їх використання при виборі обладнання для конкретного виду виробництва.</p> <p>Аналіз залежності інтенсивності процесу пресування від основних параметрів процесу.</p> <p>Аналіз використання процесу екструзії безвідходних ресурсозберігаючих високо екологічних технологій.</p> <p>Контроль засвоєння основних схем промислових класифікаторів за розміром частинок, за властивостями матеріалу.</p> <p><i>Література:</i>[3, 5]</p>	2	4
		Всього:	8	
5.	Загальні питання гідродинамічних процесів. Процес фільтрування	<p>Контроль засвоєння лекційного матеріалу: структура потоків; класифікація і характеристика неоднорідних систем с дисперсною фазою — газові та рідкі неоднорідні системи.</p> <p>Аналіз методів розділення неоднорідних систем.</p> <p>Опитування по темі фільтрування. Визначення процесу, типи фільтрування — з утворенням і без утворення осаду. Аналіз схеми</p>	2	2

		процесу фільтрування з утворенням формули швидкості процесу фільтрування, фактори, від яких вона залежить. <i>Література:</i> [3, 5]		
6.	Промислове обладнання для реалізації процесу фільтрування	Викладення студентами схеми промислових фільтрів періодичної дії. Аналіз схеми вакуумфільтру неперервної дії, як яскравий зразок механічної автоматизації управління технологічним процесом. <i>Література:</i> [3, 4, 6]	2	4
7.	Відцентрові методи розділення неоднорідних систем	Відцентрове розділення неоднорідних систем: визначення процесу, його різновиди. Відцентрове розділення сумішей в циклоні. Схема циклона, циклонної батареї. Відцентрове фільтрування: — визначення і схема процесу. Схеми центрифуг періодичної і безперервної дії, їх порівняльний аналіз. <i>Література:</i> [3, 6]	2	4
8.	Модульна контрольна робота № 1	Письмові відповіді на питання по темам 1.1.—3.5	2	
9.	Загальні питання теплообмінних процесів	Визначення процесу теплообміну. Три способи перенесення тепла: теплопровідність, конвекція, випромінювання. Приклади реалізації цих способів теплопереносу в промисловості та в побуті. Закони Фур'є і Ньютона, формули, що описують ці закони та загальне рівняння теплопередачі. Аналіз величин, що входять до складу формул, їх розмірність. Аналіз різниці між фізичними характеристиками процесу і кінетичними коефіцієнтами, що характеризують протікання процесу на прикладі $\lambda$ та $\alpha$ . <i>Література:</i> [3, 5, 6]	2	1
10.	Типові теплообмінники	Класифікація теплообмінників, універсальність теплообмінників. Перевірка засвоєння з питання матеріалу “вимоги до теплообміну: загальні, експлуатаційні, конструктивні”. Методика вибору оптимального теплообмінника.	2	1



		Аналіз можливості перевірки реальності представлених розрахунків по вибору оптимального обладнання. <i>Література:</i> [3, 5, 6]		
11.	Процес випаровування та випарювання. Випарні станції.	Контроль засвоєння суті процесів випаровування та випарювання, аналіз різниці фізичних механізмів реалізації цих процесів. Схеми однокорпусних та багато-корпусних промислових випарних станцій. Багатокорпусні випарні станції — типові технологічні об'єкти для реалізації принципів енергозбереження в промисловості. <i>Література:</i> [3, 6, 7]	2	2
12.	Класифікація масообмінних процесів. Масообмінні процеси в системі тверде тіло–рідина	Опитування по темі “Класифікація масообмінних процесів”. Контроль засвоєння термінології. Масообмінні процеси в системі тверде тіло–рідина: екстрагування, кристалізація, розчинювання. Фактори, що інтенсифікують ці процеси, схеми промислового обладнання для їх реалізації. <i>Література:</i> [3, 6, 7]	2	4
13.	Масообмінні процеси в системах: тверде тіло–газ та рідина–газ. Типові технологічні об'єкти для реалізації цих процесів	Масообмінні процеси в системі тверде тіло–газ (пара): сушіння, адсорбція. Визначення цих процесів, їх особливості, фактори, що сприяють їх інтенсифікації. Схеми промислових апаратів та установок для їх реалізації. Масообмінні процеси в системі рідина–газ (пара): абсорбція, перегонка та ректифікація. Визначення цих процесів, фактори, що впливають на їх інтенсивність. Схеми промислового обладнання для їх реалізації. <i>Література:</i> [3, 4, 5, 6]	2	5
14.	Рідинна екстракція. Аналіз взаємовпливу гідродинамічних та тепломасообмінних процесів	Процес рідинної екстракції — схема його реалізації, особливості. Схеми промислових екстракторів. Аналіз взаємовпливу гідродинамічних та теплообмінних процесів один на одного на прикладі процесу екстрагування в системі тверде тіло–рідина. <i>Література:</i> [3, 5, 6]	2	1
15.	Модульна контрольна робота № 2	Письмові відповіді на запитання по темам: 4.1 — 4.4; 5.1 — 5.5.	2	

## 6. Самостійна робота студентів

На самостійну роботу студентів відведено 45години:

- розділ 1 — 8 годин,
- розділ 2 — 8 години;
- розділ 3 — 10 годин;
- розділ 4 — 8 годин;
- розділ 5 — 11 годин.

№ теми	Питання до самостійної роботи	Час, годин	Літера-тура	Форма контролю
1.1.	Вивчення визначень кожного терміну. Підбір індивідуальних прикладів, що ілюструють кожний термін у побуті, у виробництві	3	[3,4,5]	Опитування на практичному занятті (ПЗ)
1.2	Засвоєння сутності та розмірності величин, що входять до складу формул, які описують загальне протікання процесів гідродинаміки, тепло- та масообміну	2	[3,6]	Опитування на ПЗ
	Засвоєння 3-х класифікацій техноло-гічних процесів: 1) по організаційно-технічним ознакам; 2) по змінам параметрів процесу в часі; 3) по кінетичним закономірностям	2	[3,5,6]	Питання до МКР №1
2.1.	Знайомство зі схемами промислових подрібнювачів. Засвоєння конструкцій барабанної та дискової промисло-вих різок	2	[3,7]	Опитування на ПЗ
2.2.	Фактори, що впливають на інтенсивність процесу пресування, види їх залежності	2	[3,6]	Опитування на відпрацюванні
2.3.	Визначення коефіцієнту однорідності процесу змішування. Схема змішувача, у псевдорідкому шарі дисперсного матеріалу	2	[3,6]	Опитування на ПЗ
2.4.	Схеми конструкцій класифікаторів за властивостями матеріалу (по вазі) магнітних сепараторів	2	[3,7]	Опитування на відпрацюванні
3.1.	Приклади структури потоків в типових технологічних об'єктах	1	[3,5]	Опитування на ПЗ
3.2.	Швидкість процесу фільтрування, фактори від яких вона залежить. Схема устрою та принцип дії вакуум-фільтру неперервної дії	2	[3,5,6]	Опитування на ПЗ
3.2.	Фільтрування без утворення осаду, молекулярно-ситові напівпроникливі перегородки, реалізація мембранних методів фільтрування в промисловості	3	[3,7]	Опитування на відпрацюванні
3.3.	Осідання в гравітаційному полі — визначення процесу, схеми відстій-ників періодичної дії, багатоярусні відстійники. Осідання в електричному полі, фізичні	5	[3,6]	Опитування на ПЗ

	основи процесу , схеми електроосадників.			
3.4.	Відцентрове розділення — сепарація. Схеми сепараторів. Схеми горизонтальних непереривнодіючих центрифуг	2	[3,7]	Опитування на ПЗ. Питання до МКР №1
3.5.	Змішування рідин в поточних змішувачах, схеми змішувачів. Пневматичне змішування систем рідина-газ (пара), схеми змішувачів. Механічне змішування рідин та систем рідина-газ. Схеми лопатних, пропелерних, турбінних, вібраційних мішалок.	2	[3,6]	Опитування на відпрацюванні
4.1.	Вибір індивідуальних прикладів реалізації 3-х способів перенесення тепла: теплопровідності; конвекції; випромінювання в побуті, на виробництві	1	[3,5]	Опитування на ПЗ
4.2.	Схеми типових промислових теплообмінників: пластинчастих, “труба в трубі”, змішувальних	1	[3,5,6]	Опитування на відпрацюванні
4.3.	Схеми промислових випарних апаратів	2	[3,6]	Опитування на ПЗ
4.4.	Процес конденсації, його визначення, фізична сутність, особливості. Класифікація конденсаторів, градирні.	2	[3,5,7]	Опитування на ПЗ. Питання до заліку.
5.2.	Масообмінні процеси в системі тверде тіло–рідина: екстрагування — рушійна сила процесу; фактори що впливають на інтенсивність. Схеми колонного та стрічкового промислових екстракторів; кристалізація — фізична сутність процесу, схема вакуум-кристалізаторів, розчинення — фізична сутність процесу, фактори, що впливають на його інтенсивність.	4	[3,7]	Опитування на ПЗ. Питання до МКР № 2
5.3	Масообмінні процеси в системі тверде тіло–газ: сушіння — промислові сушарки повітряні та на топкових газах, схема барабанної сушарки; адсорбція — схема і принцип дії промислового адсорберу неперервної дії.	2	[3,7]	Опитування на відпрацюванні
5.4.	Масообмінні процеси в системі рідина–газ (пара): абсорбція — приклади його реалізації в промисловості: озонування питної води на водопровідній станції; обробка розчинів газом в цукровому виробництві; перегонка та ректифікація — схеми неперервнодіючих установок для перегонки та ректифікації, фізична сутність дефлегматора.	2	[3,7]	Опитування на ПЗ.
5.5.	Рідинна екстракція — процес в системі рідина–рідина. Вимоги до екстрагента, схема розпилювального екстрактора неперервної дії.	1	[3,6]	Питання до МКР №2

## 7. Індивідуальна робота

Індивідуальні завдання обираються студентами самостійно у відповідності з напрямком їх наукових досліджень або теми випускної роботи спеціаліста. Виконання індивідуального завдання здійснюється у вигляді реферату або проблемної доповіді, які доповідаються на семінарських заняттях. Оформлення рефератів необхідно здійснювати у відповідності до вимог ДСТК. Обсяг реферату – 8-10 сторінок, кількість літературних джерел не менше 4.

Оцінювання індивідуального завдання проводиться у відповідності з модульно-рейтинговою системою даної дисципліни.

### Перелік індивідуальних завдань

1. Процес подрібнення.
2. Процес пресування.
3. Процес розподіл (сортування) неоднорідних твердих і сипучих систем.
4. Процес змішування неоднорідних твердих систем.
5. Визначення неоднорідних систем. Газові і рідкі неоднорідні системи.
6. Процес фільтрування.
7. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем.
8. Процес розділення неоднорідних систем за допомогою циклонів.
9. Визначення теплообмінних процесів. Типи теплообміну.
10. Типи теплообмінників. Вимога до теплообмінників.
11. Вибір оптимального теплообмінника за економічним критерієм.
12. Процеси випаровування та випарювання.
13. Фізичні характеристики і параметри процесу (на прикладі процесу теплопередачі).
14. Процес конденсації.
15. Класифікація масообмінних процесів.
16. Процес екстрагування, система тверде тіло - рідина.
17. Процес кристалізації.
18. Процес розчинення.
19. Процес сушіння. Вологість та вологовміст матеріалів.
20. Класифікація сушарок.
21. Сорбційні процеси.
22. Процес адсорбції. Типи промислових адсорбентів.
23. Механізм промислового процесу адсорбції періодичної дії. Складові повного циклу роботи адсорберу.
24. Процес абсорбції. Фактори, що впливають на інтенсивність процесу.
25. Процес перегонки.
26. Процес ректифікації.
27. Процес екстракції, система рідина-рідина.
28. Схема і опис роботи подрібнювача.
29. Схема і опис роботи віджимного пресу.

30. Схеми і опис роботи змішувача.
31. Схеми і опис роботи апарата для просіювання та розподілу частинок по густині.
32. Схеми і опис роботи дискового фільтру періодичної дії.
33. Схеми і опис роботи неперервнодіючого вакуум фільтру.
34. Схеми і опис роботи центрифуги періодичної дії, неперервної дії.
35. Схеми і опис роботи центрифуги неперервної дії.
36. Схеми і опис роботи циклонної установки.
37. Схеми і опис роботи обладнання для перемішування рідин (рідина - газ).
38. Схеми і опис роботи кожухотрубного теплообмінника.
39. Схеми і опис роботи випарної установки з термокомпресором.
40. Схеми і опис роботи багатокорпусної випарної установки.
41. Схеми і опис роботи випарного апарату з одноразовим проходженням рідини через поверхню нагріву.
42. Схеми і опис роботи випарного апарату з виносною поверхнею нагріву.
43. Схеми і опис роботи поверхневого конденсатора.
44. Схеми і опис роботи контактної конденсатору.
45. Схеми і опис роботи колонної екстракції установки системи тверде тіло - рідина.
46. Схеми і опис роботи шнекового екстрактору системи тверде тіло - рідина.
47. Схеми і опис роботи зрошувального екстрактору системи тверде тіло - рідина.
48. Схеми і опис роботи вакуум-кристалізатора періодичної дії.
49. Схеми і опис роботи барабанної сушарки.
50. Схеми і опис роботи стрічкової сушарки.
51. Схеми і опис роботи адсорбера періодичної дії.
52. Схеми і опис роботи адсорбера неперервної дії.
53. Схеми і опис роботи плівкового абсорберу.
54. Схеми і опис роботи насадкового абсорберу.
55. Схеми і опис роботи абсорбера з ковпачковим контактним пристроєм.
56. Схеми і опис роботи періодичної установки для перегонки.
57. Схеми і опис роботи колони для неперервного процесу перегонки.

## **8. Методики активізації процесу навчання**

З метою активізації роботи студентів під час практичних і семінарських занять реалізуються семінар-дискусія з теми 5. “Масообмінні процеси та типові технологічні об’єкти, в яких вони реалізуються” та робота в малих групах при проведенні практичного заняття по темі 5.

*Семінар-дискусія з теми 3.*

По цій темі студенти готують доповіді з переліку тематичних питань самостійної роботи. Після кожного виступу студенту-доповідачу задають питання. Після доповіді слухачі і студенти-доповідачі обмінюються думками з

приводу можливості інтенсифікації процесу та підвищення ефективності обладнання.

*Робота в малих групах з теми 5.*

Академічна група розділяється на мінігрупи по 3 студенти. Кожна група обирає один з масообмінних процесів і розглядає вплив на нього гідродинамічної обстановки та теплових процесів, що відбуваються в обладнанні.

## 9. Система поточного і підсумкового контролю знань

Поточний контроль навчальної діяльності студентів здійснюється під час практичних занять. Він включає опитування, врахування активності студентів під час заняття, контрольні роботи, оцінка виконання індивідуального завдання.

Опитування проводяться по матеріалам тем, які включені в навчальний модуль.

Активність студентів фіксується через врахування доповнень до виступів інших студентів. До цього ж виду оцінювання відноситься прийняття участі в обговоренні питань семінару та розв'язку задач.

Контрольні роботи складаються з теоретичного та практичного питань.

Підсумковий контроль проводиться у формі іспиту і складається з двох питань, кожне з яких оцінюється в 10 балів.

Узагальнення критеріїв поточного та підсумкового контролю знань студентів наведено в таблиці.

### Умови визначення модульного рейтингу з курсу „Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації”

Робота в семестрі — 100 балів

Залік/Іспит — 25 балів

Всього — 100 балів

Вид заняття	Кількість занять	Максимум балів	Разом
Модуль I			
Практичні заняття	4	7	28
Активність		0÷7	7
Модульна контрольна робота № 1	1	15	15
Всього за I модуль			50
Модуль II			
Практичні заняття	3	9	27
Активність		0÷8	8
Модульна контрольна робота № 2	1	15	15
Всього за II модуль			50
Всього за семестр			100
Залік			25
Разом			100

**Оцінювання знань студентів проводиться за національною шкалою та шкалою ECTS таким чином:**

Рейтингові бали за шкалою Академії	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A
82-89	Добре	B
75-81		C
67-74	Задовільно (Зараховано)	D
60-66		E
35-59	Незадовільно (не зараховано)	FX
1-34		F

Мінімальна сума балів для допуску до заліку/іспиту — **35**

Мінімальна сума балів за роботу в семестрі, що дає право для автоматичного отримання залікової оцінки — **60**

**Перелік питань до іспиту**

1. Визначення термінів «система», «процес», «технологічний процес», «фаза», «компонент».
2. Закони збереження маси і енергії, їх застосування в реальних виробничих умовах.
3. Три типи класифікації технологічних процесів.
4. Процес подрібнення.
5. Розподіл (сортування) неоднорідних сипучих систем.
6. Процес пресування.
7. Процес змішування неоднорідних твердих систем.
8. Визначення неоднорідних систем. Типи газових і рідких неоднорідних систем.
9. Процес фільтрування.
10. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем.
11. Розділення неоднорідних систем за допомогою циклонів.
12. Загальні питання гідродинаміки і структура потоків:
13. Типи теплообміну, визначення теплообмінних процесів.
14. Типи теплообмінників, вимоги до теплообмінників.
15. Вибір теплообмінника за економічним критерієм оптимізації.
16. Процеси випаровування та випарювання.
17. Фізичні характеристики матеріалу і параметри процесів (на прикладі теплопередачі).
18. Процес конденсації.
19. Класифікація масообмінних процесів.
20. Процес екстрагування, система тверде тіло рідина.
21. Процес кристалізації.

- 22.Процес розчинення.
- 23.Процес сушіння.
- 24.Класифікація сушарок.
- 25.Сорбційні процеси.
- 26.Процес адсорбції, промислові адсорбенти.
- 27.Промисловий процес адсорбції періодичної дії: схеми роботи адсорбера, ефект «проскоку», складові повного циклу роботи адсорбера.
- 28.Процес абсорбції.
- 29.Процес перегонки.
- 30.Процес ректифікації.
- 31.Процес екстракції, система рідина-рідина.
- 32.Схема і опис роботи зрошувального екстрактора системи тверде тіло-рідина.
- 33.Випарний апарат з виносною поверхнею нагріву.
- 34.Адсорбер періодичної дії.
- 35.Кожухотрубні одно- і багатходові теплообмінники.
- 36.Випарний апарат з одноразовим проходженням рідини через поверхню нагріву.
- 37.Плівкові абсорбери.
- 38.Адсорбер безперервної дії.
- 39.Адсорбер періодичної дії.
- 40.Поверхневі конденсатори.
- 41.Контактні конденсатори.
- 42.Випарна установка з термокомпресором.
- 43.Колонна установка для безперервного процесу перегонки.
- 44.Схеми подрібнювачів.
- 45.Схеми пресів та віджимного обладнання.
- 46.Схеми апаратів для змішування.
- 47.Схема апаратів для просіювання та розподілу частинок по густині.
- 48.Схеми безперервно діючого вакуум-фільтру.
- 49.Колонна установка для екстрагування в системі тверде тіло-рідина.
- 50.Обладнання для перемішування рідини (рідина-газ).
- 51.Дисковий фільтр періодичної дії.
- 52.Центрифуга періодичної дії.
- 53.Схема багатокорпусної випарної установки.
- 54.Циклоні апарати та установки.
- 55.Схема ректифікаційної колонної установки.
- 56.Шнековий екстрактор системи тверде тіло-рідина — технологічна схема, принцип дії.
- 57.Установка для перегонки періодичної дії — технологічна схема, принцип дії
- 58.Вакуум-кристалізатор періодичної дії — схема та принцип роботи.
- 59.Розпилювальний колонний екстрактор системи рідина-рідина — схема та принцип дії.
- 60.Насадкові абсорбери — схема та принцип дії, форма та матеріал насадки.
- 61.Центрифуги безперервної дії — їх схема та принцип роботи.



**10. Навчально-тематичний план дисципліни ВП та ООА**  
**Заочне відділення**

№ пп	Назва розділу, теми	Обсяг ауди- торн занять, годин		Самост. робота студентів
		лекц	практ	
	Вступ			
	<b><i>Розділ 1</i></b>			
1.	Тема 1.1. Основна термінологія, базові закони	2	2	7
	Тема 1.2. Класифікація технологічних процесів			6
	<b><i>Розділ 2. Механічні процеси та обладнання для їх реалізації</i></b>			
	Тема 2.1. Процеси подрібнення	2		4
	Тема 2.2. Пресування та обладнання для його реалізації			6
Тема 2.3. Змішування сипких матеріалів	2	5		
Тема 2. 4. Класифікація сипких матеріалів		4		
	<b><i>Розділ 3. Гідродинамічні процеси та обладнання їх реалізації</i></b>			
2.	Тема 3.1. Загальні питання гідродинамічних процесів	2	2	9
	Тема 3.2. Фільтрування			
	Тема 3.3. Процес осідання, промислові відстійники	2		9
	Тема 3.4. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем	2		8
	Тема 3.5. Процеси змішування рідин, змішування в системі рідина–газ.	2	10	
	<b><i>Розділ 4. Типові теплові процеси та технологічні об'єкти для їх реалізації</i></b>			
	Тема 4.1. Загальні питання теми обмінних процесів	2	2	6
	Тема 4.2. Теплообмінники			
Тема 4.3. Процеси випаровування та випарювання, випарні станції	2		7	
Тема 4.4. Процес конденсації та обладнання для його реалізації			8	

<b><i>Розділ 5. Масообмінні процеси і типові технологічні об'єкти, в яких вони реалізуються</i></b>				
3.	Тема 5.1. Класифікація масообмінних процесів	2	2	6
	Тема 5.2. Масообмінні процеси в системі тверде тіло-рідина. екстрагування, кристалізація, розчинення			
	Тема 5.3. Масообмінні процеси в системі тверде тіло-газ (пара): сушіння, адсорбція	2		6
	Тема 5.4. Масообмінні процеси в системі рідина-газ (пара); абсорбція, перегонка та ректифікація			7
	Тема 5.5. Масообмін в системі рідина-рідина: рідинна екстракція. Взаємовплив гідродинамічних та тепломасо-обмінних процесів	2		5
<b>Всього:</b>		<b>24</b>	<b>10</b>	<b>101</b>

## 11. Завдання та методичні вказівки до виконання контрольних робіт з курсу "Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації (ВПіООА)" для заочної форми навчання

Згідно з чинними навчальними планами студенти заочної форми навчання виконують контрольні завдання, метою яких є набуття практичних навичок самостійного пошуку необхідної інформації, короткого і точного висвітлення тих чи інших питань з курсу "Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації (ВПіООА)", збору, обробки і творчого осмислення фактичних матеріалів, які відносяться до цього курсу.

Контрольне завдання складається із двох питань. Перше питання — *теоретична частина завдання*. Друге — *практична частина завдання*. Визначити, які технологічні процеси задіяні для реалізації описаної технології.

Студент визначає номер варіанту завдання самостійно (користуючись нижченаведеною табл.) — це номер свого прізвища у списку групи.

Таблиця

Варіант (№ прізвища у списку групи)	Номери питань	Варіант (№ прізвища у списку групи)	Номери питань
1	1, 60	16	16, 45
2	2, 59	17	17, 44
3	3, 58	18	18, 43
4	4, 57	19	19, 42
5	5, 56	20	20, 41
6	6, 55	21	21, 40
7	7, 54	22	22, 39
8	8, 53	23	23, 38
9	9, 52	24	24, 37
10	10, 51	25	25, 36
11	11, 50	26	26, 35
12	12, 49	27	27, 34
13	13, 48	28	28, 33
14	14, 47	29	29, 32
15	15, 46	30	30, 31

Контрольне завдання виконується на комп'ютері (шрифт 12÷14 через 1,5 інтервали) і подається в надрукованому вигляді на окремих аркушах паперу, які зшиваються. Подання схем апаратів — довільне.

Після основного тексту повинен бути наведений список використаних літературних джерел.

На титульному листі контрольного завдання повинні бути вказані: прізвище, ім'я, то батькові студента, факультет, курс, група, шифр спеціальності, номер варіанту.

В разі виникнення труднощів у процесі виконання завдання студент може отримати консультацію у викладача.

### *Теоретична частина завдання*

1. Визначення термінів: «Система», «Процесу «Технологічний процес», «Фаза», «Компонент». Технологія як економічний фактор, соціальне явище
2. Закони: збереження маси; збереження енергії; їх застосування в реальних виробничих умовах.
3. Три типи класифікації технологічних процесів:
  - а) по організаційно-технічному принципу;
  - б) по зміні параметрів процесів в часі;
  - в) за кінетичними закономірностями.
4. Процес подрібнення.
5. Процес пресування.
6. Процес розподілу (сортування неоднорідних твердих і сипучих систем.
7. Процес змішування неоднорідних твердих систем.
8. Визначення неоднорідних систем. Газові і рідкі неоднорідні системи.
9. Процес фільтрування.
10. Відцентрові методи розділення неоднорідних систем.
11. Процес розділення неоднорідних систем за допомогою циклонів.
12. Визначення теплообмінних процесів. Типи теплообміну.
13. Типи теплообмінників. Вимога до теплообмінників.
14. Вибір оптимального теплообмінника за економічним критерієм
15. Процеси випаровування та випарювання.
16. Фізичні характеристики і параметри процесу (на прикладі процесу теплопередачі).
17. Процес конденсації.
18. Класифікація масообмінних процесів.
19. Процес екстрагування, система тверде тіло — рідина.
20. Процес кристалізації.
21. Процес розчинення.
22. Процес сушіння. Вологість та вологовміст матеріалів.
23. Класифікація сушарок.
24. Сорбційні процеси.
25. Процес адсорбції. Типи промислових адсорбентів.
26. Механізм промислового процесу адсорбції періодичної дії. Складові повного циклу роботи адсорберу.
27. Процес абсорбції. Фактори, що впливають на інтенсивність процесу.
28. Процес перегонки.
29. Процес ректифікації.

30. Процес екстракції, система рідина-рідина.

*Практична частина завдання*

31. Схема і опис роботи подрібнювача.

32. Схема і опис роботи віджимного пресу.

33. Схема і опис роботи змішувача.

34. Схема і опис роботи апарата для просіювання та розподілу частинок по густині.

35. Схема і опис роботи дискового фільтру періодичної дії.

36. Схема і опис роботи неперервнодіючого вакуум фільтру.

37. Схема і опис роботи центрифуги періодичної дії, неперервної дії.

38. Схема і опис роботи центрифуги неперервної дії.

39. Схема і опис роботи циклонної установки.

40. Схема і опис роботи обладнання для перемішування рідин (рідина — газ).

41. Схема і опис роботи кожухотрубного теплообмінника.

42. Схема і опис роботи випарної установки з термокомпресором.

43. Схема і опис роботи багатокорпусної випарної установки.

44. Схема і опис роботи випарного апарату з одноразовим проходженням рідини через поверхню нагріву.

45. Схема і опис роботи випарного апарату з виносною поверхнею нагріву.

46. Схема і опис роботи поверхневого конденсатору.

47. Схема і опис роботи контактного конденсатору.

48. Схема і опис роботи колонної екстракційної установки системи тверде тіло — рідина.

49. Схема і опис роботи шнекового екстрактору системи тверде тіло — рідина.

50. Схема і опис роботи зрошувального екстрактору системи тверде тіло — рідина.

51. Схема і опис роботи вакуум-кристалізатора періодичної дії.

52. Схема і опис роботи барабанної сушарки.

53. Схема і опис роботи стрічкової сушарки.

54. Схема і опис роботи адсорбера періодичної дії.

55. Схема і опис роботи адсорбера безперервної дії.

56. Схема і опис роботи плівкового абсорберу.

57. Схема і опис роботи насадкового абсорберу.

58. Схема і опис роботи абсорбера з ковпачковим контактним пристроєм.

59. Схема і опис роботи періодичнодіючої установки для перегонки.

60. Схема і опис роботи колони для неперервного процесу перегонки.

### 13. Рекомендована література

1. Конституція України.— К. Вікар.— 1997.
2. Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності», //Відомості Верховної Ради України. — 1992.— № 12. — с. 165-166.
3. Процеси і апарати.— Підручник, під. ред. проф. Манежика І.Ф.; К.: НУХТ.— 2003.— 400 с.
4. Збіжна О.М. Основи технології. Навчальний посібник. — Тернопіль: Карт-бланш.— 2002.— 406 с.

#### *Додаткова література*

5. Касаткин АГ. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1971.— 790с.
6. Процеси і апарати харчових виробництв/ Бойченко Н. Г., Заднепряний В. А., Костенюк А. М. та ін.// За ред. проф. В. М, Стабнікова. К., «Вища школа», 1975.— 375 с.
7. Стабников В. Н., Лысянский В. М., Попов В. Д. Процессы и аппараты пищевых производств. М., «Агропромиздат», 1985.— 503 с.