

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

**Навчально-науковий інститут денної освіти
Кафедра технологій харчових виробництв і ресторанного
господарства**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



підпис

О. М. Горобець
ініціали, прізвище

"29" жовтня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»**

освітня програма

«Біотехнологія»

спеціальність

162 «Біотехнологія та біоінженерія»

галузь знань

16 - Хімічна та біоінженерія

ступінь вищої освіти

бакалавр

Робоча програма навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв» схвалена та рекомендована до використання в освітньому процесі на засіданні кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства.

Протокол від «29» жовтня 2024 року № 3

Полтава 2024

Укладач:

Гайворонська Зоя Миколаївна, к.т.н., доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства Полтавського університету економіки і торгівлі.

ПОГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми «Біотехнологія» спеціальності
та біоінженерія ступеня бакалавр

162 Біотехнологія



(підпис)

Г. О. Бірта
(ініціали, прізвище)

«29» жовтня 2024року

ЗМІСТ

Розділ 1. Опис навчальної дисципліни.....	4
Розділ 2. Перелік компетентностей та програмні результати навчання з навчальної дисципліни.....	4
Розділ 3. Програма навчальної дисципліни.....	6
Розділ 4. Тематичний план навчальної дисципліни.....	9
Розділ 5. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів.....	12
Розділ 6. Програмне забезпечення комп'ютерної підтримки освітнього процесу..	14
Розділ 7. Рекомендовані джерела інформації.....	15

Розділ 1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1 - Опис навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

Місце у структурно-логічній схемі підготовки	<i>Пререквізити:</i> вища математика, фізика, біохімія <i>Постреквізити:</i> технологія біовиробництва, загальна біотехнологія, інструментальна біотехнологія	
Мова викладання	українська	
Статус дисципліни - обов'язкова		
Курс/семестр вивчення	3 курс /6 семестр	
Кількість кредитів ЄКТС/ кількість модулів	3 кредити / 2 модулі	
Денна форма навчання:		
Кількість годин: –загальна кількість 90 год.: 6 семестр - 90 год.:		
- лекції: 16 год.;		
- практичні заняття: 20 год.;		
- самостійна робота: 54 год.		
- вид підсумкового контролю: екзамен.		
Заочна форма навчання:		
Кількість годин: – загальна кількість 90 год.: 5 семестр – 2, 6 семестр - 88.		
- лекції: 5 семестр - 2 год., 6 семестр - 2 год.;		
- практичні заняття: 6 семестр - 2 год.;		
- самостійна робота: 5/6 семестр - 84 год.		
- вид підсумкового контролю : 6 семестр – екзамен.		

Розділ 2. Перелік компетентностей та програмні результати навчання з навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є набуття майбутніми фахівцями теоретичних знань і практичних навичок, які необхідні інженеру-технологу для правильної організації виробничих процесів, технічно грамотної експлуатації та модернізації діючого обладнання, ефективного освоєння та впровадження нових біотехнологічних процесів і високопродуктивних апаратів.

Завданням викладання курсу є підготовка студентів до правильного проведення біотехнологічних процесів, формування у них знань технічної термінології, законів протікання біопроектів, будови та принципів дії апаратів, основних методик розрахунку та методів аналізу ефективності їх використання, областей використання й потенційних можливостей.

Таблиця 2 – Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання

Програмні результати навчання	Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач
<p>ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної документації на біотехнологічні продукти різного призначення, аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.</p> <p>ПР 15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування біотехнологічних і фармацевтичних виробництв для забезпечення їх максимальної ефективності.</p> <p>ПР 16. Базуючись на знаннях, отриманих під час практики на підприємствах та установах вміти здійснювати продуктивний розрахунок і розрахунок технологічного обладнання.</p> <p>ПР 18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів.</p> <p>ПР21. Вміти формулювати завдання для розробки систем виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.</p>	<p>К07 (ЗК07). Прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>К08 (ЗК08). Здатність реалізовувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства прав, прав і свобод людини і громадянина в Україні.</p> <p>К11 (СК02). Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії і біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>К12 (СК03). Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для здійснення інженерної діяльності в галузі біотехнології.</p>

Зміст компетенцій

В результаті вивчення дисципліни **студент повинен:**

знати: теоретичні основи процесів, які протікають в апаратах біотехнологічних виробництв та сировині, що переробляється; основні принципи апаратного

оформлення процесів; основи методик розрахунків процесів та апаратів біотехнологічних виробництв; основні напрямки удосконалення біотехнологічних процесів з метою підвищення їх ефективності та економічності;
вміти: аналізувати процеси біотехнологічних виробництв та апарати, в яких вони протікають; визначити оптимальні параметри; виявляти резерви підвищення їх ефективності та економічності.

Розділ 3. Програма навчальної дисципліни

Модуль I. Теоретичні основи навчальної дисципліни ПАБВ. Основи гідравліки. Гідромеханічні та механічні процеси

Тема 1. Вступ. Основні положення та наукові основи курсу

Загальна характеристика біотехнологічних виробництв. Основні закони, принципи аналізу і розрахунку процесів і апаратів. Основні вимоги до апаратів: технологічні, експлуатаційні, конструктивні тощо. Матеріали для виготовлення апаратів.

Методи дослідження та аналізу процесів. Фізичне та математичне моделювання. Метод аналізу розмірностей.

Тема 2. Основи гідравліки. Гідравлічні машини

Основні поняття та визначення. Основне рівняння гідростатики та його практичне застосування. Тиск рідин на дно та стінки посудин. Гідростатичний парадокс.

Основні характеристики потоку та руху рідин. Рівняння нерозривності потоку. Рівняння Бернуллі для ідеальної та реальної рідин та їх практичне застосування.

Гідравлічні машини. Будова та принцип дії поршневих, відцентрових, роторних, мембранних, гвинтових і струминних насосів. Поняття про насосні установки. Компресорні машини.

Тема 3. Гідромеханічні процеси. Характеристика дисперсних систем та отримання їх шляхом перемішування, диспергування, піноутворення, псевдозрідження

Однорідні та неоднорідні (гетерогенні) рідинні системи. Види дисперсних систем: емульсії, суспензії, піни, аерозолі.

Суть і використання процесу перемішування в біотехнологічних виробництвах. Основні цілі, що досягаються перемішуванням. Перемішування рідких, сипких і пластичних мас. Будова мішалок і апаратів для перемішування. Класифікація та принципова будова змішувачів.

Визначення і суть процесу диспергування. Суть процесу емульгування, принципова будова різних типів емульсаторів. Гомогенізація: суть процесу, принципова будова гомогенізаторів. Розпорошення рідин: суть процесу, види розпорошення. Принцип дії пристроїв для розпорошування рідин.

Суть процесів піноутворення та збивання. Апаратурне оформлення процесів піноутворення та збивання. Суть процесу псевдозрідження, галузі його застосування. Апарати з псевдозрідженим шаром. Пневмотранспорт.

Тема 4. Поділ неоднорідних систем.

Закономірності процесу осадження частинок дисперсної фази під дією сили тяжіння. Інтенсифікація процесу осадження. Будова і розрахунок відстійників. Флотація - визначення, суть процесу.

Суть і класифікація методів фільтрування. Рушійна сила та швидкість процесу. Обладнання для фільтрування, будова та розрахунок.

Суть процесу поділу неоднорідних систем у полі відцентрових сил. Центрифуги відстійні. Сепаратори. Гідроциклони.

Мембранні методи поділу рідинних систем. Теоретичні основи процесів зворотнього осмосу та ультрафільтрації. Схеми мембранних апаратів і пристроїв, галузь і перспективи їх застосування. Основні напрями поділу неоднорідних систем.

Суть та призначення процесу поділу газових систем. Способи очищення газових систем.

Тема 5. Механічні процеси

Суть і призначення процесу подрібнення. Основні типи та принципи роботи апаратів для подрібнення. Основні типи пристроїв для нарізування.

Пресування. Призначення та механізм процесу віджимання. Формування, штампування, брикетування. Вплив різних факторів на процес пресування. Обладнання для проведення процесу пресування.

Поділ сипких матеріалів. Сортування, призначення та галузь застосування процесу. Просіювання, поняття проходження та сходження, ситовий аналіз. Апарати для просіювання. Принцип дії та характеристики сепараторів.

Основні напрями вдосконалення механічних процесів.

Модуль II. Теплові, масообмінні та біохімічні процеси

Тема 6. Основні закономірності теплообміну. Теплові процеси

Задачі та способи теплової обробки матеріалів. Рушійна сила теплових процесів. Процеси нагрівання та охолодження. Теплоносії. Класифікація теплообмінників. Напрямки удосконалення теплообмінних апаратів.

Випарювання. Фізична суть процесів кипіння та випаровування. Фізична суть і апаратурне оформлення процесу випарювання. Матеріальний і тепловий баланси випарювання.

Процеси охолодження, заморожування, розморожування. Призначення та закономірності процесів охолодження та заморожування. Розрахунок процесів охолодження. Типи та будова апаратів для охолодження та заморожування.

Розморожування. Суть, теорія процесу. Будова апаратів для розморожування продуктів.

Визначення, суть та теоретичні основи процесу пастеризації. Закон Пастера. Режими теплової пастеризації. Апаратурне оформлення процесу пастеризації. Нетеплові способи пастеризації.

Визначення, суть процесу стерилізації. Теплова стерилізація. Основні параметри, які характеризують процес. Ефективність стерилізації. Стерилізатори періодичної та безперервної дії.

Інтенсифікація теплових процесів. Основні напрями удосконалення теплових процесів. Способи регенерації та принципові схеми регенераторів.

Тема 7. Основні закономірності масопереносу. Масообмінні процеси

Основні закономірності масопереносу. Класифікація процесів масообміну. Термодифузія.

Сорбційні процеси. Характеристика та фізичні основи процесу абсорбції. Галузь застосування абсорбції в харчових виробництвах. Апаратурне оформлення процесу. Адсорбція. Фізична суть процесу адсорбції. Види адсорбції. Апаратурне оформлення процесу. Десорбція та хемосорбція.

Загальна характеристика процесу сушіння, мета та фізична суть. Види зв'язку вологи з матеріалом. Діаграма вологого повітря та побудова в ній процесів сушіння. Основні апарати для сушіння та принцип їх дії.

Фізична суть процесу екстракції. Механізм екстракції в системі «тверде тіло – рідина». Матеріальний баланс екстракції. Апарати для проведення процесу екстракції.

Фізична суть процесів перегонки та ректифікації. Бінарні та багатокомпонентні суміші. Апарати для проведення процесів дистиляції та ректифікації, галузь їх застосування в харчових виробництвах.

Кристалізація та розчинення. Сутність процесу кристалізації, галузь застосування. Способи кристалізації та кристалізатори.

Фізична суть та призначення процесів розчинення та набухання в харчових виробництвах. Вплив температури на розчинність. Процеси набухання харчових продуктів. Сутність

Тема 8. Біохімічні процеси

Сутність процесів та області застосування. Основні поживні речовини харчових продуктів та закономірності їх змін у біохімічних процесах. Ферменти та ферментні апарати.

Біохімічні процеси під час зберігання і консервування продуктів. Біохімічні процеси в технології хлібопекарного виробництва. Біохімічні процеси у виробництві кисломолочних продуктів.

Біотехнологічні методи виробництва біопалива.

Розділ 4. Тематичний план навчальної дисципліни

Таблиця 4 - Тематичний план навчальної дисципліни «Процеси і апарати біохімічних виробництв»

Назва теми	Обсяг г, год.	Назва теми та питання практичного заняття	Обсяг г, год.	Завдання самостійної роботи у розрізі тем	Обсяг , год.
Модуль 1. Теоретичні основи навчальної дисципліни ПАБВ. Основи гідравліки. Гідромеханічні та механічні процеси					
Тема 1. Лекція 1. Вступ. Основні положення та наукові основи навчальної дисципліни ПАБВ 1. Зміст і завдання навчальної дисципліни “Процеси та апарати біотехнологічних виробництв”.	2	ПЗ 1. Вхідне тестування. "Основні положення та закономірності процесів біотехнологічних виробництв" 1. Застосування теорії подібності при моделюванні процесів та апаратів	2	Вхідне тестування, підготовка до практичного заняття, виконання індивідуального завдання, тестування з	6

Назва теми	Обсяг, г, год.	Назва теми та питання практичного заняття	Обсяг, г, год.	Завдання самостійної роботи у розрізі тем	Обсяг, год.
2. Загальна характеристика процесів і апаратів біотехнологічних виробництв. 3. Основні вимоги до апаратів, конструкційні матеріали для їх виготовлення.		біотехнологічних виробництв. 2.Методи дослідження та аналізу процесів.		теми.	
<u>Тема 2. Лекція 2. Основи гідравліки. Гідравлічні машини</u> 1. Основні поняття та визначення гідростатики. Основне рівняння гідростатики. 2. Основи гідродинаміки. Рівняння нерозривності потоку. 3. Загальні відомості про гідравлічні машини.	2	ПЗ 2. "Практичне застосування основних законів гідравліки". 1. Визначення в'язкості рідини за допомогою капілярного віскозіметра. 2. Розрахунок тиску рідини на дно та плоскі стінки посудини. 3. Визначення основних характеристик потоку і руху рідин. 4.Характеристики насосів: подача, напір, споживана потужність, ККД.	2	Підготовка до практичного заняття, виконання індивідуального завдання, тестування з теми.	7
<u>Тема 3. Лекція 3. Характеристика дисперсних систем та отримання їх шляхом перемішування, диспергування, піноутворення, псевдозрідження</u> 1. Характеристика дисперсних систем. 2. Суть і основні цілі перемішуванням, диспергування, гомогенізації, піноутворення та псевдозрідження. 3. Основні способи перемішування. 4. Будова апаратів для перемішування, диспергування, гомогенізації, піноутворення та псевдозрідження.	2	ПЗ 3. "Дослідження процесу перемішування дисперсних систем" 1. Визначення характеристик дисперсності. 2. Розрахунок потужності апарата, необхідної для перемішування.	2	Підготовка до практичного заняття, виконання індивідуального завдання, тестування з теми.	7

Назва теми	Обсяг, год.	Назва теми та питання практичного заняття	Обсяг, год.	Завдання самостійної роботи у розрізі тем	Обсяг, год.
		<p>1. Визначення необхідної поверхні теплопередачі кожухотрубчастого конденсатора.</p> <p>2. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при кипінні, плівковій конденсації.</p> <p>ПЗ 8. "Визначення основних параметрів випарних установок"</p> <p>1. Визначення корисної різниці температур у випарних установках.</p> <p>2. Визначення кінцевих концентрацій розчинів після випарних установок.</p>	2		
<p>Теми 7. Лекція 7. Основні закономірності масопереносу. Масообмінні процеси</p> <p>1. Класифікація процесів масообміну. Рухлива сила масообмінних процесів.</p> <p>2. Сорбційні процеси, види, суть та апаратурне оформлення процесів.</p> <p>3. Екстрагування: особливості протікання, апаратурне оформлення.</p> <p>4. Фізична суть та види процесів перегонки, галузь їх застосування у харчових виробництвах.</p> <p>5. Сушіння, теоретичні основи, апаратурне оформлення.</p> <p>6. Кристалізація і розчинення.</p>	2	<p>ПЗ 9. "Визначення основних параметрів процесу сушіння"</p> <p>1. Вивчення процесів сушіння за I-d діаграмою.</p> <p>2. Розрахунок витрати сушильних агентів.</p>	2	Підготовка до практичного заняття, виконання індивідуального завдання, тестування з теми.	7
<p>Теми 8. Лекція 8. Біохімічні процеси</p> <p>1. Сутність процесів та області застосування.</p> <p>2. Ферменти та ферментні апарати.</p> <p>3. Біохімічні процеси під час зберігання і консервування продуктів.</p>	2	<p>ПЗ 10. «Біохімічні процеси у виробництві харчових продуктів»</p> <p>1. Аналіз змін основних поживних речовин харчових продуктів та закономірності їх у біохімічних процесах.</p>	2	Підготовка до практичного заняття, виконання індивідуального завдання, тестування з теми. Підготовка до поточної	7

Назва теми	Обсяг г, год.	Назва теми та питання практичного заняття	Обсяг г, год.	Завдання самостійної роботи у розрізі тем	Обсяг , год.
4. Біохімічні процеси в технології харчових виробництв. 5. Біотехнологічні методи виробництва біопалива.		2. Особливості біохімічних процесів під час виробництва кисломолочних продуктів.		модульної контрольної №2.	

Розділ 5. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів

Система поточного і підсумкового контролю має за мету оцінювання рівня сформованості тих чи інших компетентностей та досягнення програмних результатів навчання за навчальною дисципліною «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв».

Компетентність як інтегрований результат індивідуальної навчальної діяльності студентів, формується на основі оволодіння ними змістовими (знання), процесуальними (уміння) і мотиваційними компонентами, його рівень виявляється в процесі оцінювання. Визначення рівня сформованості дисциплінарних компетентностей (результатів навчання) здійснюється за: певною темою робочої програми навчальної дисципліни; практичними заняттями (виконання навчальних завдань, перевірка та захист індивідуального завдання, тестування тощо).

Об'єктами контролю є: робота студентів на лекціях та практичними заняттях, якість та своєчасність виконання індивідуальних і домашніх завдань, поточних модульних робіт. Контрольні заходи здійснюються науково-педагогічними працівниками і включають поточний і підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється при проведенні лекцій та практичними заняттями, перевірки виконання індивідуальних і домашніх завдань та має на меті перевірку рівня засвоєння студентом навчального матеріалу навчальної дисципліни та оцінювання набутих компетентностей.

Під час проведення лекцій застосовуються такі методи контролю, як усне опитування студентів з питань, визначених планом лекцій та пов'язаних з матеріалом попередніх лекцій, дискусійне обговорення проблемних питань з теми лекції та інше.

При проведенні практичними заняттями контроль здійснюється як під час виконання комплексу практичних завдань, так і під час захисту результатів виконаних досліджень, проблемних ситуацій та інше.

Поточний контроль виконання студентами індивідуальних і домашніх завдань здійснюється за допомогою перевірки науково-педагогічним працівником результатів розв'язання завдань, передбачених тематичним планом навчальної дисципліни.

Поточний контроль, який застосовується під час проведення поточних модульних робіт, здійснюється при перевірці виконання відповідних модульних

контрольних робіт в письмовій формі або за допомогою відповідного програмного забезпечення комп'ютерної підтримки освітнього процесу тощо.

Підсумкове оцінювання знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється у формі екзамену.

Загальна оцінка з навчальної дисципліни при формі контролю у формі екзамену дорівнює сумі всіх балів, які студент отримує за поточну успішність, виконання поточних модульних робіт та сумі балів за підсумкове оцінювання (екзамен).

З метою мотивації студентів до активного та якісного виконання усіх видів навчальної роботи протягом семестру до загальної підсумкової оцінки можуть бути додані бали у розмірі до 10 % від загальної підсумкової оцінки, коефіцієнт мотивації (0,1). Мотивація студентів застосовується за умови виконання ними всіх видів навчальної роботи, які передбачені робочим навчальним планом підготовки студентів і робочою програмою з навчальної дисципліни незалежно від результатів виконання.

Застосування та конкретне значення коефіцієнту мотивації пізнавальної діяльності студентів визначається науково-педагогічним працівником кафедри враховуючи активність студента при вивченні навчальної дисципліни (відвідування навчальних занять, виконання видів навчальної діяльності, виконання поточних модульних робіт, участь у науково-дослідній роботі тощо).

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 5 - Розподіл балів за результатами вивчення навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

Види робіт	Максимальна кількість балів
Модуль 1 (теми 1-5): виконання практичних робіт (10 балів); тестування з тем (10 бали); захист індивідуальних завдання (10 балів); поточна модульна робота (5 балів)	35
Модуль 2 (теми 6-8): виконання практичних робіт (8 балів); тестування з тем (6 бали); захист індивідуальних завдання (6 балів); поточна модульна робота (5 балів)	25
Поточний контроль	60
Підсумковий контроль	40
Разом	100

Таблиця 5.2 - Система нарахування додаткових балів за видами робіт з вивчення навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

Форма роботи	Вид роботи	Бали
1. Навчальна	1. Участь в предметних олімпіадах: університетських, міжвузівських, всеукраїнських, міжнародних	5

Форма роботи	Вид роботи	Бали
	2. Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань підвищеної складності	5
2. Науково-дослідна	1. Участь в конкурсах студентських робіт: університетських, міжвузівських, всеукраїнських, міжнародних.	5 5
	2. Участь в наукових студентських конференціях: університетських, міжвузівських, всеукраїнських, міжнародних.	10
Разом*		30

*За додаткові види навчальних робіт студент може отримати не більше 30 балів.

Додаткові бали додаються до загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни, але загальна підсумкова оцінка не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 6 - Шкала оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами вивчення навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Дуже добре
74-81	C	Добре
64-73	D	Задовільно
60-63	E	Задовільно достатньо
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни

Розділ 6. Програмне забезпечення комп'ютерної підтримки освітнього процесу з навчальної дисципліни «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

1. Мультимедійні презентації лекцій з навчальної дисципліни.
2. Дистанційний курс «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв», який розміщено у системи дистанційного навчання ПУЕТ
<https://www2.el.puet.edu.ua/st/course/view.php?id=2140>

Розділ 7. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Технологічне обладнання біотехнологічної і фармацевтичної промисловості: підручник [для вищ. навч. закл.] Стасевич М.В., Милянч., А.О., Стрельников Л.С., Крутських Т.В, Бучкевич І.Р., Зайцев О.І Гузьова., І.О., Стрілець О.П., Гладух Є.В., Новіков В.П. – Львів: «Новий Світ-2000», 2020. – 410 с.
2. Курта С.А. Промислові біотехнології: курс лекцій. - Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2018.-197с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. проф. І. Ф. Малєжика. – К.: НУХТ, 2003.- 400 с.
4. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. -Харків: Світ Книг, 2014. - 495 с.
5. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Лещенко В.О., Готлінська А.П. Приклади та задачі за курсом «Процеси та апарати хімічної технології»: навчальний посібник. - Харків: НТУ «ХП», 2010. - 480 с.

Додаткові

6. Гулий І.С., Василенко С.М., Українець А.І., Олішевський В.В. Основи тепломасообміну: підручник.- Київ: НУХТ, 2014. - 250 с.
7. Соколенко А.І., Мазаракі А.А., Шевченко О.Ю. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів в харчових технологіях: монографія. - Київ: Фенікс, 2011.- 536 с.

