



## Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Галузь знань</b>	13 Механічна інженерія
<b>Спеціальність</b>	133 Галузеве машинобудування
<b>Освітня програма</b>	Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
<b>Статус дисципліни</b>	Нормативна
<b>Форма навчання</b>	Очна (денна, вечірня)
<b>Рік підготовки, семестр</b>	4 курс 1 семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	2 кредитів ЄКТС / 60 год
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	залік
<b>Розклад занять</b>	2 години на тиждень (2 години лекційних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	к.т.н., доц. каф. БТ та І, Ружинська Людмила Іванівна , 044-204-94-51, <a href="mailto:ruzhli@ukr.net">ruzhli@ukr.net</a>
<b>Розміщення курсу</b>	Кампус, Google classroom

### Програма навчальної дисципліни

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

Сучасний технічний розвиток виробництва вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій.

Висококваліфікований фахівець зі спеціальності Галузеве машинобудування що спеціалізується у сфері технологій та обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, повинен володіти глибокими теоретичними знаннями для розробки рекомендацій щодо шляхів удосконалення технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, здійснення оптимального вибору конструкцій апаратів, устаткування для реалізації заданих технологічних процесів.

**Предмет навчальної дисципліни "Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати"** є теоретичні засади масообмінних процесів, які використовуються в фармацевтичних та біотехнологічних виробництвах особливості конструкцій, принципи розрахунку, вибору та експлуатації основного устаткування біотехнологічних виробництв.

**Метою навчальної дисципліни "Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати", є вивчення теоретичних закономірностей та апаратного оформлення масообмінних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, ознайомлення студентів з особливостями конструкцій та методик розрахунку машин і апаратів для практичної реалізації вказаних процесів.**

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- = Здатність до абстрактного мислення (ЗК1).
- = Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК4).
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК5).
- Здатність проведення досліджень на певному рівні (ЗК6).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК10)
- Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування (ФК1).
- Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування (ФК2).
- Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації (ФК4).
- Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних (ФК6).
- Здатність систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки (ФК11).
- Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів з виконаних завдань та у впровадженні результатів досліджень і розробок у галузі машинобудування (ФК12).
- Здатність застосовувати інженерні знання для розробки й реалізації проектів, що задовольняють заданим вимогам (ФК13).

Згідно з вимогами освітньої програми студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі (РН1).
- Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку (РН2)..
- Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні (РН4)..
- Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи (РН5)..
- Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання (РН8)..

- Знати та розуміти принципи побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (PH15).
- Розуміти принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв і конструкцій та методик розрахунку обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (PH16).
- Застосовувати фізико-хімічні основи, кінетичних закономірностей процесів, фізичних властивостей середовища та коефіцієнтів переносу для побудови фармацевтичного та біотехнологічного обладнання (PH17).
- Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми (PH18).;

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

Дисципліна "Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати" допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін, а саме: „Вища математика”, „Фізика”, „Інженерна та комп'ютерна графіка”, „Хімія”, „Механіка матеріалів і конструкцій”, „Деталі машин”. Дисципліна забезпечує виконання дипломних атестаційних робіт кваліфікаційного рівня бакалавр, магістр.

Зміст навчальної дисципліни

### **Розділ 1. Масообмінні процеси та апарати.**

Тема 1. Дистиляція. Ректифікація

Тема 2. Екстракція в системі тверде тіло –рідина.

Тема 3. Рідинна екстракція

Тема 4. Адсорбція.

Тема 5. Абсорбція.

Тема 6. Кристалізація.

### **Базова література**

1. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології : підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.2-416 с.
2. Процеси і апарати хімічної технології: підручник у 2 ч./Л. Л. Товажнянський, А.П. Гатлінська, В.О. Лещенко та ін.;за заг ред. Л.Л. Товажнянського.-Ч.1.-Харків: НТУУ «ХПІ», 2007 р. – 616 с.
3. Процеси і апарати хімічної технології: підручник у 2 ч./Л. Л. Товажнянський, А.П. Гатлінська, В.О. Лещенко та ін.;за заг ред. Л.Л. Товажнянського.-Ч.2.-Харків: НТУУ «ХПІ», 2007 р. – 540 с.
4. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: навч. посіб / Мікульонок. 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: ІВЦ, «Політехніка», 2000. - 304 с.: іл.

### **Додаткова**

1. 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.

2. 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.

3. 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.

## Інформаційні ресурси

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни "**Процеси, апарати та машини галузі – 3. Масообмінні процеси та апарати**" рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітко і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

#### 4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Перегонка та ректифікація. Види перегонки. Проста перегонка. Дефлегмація. Флегмове число. Матеріальний баланс простої перегонки. Матеріальний і тепловий баланс ректифікаційної колони. Особливості розрахунку ректифікаційних колон. Література: [1-4]	6
2	Екстракція в системах "тверде тіло-рідина". Способи розчинення та вилуговування. Матеріальний баланс процесу екстракції. Мацерація (статична екстракція) та екстракція в атмосфері газів (вуглекислий, азот, аргон). Методика розрахунку екстракторів. Література: [1-4]	6
3	Рідинна екстракція. Вибір екстрагента. Кінетика рідинної екстракції. Матеріальний баланс рідинної екстракції. Методика розрахунку екстракторів. Конструкції та принцип дії рідинних екстрактів. Література: [1-4]	6

4	Адсорбція. Основні поняття та визначення. Промислові адсорбенти та їх властивості. Матеріальний і баланс адсорбції. Рівновага при адсорбції. Швидкість адсорбції. Розрахунки адсорберів. Будова адсорберів і схеми адсорбційних установок. Література: [1-4]	4
5	Абсорбція. Основні поняття та визначення. Рівновага при абсорбції. Матеріальний баланс абсорбції. Будова і принцип роботи абсорберів. Швидкість абсорбції. Розрахунки абсорберів . Література: [1-4]	8
6	Кристалізація. Рівновага при кристалізації. Способи кристалізації. Кінетика кристалізації. Розрахунки кристалізаторів. Матеріальний і тепловий баланс кристалізації. Будова і принцип дії кристалізаторів. Література: [1-4].	6
	Всього годин	36

## Політика та контроль

### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу. Особливу увагу потрібно приділити вивченню теоретичних засад масообмінних процесів та обладнання для їх реалізації, оформленню журналу конструкцій.

При самостійному вивченні студентами конструкцій машин, апаратів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, необхідно проаналізувати фактори, що впливають на протікання процесів, рівень впливу на процес конструктивних особливостей апаратів, шляхи вдосконалення конструкцій, резерви для інтенсифікації ефективності процесів. Питання, що винесені на самостійне вивчення, орієнтовані на розвиток інтелектуальних умінь, професійних здатностей, підвищення творчого потенціалу студента і полягає в самостійному пошуку, аналізу та структуруванні, науково технічної інформації

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Конструкції та принцип дії рідинних екстракторів. Література: [1-3]	2
2	Конструкції адсорберів і схеми адсорбційних установок. Література: [1-3]	6
3	Конструкції абсорберів і схеми абсорбційних установок. Література: [1-3]	2
4	Конструкції кристалізаторів. Література: [1-3]	4
5	Конструкції апаратів для екстрагування в системах "тверде тіло-рідина". Література: [1-3]	6
6	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
7	Підготовка до екзамену	30
	Всього годин	54

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

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

### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

### Політика дедлайнів та перескладань

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

### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми не доброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### Політика академічної поведінки і етики

студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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

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

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

Семестр	Кредити	Всього годин	Розподіл навчального часу за видами занять					Семестрова атестація
			Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС	МКР	
7	2	60	36		-	24	1	залік

Рейтинг студента з дисципліни у 7-му семестрі складається з балів, які він отримує за:

1. Виконання модульної контрольної роботи.
2. Робота на практичних заняттях.
3. Виконання альбому-конструкцій

## Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання.

### 1. Модульний контроль:

Ваговий бал – 20. Кількість модульних контрольних робіт у 7-му семестрі – 1.

Максимальний рейтинг –  $1 \times 20 = 20$  балів.

1. «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 18 – 20 балів;
2. «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 15 – 17 балів;
3. «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12 – 14 бали;
4. «незадовільно», невиконання завдань контрольної роботи (не відповідає вимогам) – 0 балів.

### 2. Виконання та захист альбому конструкцій – 30 балів

Ваговий бал – 30.

- «відмінно», виконані всі вимоги до альбому конструкцій і повністю розкрита тема – 27-30 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи і розкрита тема – 22,5-26 балів;
- «задовільно», є недоліки виконання вимог і певні помилки – 18-22 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» або не здав альбом конструкцій – 0 балів.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є робота на практичних та лабораторних заняттях і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 25$  балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 50$  балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить чотири теоретичні питання. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до освоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 12,5 балів.

#### Система оцінювання теоретичних питань:

1. «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,5-11,3 балів;
2. «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11,2-9,4 балів;
3. «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9,3-7,5 балів;
4. «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали $RD=r_C+r_E$	ECTS оцінка	Екзаменаційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	добре

75-84	C	
65-74	D	задовільно
60-64	E	
Менше 60	Fx	незадовільно
$r_c < 25$	F	не допущено

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

#### Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Перегонка та ректифікація. Основні поняття та визначення.
2. Види перегонки. Проста перегонка. Дефлегмація.
3. Флегмове число.
4. Матеріальний баланс простої перегонки.
5. Матеріальний і тепловий баланс ректифікаційної колони.
6. Особливості розрахунку ректифікаційних колон.
7. Екстракція в системах "тверде тіло-рідина". Основні поняття та визначення.
8. Способи розчинення та вилуговування.
9. Матеріальний баланс процесу екстракції.
10. Мацерація (статична екстракція) та екстракція в атмосфері газів (вуглекислий, азот, аргон).
11. Методика розрахунку екстракторів.
12. Рідинна екстракція. Основні поняття та визначення.
13. Вибір екстрагента.
14. Кінетика рідинної екстракції.
15. Матеріальний баланс рідинної екстракції.
16. Методика розрахунку екстракторів.
17. Конструкції та принцип дії рідинних екстрактів.
18. Адсорбція. Основні поняття та визначення.
19. Промислові адсорбенти та їх властивості.
20. Матеріальний баланс адсорбції.
21. Рівновага при адсорбції. Швидкість адсорбції.
22. Розрахунки адсорберів.
23. Будова адсорберів і схеми адсорбційних установок.
24. Абсорбція. Основні поняття та визначення.
25. Рівновага при абсорбції.
26. Матеріальний баланс абсорбції.
27. Будова і принцип роботи абсорберів.
28. Швидкість абсорбції.
29. Розрахунки абсорберів.
30. Кристалізація. Основні поняття та визначення.
31. Рівновага при кристалізації.
32. Способи кристалізації.
33. Кінетика кристалізації.
34. Розрахунки кристалізаторів.
35. Матеріальний і тепловий баланс кристалізації.
36. Будова і принцип дії кристалізаторів.



**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:**

доцент, к.т.н., доцент каф. БТ та І Ружинська Людмила Іванівна

старший викладач каф. БТ та І Остапенко Жанна Ігорівна

**Ухвалено** кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 13 від 27. 06. 2022р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФБТ (протокол № 9 від 13.06.2022 р.)