

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЇ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету ТВППТСБ

Михайло ГИЛЬ

« 09 » 07 2025 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Дмитро БАБЕНКО

« 09 » 07 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ВИРОБНИЦТВА ТВАРИННИЦТВА**

освітньо-професійна програма

«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня 4-го року

очної (денної) форми навчання

на 2025-2026 навчальний рік

Освітній ступінь - Бакалавр

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва»

Мова викладання - українська

Миколаїв
2025

Бабенко

Програма відповідає вимогам Освітньо-професійних програм підготовки здобувачів вищої освіти «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», затверджених Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 22.02.2022 р. (протокол №7), чинної згідно наказу по університету №37-О від 14.03.2022 р.

Розробник програми: асистент М.М. Тимофіїв, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри технології виробництва продукції тваринництва факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету.

Протокол № 11 від «20» 06 2025 року.

Завідувач кафедри
доктор с.-г. наук, проф.

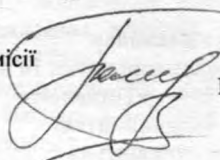


С.І. Луговий

Схвалено науково-методичною комісією факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету

Протокол № 10 від «24» 06 2025 року.

Голова науково-методичної комісії
канд. с.-г. наук, доцента



Г.І. Калиниченко

Гарант освітньої програми
канд. с.-г. наук, доцента



Г.І. Калиниченко

1. АНОТАЦІЯ

Зміст програми є теоретичною основою технології виробництва і переробки продукції тваринництва, яка дозволяє проаналізувати та розрахувати процес, визначити оптимальні параметри, розробити та розрахувати апаратуру для його здійснення, вивчає основні закономірності перебігу процесів із метою їх прогнозування, а також принципи створення та розрахунків апаратів, у яких ці процеси реалізуються.

SUMMARY

The content of the program is the theoretical basis of the technology of production and processing of livestock products, which allows you to analyze and calculate the process, determine the optimal parameters, develop and calculate the equipment for its implementation, studies the basic laws of the course of processes in order to predict them, as well as the principles of creating and calculating devices in which these processes are implemented.

2. Опис дисципліни

Процеси і апарати виробництва тваринництва

Галузь знань: **20 «Аграрні науки та продовольство»**

Освітня спеціальність: **204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»**

Освітній ступінь: **Бакалавр**

Кваліфікація: **Бакалавр з технології виробництва і переробки продукції тваринництва**

Обов'язкова (вибіркова) компонента **вибіркова**

Семестр **7**

Кількість кредитів ECTS **3,0**

Кількість модулів **2**

Загальна кількість годин **90**

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

лекції - **16**

практичні заняття - -

лабораторні заняття **16**

самостійна робота - **58**

Форми підсумкового контрольного заходу - **залік**

3. МЕТА, ЗАВДАННЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна включає вивчення основ теорії та методів розрахунку типових процесів і апаратів тваринницьких виробництв. Зміст курсу дисципліни є науковою базою технологічних процесів, на якій можуть створюватись нові технології та апаратура. Вивчення наукових основ процесів і апаратів відіграє значну роль у формуванні професійних знань майбутніх фахівців технологів виробництва і переробки продукції тваринництва. У навчальній дисципліні вивчаються загальні властивості та закономірності однотипних процесів, що відбуваються у багатьох технологія. Узагальнення властивостей однотипних процесів сприяє створенню глибокої теоретичної їх бази, а ознайомлення із теоретичними основами таких процесів полегшує майбутньому фахівцю оволодіння будь-якою технологією, що складається із цих процесів.

З метою забезпечення належного рівня фахової підготовки бакалаврів із спеціальності Н2 «Тваринництво»/04 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» необхідно підготувати студента до вивчення спеціальних дисциплін навчального плану, навчити вільно володіти основними технологічними процесами виробництва галузі, забезпечити опанування студентами методиками розрахунку процесів і апаратів, принципами моделювання і оптимізації. Накопичений досвід підготовки фахівців за даною спеціальністю свідчить, що всі наукові положення та практичні питання, що передбачені для вивчення студентами зазначеного факультету названої дисципліни, мають безпосереднє відношення до їх майбутньої практичної чи наукової діяльності.

Вивчення дисципліни направлено на оволодіння студентами знань фізичної суті технологічного процесу, умовами його здійснення у визначеному апараті, параметрів його керування, принципам розрахунку як процесу так апарата, в якому він має відбуватись.

Мета дисципліни – підготувати студента до вивчення спеціальних дисциплін навчального плану. Дисципліна „Процеси і апарати виробництв тваринництва” дасть змогу студентам зрозуміти суть процесів, що мають місце у технології галузі, і критично підійти до вибору організації виробництва продукції тваринництва. Вивчення цієї дисципліни дасть майбутнім фахівцям можливість науково-технічного обґрунтування і керування технологічними процесами з метою виробництва високоякісної продукції, та підвищення рентабельності галузі.

Завдання дисципліни - це завершення загально-інженерної підготовки фахівця, ознайомлення його з основними технологічними процесами, забезпечення опанування студентами методиками розрахунку апаратів, принципами моделювання і оптимізації.

Предмет дисципліни: основні процеси і апарати виробництв тваринництва.

• Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з технології виробництва і переробки продукції тваринництва або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів зооінженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

• Загальні компетентності:

ЗК3. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК8. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

• Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК1. Здатність використовувати професійні знання в галузі виробництва і переробки продукції тваринництва для ефективного ведення бізнесу.

ФК3. Здатність використовувати знання з основних технологій заготівлі, виробництва та зберігання кормів для формування кормової бази підприємства.

ФК7. Здатність здійснювати контроль технологічних процесів під час виробництва та переробки продукції скотарства.

ФК8. Здатність здійснювати контроль технологічних процесів під час виробництва та переробки продукції свинарства.

ФК9. Здатність здійснювати контроль технологічних процесів під час виробництва та переробки продукції птахівництва.

ФК13. Здатність використовувати спеціальні знання для проведення санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів на фермах та інших об'єктах із виробництва і переробки продукції тваринництва.

Додаткові компетентності

ФК14. Здатність на підставі знань з матеріалознавства, технічної механіки та технологічного обладнання цехів здійснювати фахове використання відповідної техніки, якісно виконувати елементи технологій у галузі тваринництва й первинної переробки тваринницької сировини

Програмні результати навчання:

ПР2. Навчати співробітників підприємства сучасних та нових компонентів технологічних процесів з виробництва і переробки продукції тваринництва.

ПР5. Забезпечувати якість виконуваних робіт.

ПР6. Впливати на дотримання вимог щодо збереження навколишнього середовища.

ПР7. Здійснювати пошук, оброблення та узагальнення інформації із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

ПР16. Впроваджувати і використовувати на практиці науково обґрунтовані технології виробництва і переробки продукції тваринництва.

ПР19. Забезпечувати дотримання біологічної безпеки на підприємствах із виробництва та переробки продукції тваринництва.

ПР20. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

Додаткові програмні результати:

ПР22. Здійснювати на підставі знань з матеріалознавства, технічної механіки та технологічного обладнання цехів фахове використання відповідної техніки, якісно виконувати елементи технологій у галузі тваринництва й первинної переробки тваринницької сировини.

4. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін



5. Передумови для вивчення дисципліни



6. Структурно-логічна схема навчальної дисципліни

Змістовний модуль		Тема		Обсяг годин			
№	назва	№	назва	ЛК	ЛР	СР	Разом
1	Загальні положення. Гідравлічні та гідродинамічні процеси	1	Основні поняття і закономірності. Основи гідравліки	2		6	8
		2	Гідростатика та гідродинаміка	2	8	8	18
		3	Переміщення рідин і газів	2		6	8
		4	Гідромеханічні процеси. Характеристика дисперсних систем. Перемішування.	2	2	6	10
		5	Розділення неоднорідних систем. Осідання	1		6	7
		6	Фільтрування та мембранні методи розділення	1		6	7
		7	Механічні процеси – подрібнення, пресування, змішування і розділення сипучих матеріалів	2	2	6	10
Всього за змістовний модуль				12	12	44	68
2	Теплові та масообмінні процеси	1	Теплові процеси. Нагрівання і охолодження	2	4	8	14
		2	Теплообмінні апарати	2		6	8
Всього за змістовний модуль				4	4	14	22
Всього годин по навчальній дисципліні				16	16	58	90

7. Зміст навчальної дисципліни

7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістовного модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
Загальні положення. Гідравлічні та гідродинамічні процеси	68	2,267	75,6
Теплові та масообмінні процеси	22	0,733	24,4
Всього	90	3,0	100

7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

Назва змістовного модуля	Кількість годин	Термін виконання
Загальні положення. Гідравлічні та гідроди-намічні процеси	75,6	Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу
Теплові та масообмінні процеси	24,4	
Всього	90	x

7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

Змістовий модуль 1. Загальні положення. Гідравлічні та гідромеханічні процеси.

Тема лекційного заняття 1. Вступна лекція. Основні поняття і закономірності. Основи гідравліки.

Зв'язок курсу з іншими дисциплінами. Місце дисципліни у підготовці фахівців. Виникнення і розвиток курсу. Виділення дисципліни як самостійної науки, видатні вчені, що зробили значний внесок у розвиток науки. Визначення основних понять: процесу, апарату, визначення технології певного виробництва. Класифікація процесів тваринницьких виробництв. Рушійна сила процесу, її визначення. Фізичні закони, на яких ґрунтується сутність протікання процесу: закони збереження маси, енергії, імпульсів. Основні вимоги до процесів і апаратів. Методи інтенсифікації та оптимізації процесів і апаратів. Вибір критерію оцінки протікання процесу, роботи апарату. Основи раціональної будови апаратів. Основи теорії подібності, індикатори подібності. Основні критерії гідродинамічної, теплової та масообмінної подібностей. Метод аналізу розмірностей. Фізичне моделювання, його застосування під час раціонального конструювання апаратів та установок. Математичне моделювання як інструмент дослідження процесів та їх інтенсифікації та оптимізації.

Основні визначення рідини як фізичного тіла. Основі фізичні властивості рідин: густина, відносна густина, питома вага, в'язкість. Ньютонівські та неньютонівські рідини, їх класифікація. Визначення в'язкості рідин. Закон Ньютона. Реальні та ідеальні рідини. Розділи гідравліки.

Ключові слова: процес, апарат теорія подібності, індикатори подібності, густина, відносна густина, питома вага, в'язкість.

Key words: process, apparatus, similarity theory, similarity indicators, density, relative density, specific gravity, viscosity.

Тема лекційного заняття 2. Гідростатика та гідродинаміка.

Диференціальне рівняння рівноваги Ейлера: визначення сил тиску, які діють в об'ємі рідини. Поверхня рівного тиску. Основне рівняння гідростатики. Визначення геометричного, гідростатичного та п'єзометричного напорів.

Закон Паскаля та його застосування в техніці. Сила тиску рідин на плоску

поверхню. Центр тиску. Сила тиску рідини на плоску нахилену під кутом поверхню та криволінійну поверхню.

Характеристика руху рідини: рівномірний та нерівномірний рухи; напірний та безнапірний рух. Середня швидкість потоку. Рівняння нерозривності потоку. Рівняння Нав'є-Стокса. Диференціальне рівняння руху ідеальної рідини Ейлера. Рівняння Бернуллі: постановка задачі, основні положення сил у потоці рідини. Гідродинамічний та гідростатичний напори. Практичне застосування рівняння Бернуллі у техніці. Режим руху рідини. Закономірності ламінарного руху. Турбулентний рух. Структура потоку. Товщина в'язкого підшару.

Ключові слова: гідростатика, гідродинаміка, закон Паскаля, сила тиску, центр тиску, швидкість потоку, рівняння Бернуллі, ламінарний рух, турбулентний рух, структура потоку.

Key words: hydrostatics, hydrodynamics, Pascal's law, pressure force, center of pressure, flow velocity, Bernoulli's equation, laminar motion, turbulent motion, flow structure..

Тема лекційного заняття 3. Переміщення рідин і газів.

Загальні відомості течії рідини та газу у трубопроводі. Місцеві гідравлічні опори.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Визначення втрати напору потоку під час течії рідини у трубопроводі. Витікання рідин крізь отвори, насадки і водозливи.

Розрахунок оптимального діаметра трубопроводів. Основні параметри насосів.

Класифікація насосів. Відцентрові, поршневі і роторні насоси. Основне рівняння відцентрового насоса. Компресори, вентилятори, вакуумнасоси: їх характеристики та застосування. Гідротранспорт і пневмотранспорт. Визначення робочої точки відцентрового насоса при суміщенні характеристик насоса і трубопроводу. Регулювання продуктивності відцентрового насоса. Паралельна і послідовна робота відцентрових насосів.

Ключові слова: течія рідини та газу, відцентровий, поршковий і роторний насос, компресор, вентилятор, вакуумнасос, гідротранспорт і пневмотранспорт.

Key words: liquid and gas flow, centrifugal, piston and rotary pump, compressor, fan, vacuum pump, hydraulic transport and pneumatic transport.

Тема лекційного заняття 4. Гідромеханічні процеси. Характеристика дисперсних систем та процес перемішування.

Класифікація і характеристика неоднорідних систем: газові і рідкі неоднорідні системи – механічні і конденсовані; суспензії, емульсії, піни.

Дисперсна фаза і дисперсійне середовище, в'язкість і густина суспензій та емульсій. Приклади дисперсних систем. Одно- і багатоконпонентні гетерогенні системи. Дисперсність гетерогенних систем. Методи оцінки дисперсності.

Основні поняття і визначення: визначення перемішування, мета перемішування. Способи перемішування: перемішування механічне, пневматичне, поточне циркуляційне, перемішування газорідних систем. Піноутворення і піногасіння.

Типи апаратів для перемішування. Витрати енергії на перемішування в

рідкому середовищі механічними мішалками. Оцінка ефективності перемішування. Будова пристроїв для перемішування.

Ключові слова: суспензія, емульсія, піна, дисперсна фаза, дисперсійне середовище, в'язкість, густина суспензій та емульсій, перемішування, піноутворення, піногасіння.

Key words:

suspension, emulsion, foam, dispersed phase, dispersion medium, viscosity, density of suspensions and emulsions, mixing, foaming, defoaming.

Тема лекційного заняття 5: Розділення неоднорідних систем. Осадження.

Методи розділення гетерогенних систем. Осідання в гравітаційному полі: сили діючі при осіданні. Узагальнене рівняння швидкості осідання. Режим обтікання частинок середовищем, розрахунок швидкості частинок. Розрахунок швидкості осідання за методом Стокса. Розрахунок швидкості осідання за функцією критерію Архімеда. Інтенсифікація процесу. Розрахунок відстійних апаратів. Відстійники періодичної і безперервної дії, їх конструкції. Визначення продуктивності і розмірів відстійників. Осідання в полі відцентрової сили. Фактор розділення. Визначення швидкості осідання. Розрахунок продуктивності відстійних центрифуг. Конструкції відстійних центрифуг, циклонів, гідроциклонів. Осідання в електричному полі.

Ключові слова: осадження, відстійні апарати, фактор розділення, центрифуга, циклон, гідроциклон.

Key words: sedimentation, settling tanks, separation factor, centrifuge, cyclone, hydrocyclone.

Тема лекційного заняття 6. Фільтрування та мембранні методи розділення.

Суть процесу фільтрування: схема, рушійна сила. Режими фільтрування. Властивості осадів. Опір осаду і фільтруючого матеріалу. Швидкість фільтрування. Теорія фільтрування з утворенням осаду. Класифікація фільтрів. Фільтрувальна апаратура: пісковий, патронний, мішковий, фільтри, рамний фільтрпрес, дисковий фільтр, вакуум-фільтр, стрічковий вакуум-фільтр, газові фільтри. Відцентроване фільтрування. Рушійна сила процесу. Швидкість фільтрування в центрифугах. Визначення потужності приводу центрифуги. Конструкції фільтруючих центрифуг періодичної і безперервної дії. Теорія промислового фільтрування суспензій.

Класифікація і загальна характеристика мембранних методів розподілення продуктів.

Переваги і перспективи мембранних методів розділення. Рушійні сили, принципова відмінність від фільтрування. Класифікація мембран. Ультрафільтрація, гіперфільтрація, мікрофільтрація – визначення, принципи дії, область застосування. Конструкції апаратів для мембранного розділення.

Ключові слова: фільтрування, опір осаду, ультрафільтрація, гіперфільтрація, мікрофільтрація.

Key words: filtration, sediment resistance, ultrafiltration, hyperfiltration, microfiltration..

Тема лекційного заняття 7. Механічні процеси – подрібнення, пресування, змішування та розділення сипучих матеріалів.

Призначення процесу, ступінь подрібнення. Теорія процесу подрібнення. Основні способи подрібнення. Витрати енергії на подрібнення. Будова і принцип роботи основних подрібнювальних машин. Принципові схеми дробарок. Подрібнення матеріалів різанням.

Суть і призначення процесу: віджимання рідини із матеріалів. Класифікація пресів.

Витрати енергії на процес пресування. Конструктивне оформлення процесу. Формування пластичних матеріалів. Схема екструдера. Брикетування і гранулювання твердих матеріалів.

Змішування і розділення сипучих матеріалів. Сорткування сипких матеріалів: просіювання, розподіл за формою часток, розподіл за густиною і швидкістю осідання часток. Дозування сипких та рідких матеріалів. Апаратурне оформлення технологічного процесу.

Ключові слова: подрібнення, пресування, змішування, розділення, екструдер.

Key words: grinding, pressing, mixing, separation, extruder..

Змістовий модуль 2. Теплові та масообмінні процеси.

Тема лекційного заняття 1. Теплові процеси. Нагрівання і охолодження.

Загальні відомості про теплообмін: основні поняття і визначення. Значення теплових процесів у технологіях виробництва продукції тваринництва (нагрівання, охолодження, пастеризація, стерилізація). Основні критерії подібності теплових процесів. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі. Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі. Рушійна сила теплових процесів. Теплова ізоляція. Види теплообміну. Рушійна сила. Теплоносії. Рівняння теплопередачі. Розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі і теплопередачі. Нагрівання водяною парою. Нагрівання топковими газами. Нагрівання гарячими рідинами. Охолодження.

Ключові слова: нагрівання, охолодження, пастеризація, стерилізація, ізоляція.

Key words: heating, cooling, pasteurization, sterilization, insulation.

Тема лекційного заняття 2. Теплообмінні апарати.

Класифікація і конструкція теплообмінних апаратів: кожухотрубні теплообмінники, двотрубні теплообмінники типу “труба в трубі”, заглибні, зрошувальні, спіральні, пластинчасті, ребристі теплообмінники. Порівняльна характеристика та область застосування різних типів теплообмінників. Тепловий, конструктивний гідравлічний розрахунок теплообмінників. Оптимізація режиму роботи теплообмінної апаратури. Ефективність роботи теплообмінників. Розрахунок теплової ізоляції апаратури.

Проблема теплового “забруднення” навколишнього середовища і шляхи її вирішення.

Ключові слова: теплообмінник, гідравлічний розрахунок, навколишнє середовище.

Key words: heat exchanger, hydraulic calculation, environment.

7.4. Перелік та короткий зміст практичних занять

7.5. Перелік та короткий зміст лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення густини, в'язкості, поверхневого натягу води та водних розчинів	2
2	Визначення сили тиску рідини на поверхню обладнання, яке працює під тиском.	2
3	Визначення умов течії рідини. Ламінарний, турбулентний режими руху потоку рідини.	2
4	Способи перемішування рідких систем. Пневматичне та механічне перемішування. Визначення витрат енергії під час механічного перемішування.	2
5	Подрібнення сировини в молотковій дробарці. Розрахунок продуктивності дробарки.	4
6	Визначення коефіцієнта теплопередачі теплообмінника. Умови роботи та розрахунок теплообмінника.	4
Разом		16

7.6. Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Назва змістовного модуля/тема	Обсяг годин	Завдання
Змістовний модуль 1. Загальні положення. Гідравлічні та гідродинамічні процеси	44	x
Основні поняття і закономірності. Основи гідравліки	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Основні поняття і закономірності. Основи гідравліки
Гідростатика та гідродинаміка	8	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Гідростатика та гідродинаміка
Переміщення рідин і газів	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Переміщення рідин і газів
Гідромеханічні процеси. Характеристика дисперсних систем. Перемішування	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Гідромеханічні процеси. Характеристика дисперсних систем. Перемішування.

Розділення неоднорідних систем. Осідання	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Розділення неоднорідних систем. Осідання
Фільтрування та мембранні методи розділення	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Фільтрування та мембранні методи розділення
Механічні процеси – подрібнення, пресування, змішування і розділення сипучих матеріалів	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Механічні процеси – подрібнення, пресування, змішування і розділення сипучих матеріалів
Змістовний модуль 2. Теплові та масообмінні процеси	14	x
Теплові процеси. Нагрівання і охолодження	8	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Теплові процеси. Нагрівання і охолодження
Теплообмінні апарати	6	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою: Теплообмінні апарати
Разом по дисципліні	58	x

7.7. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

1. На яких основних законах базується наука про процеси й апарати?
2. Напишіть рівняння матеріального балансу для стаціонарного процесу.
3. Напишіть рівняння теплового балансу апарата.
4. У чому полягає аналогія між кінетичними рівняннями процесів різних груп?
5. Що є рушійною силою теплових і масообмінних процесів?
6. Напишіть кінетичне рівняння для визначення швидкості фільтрування.
7. Сформулюйте правило фаз Гіббса і наведіть приклади його використання для розв'язання інженерних задач.
8. У чому полягає принцип Ле-Шательє?
9. Яких загальних рекомендацій потрібно дотримуватись при оптимізації технологічних процесів?
10. Яке значення в інженерній практиці мають закони масштабного переходу?
11. Яким вимогам має відповідати конструкція апарата?
12. Дати визначення рідини. Чим відрізняється реальна рідина від ідеальної?
13. У чому полягає закон в'язкого тертя Ньютона?

14. Чим відрізняються ньютонівські рідини від неньютонівських?
15. Що таке поверхня однакового тиску і яких форм вона набуває під час абсолютного спокою рідини, під час руху посудини по горизонтальній площині з постійним прискоренням і під час обертання посудини навколо вертикальної осі?
16. Сформулюйте основний закон гідростатики.
17. Наведіть приклади застосування закону Паскаля в техніці.
18. Дайте визначення основних видів руху рідини: усталеного, рівномірного і неусталеного, напірного і безнапірного.
19. Який вигляд має рівняння нерозривності потоку?
20. Яка фізична суть величин, що входять у диференціальні рівняння Нав'є - Стокса?
21. Поясніть геометричний та енергетичний зміст усіх членів рівняння Бернуллі.
22. За яких умов можна застосувати рівняння Бернуллі?
23. Чим відрізняється ламінарний рух від турбулентного?
24. Який критерій подібності характеризує режим руху рідини?
25. Дію яких сил характеризують критерії гідродинамічної подібності Ейлера, Фруда, Галілея та Архімеда?
26. Як визначають втрати тиску у разі руху рідини в трубопроводі?
27. Які гідравлічні опори називають місцевими?
28. У чому полягає економічний розрахунок трубопроводу?
29. Як визначити швидкість рідини і її витрату при витіканні крізь отвір у тонкій стінці?
30. З якою метою застосовують насадки?
31. Під дією яких сил рідина рухається у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводі?
32. Завдяки яким силам створюється напір у робочому колесі відцентрових насосів?
33. Як змінюються показники роботи відцентрових насосів (Q , H , N) при зміні частоти обертання робочого колеса?
34. Як знайти робочу точку відцентрового насоса, що працює на даний трубопровід?
35. З якою метою знаходять робочу точку відцентрового насоса?
36. Що спричинює явище кавітації у відцентровому насосі і як запобігти її появі?
37. Чому поршневі насоси, як правило, працюють з повітряними ковпаками?
38. Чи залежить витрата рідини від тиску, що створюється поршневим насосом?
39. За якими ознаками газодувні машини поділяють на вентилятори, газодувки (нагнітачі) і компресори?
40. Що таке перемішування та яка його мета?
41. Якими способами перемішують рідкі середовища?
42. Що таке макро- і мікроперемішування і мішалки яких типів відповідають цим масштабним характеристикам?
43. Які особливості мають лопатеві, пропелерні та турбінні мішалки?
44. Для чого застосовують відбивні перегородки?
45. Будова і сфера застосування вібраційних мішалок.

46. Які мішалки застосовують для запобігання пригоранню продуктів?
47. З якою метою використовують дискові мішалки?
48. Як розрахувати витрату енергії на механічне перемішування в рідких середовищах?
49. У яких випадках застосовують перемішування в потоках за допомогою нерухомих турбулізаторів і перемішування барботажем? Дати основні конструкції апаратів.
50. За якою формулою розраховують витрату енергії при барботажному перемішуванні?
51. Які особливості перемішування високов'язких і пластичних середовищ? Мішалки яких типів використовують у цих випадках?
52. Як розраховують змішувачі для високов'язких і пластичних середовищ?
53. Як оцінюють ефективність перемішування?
54. Дайте класифікацію змішувачів основних типів для сипких матеріалів і наведіть їхні схеми.
55. Які методи нагрівання застосовуються у харчових виробництвах?
56. З якого рівняння визначають витрату теплоносія для нагрівання?
57. У яких випадках можна застосовувати для нагрівання "гостру" водяну пару?
58. У яких випадках застосовують нагрівання топковими газами? Які недоліки характерні для нагрівання топковими газами?
59. Які способи нагрівання електричним струмом застосовують у харчових виробництвах?
60. Які позитивні якості і недоліки при охолодженні гарячих теплоносіїв мають вода і повітря? Як визначити витрату охолоджувальної води в теплообміннику?
61. Як класифікують теплообмінні апарати?
62. Яка будова і принцип дії однокотлового кожухотрубного теплообмінника?
63. Завдяки чому інтенсифікується теплообмін в багатокотлових кожухотрубчатих теплообмінниках?
64. У яких випадках застосовують температурні компенсатори в кожухотрубних теплообмінниках?
65. У яких випадках застосовують теплообмінники типу "труба в трубі". Які їх переваги та недоліки порівняно з кожухотрубними теплообмінниками?
66. Як побудований спіральний теплообмінник? Які він має недоліки?
67. В яких харчових виробництвах застосовують пластинчасті теплообмінники? Які їх позитивні якості та недоліки?
68. У яких випадках застосовують теплообмінники з ребристими поверхнями теплообміну?
69. Дайте порівняльну характеристику теплообмінників різних типів?
70. Наведіть схему проектного розрахунку теплообмінників. Які величини мають бути відомі при проектних розрахунках теплообмінників?
71. Навіщо виконують гідралічний розрахунок теплообмінників?
72. У чому заключається оптимальний розрахунок теплообмінників?
73. Чим відрізняється перевірений розрахунок теплообмінників від проектного?

74. Які процеси харчових виробництв належать до теплообмінних?
75. Які вимоги ставлять до теплоносіїв?
76. Який процес називають теплопередачею?
77. Яким рівнянням визначається зв'язок між кількістю переданої теплоти і розмірами теплообмінної апаратури?
78. Яке фізичне значення має коефіцієнт теплопередачі?
79. Який процес називають тепловіддачею?
80. Які параметри характеризують тепловіддачу при природній і вимушеній конвекції?
81. Чому в розрахунковій практиці користуються критеріальними рівняннями конвективного теплообміну?
82. Які критерії теплової і гідродинамічної подібності входять у критеріальні рівняння конвективного теплообміну? Яке їх фізичне значення?
83. У чому полягають особливості тепловіддачі в разі зміни агрегатного стану? Яким критерієм враховують ці особливості? У чому фізична суть цього критерію?
84. Який існує зв'язок між коефіцієнтом теплопередачі і коефіцієнтами тепловіддачі?
85. Із яких величин складається загальний термічний опір теплопередачі?
86. Що є рушійною силою теплообмінних процесів?
87. Чому в розрахунках теплообмінних процесів використовують середню рушійну силу? Як визначають її?
88. Якими способами можна інтенсифікувати процес теплопередачі?
89. Навіщо покривають стінки апаратів шаром ізоляції?
90. Що беруть за основу для розрахунку товщини шару ізоляції?
91. У чому полягають особливості розрахунку товщини ізоляції для плоских і циліндричних поверхонь?

8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Кредитно – модульна система використана для активації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Вона передбачає диференціацію навчального матеріалу у вигляді оцінки у балах за різними складовими змістовних модулів.

Рейтингова оцінка знань використана для активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Вона передбачає диференціювання навчального матеріалу у вигляді оцінки у балах за різними складовими структурно-модульної схеми модулю: її мета – підвищення практичної підготовки здобувачів вищої освіти.

Засвоєння матеріалу лекційного курсу контролюється проведенням тестових опитувань здобувачів вищої освіти на заняттях – по одному опитуванню на кожний модуль. Кожне опитування проводиться по двадцяти тестам.

Здобувачі вищої освіти, які пропустили лекцію, не пізніше наступного тижня подають викладачу для перевірки матеріал з питань пропущеної лекції. За матеріалами пропущених практичних занять проводиться їх відпрацювання.

Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

№ п/п	Форма контролю	Контроль протягом семестру	Максимальна / мінімальна кількість балів
1	Опитування	10	6 / 4
2	Тестування	4	10 / 6
Усього (балів)		x	100 / 60

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом складання заліку в усній формі. До заліку допускається студент, який виконав не менше 90% практичних завдань та набрав підчас опитування та тестування від 60 до 100 балів

Критерії оцінки відповідей на питання, що виносяться на залік, наступні:

- «зараховано» – студент дав правильні відповіді на поставлені теоретичні питання, в яких він показав розуміння матеріалу, проте не вказує на основні методики і нормативні документи;

- «не зараховано» – студент дав неправильні відповіді, в яких він продемонстрував значні прогалини у знаннях з основного програмного матеріалу.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 - 100	A	зараховано
82 - 89	B	
75 - 81	C	
64 - 74	D	
60 - 63	E	
35 - 59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачас навчальна дисципліна

Лабораторія стандартизації, сертифікації продукції та послуг і метрології №202 а (28 м²)

Навчальний корпус № 1, вул. Генерала Карпенка, 73

Спеціальне технічне обладнання:

проектор BENQ MW535 – 1 шт.;

Інформаційне забезпечення:

Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності.

Довідникова та нормативна література.

Навчальні фільми.

Презентації у режимі PowerPoint.

Устаткування:

Столи: учнівські – 9 шт.

Стільці – 18 шт.

Стіл для викладача – 1 шт.

Стілець для викладача – 1 шт.

Шафа для зберігання літератури – 1 шт.

Дошка для крейди темно-зеленого кольору – 1 шт.

Кафедра – 1 шт.

10. Перелік рекомендованих літературних джерел та законодавчо-нормативних актів

10.1 Базова література

1. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник. І. В. Севостьянов, І. А. Зозуляк. Вінниця: ВНАУ, 2020. 127 с.
2. Процеси і апарати харчових виробництв. (Під ред. І.Ф. Малежика). К.: НУХТ, 2004. 400 с.
3. Сухенко Ю.Г., Жеплінська М.М., Муштрук М.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум. К.: Фірма «ІНКІОС», 2018. 243 с.

10.2 Допоміжна література

1. Левицький Б.Ф., Лешій Н.П. Гідравліка. Загальний курс. Львів: Світ, 1993. 260 с.
1. Сухенко Ю.Г., Паламарчук І.П., Жеплінська М.М., Муштрук М.М., Журавель Д.П. Надійність обладнання харчової галузі. Навчальний посібник. К.: ЦП «Компринт», 2019. 370 с.
2. Технологічне обладнання рибопереробної галузі: навчальний посібник. Ю.Т. Сухенко, В.В. Сарана, В.П. Василів, З.А. Бурова; за ред. проф. Ю.П. Сухенка. К.: НУБіП України, 2019. 452 с.
3. Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О.І. Черевко, А.М. Поперечний. – Х. : ХДАТОХ. – 2002. – 417 с.

Розробник програми:
асистент кафедри



Михайло ТИМОФІЇВ

Завідувач кафедри
д-р. с.-г. наук, професор



Сергій ЛУГОВИЙ