

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ

КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ, КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету ТВППТСБ

 Михайло ГИЛЬ
« 02 » 07 2025 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

 Дмитро БАБЕНКО
« 09 » 01 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ЗНАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Моделювання технологічних систем харчових виробництв

для здобувачів другого освітньо-професійного рівня II курсу
денної форми навчання
на 2025-2026 навчальний рік

Освітній ступінь Магістр

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Мова навчання Українська

Миколаїв
2025

Програма відповідає вимогам Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Харчові технології», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 12.03.2024 р. (протокол №8), чинної згідно наказу по університету №33-О від 19.03.2024р.

Розробник програми: старший викладач кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Володимир КРАЙНІЙ, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій МНАУ протокол №12 від 10 червня 2025 року.

Завідувач кафедри:

канд. пед. наук, доцент



Світлана ТИЩЕНКО

Схвалено науково-методичною комісією факультету менеджменту МНАУ протокол № 10 від 19 червня 2025 року.

Голова науково-методичної комісії,
канд. екон. наук, старший викладач
кафедри економіки підприємств



Ганна ТАБАЦКОВА

Гарант
докторка філософії, доцентка



Наталя ШЕВЧУК



1. АНОТАЦІЯ

Робоча програма з дисципліни “Моделювання технологічних систем харчових виробництв” розроблена для магістрів факультету ТВППТСБ Миколаївського національного аграрного університету спеціальності 181 – «Харчові технології» денної форми навчання.

Протягом вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти знайомляться з важливими методами математичного моделювання і використання їх в переробці сільськогосподарської продукції.

Мета дисципліни – розкриття значення та володіння необхідними знаннями математичних методів та технологічних систем з моделювання процесів харчових виробництв за наступними напрямками:

- етапи створення нових процесів харчових виробництв;
- фізичне моделювання;
- математичне моделювання;
- використання фізичних, математичних та інших видів моделей при вивченні навчальної дисципліни.

Основна мета вивчення дисципліни – опанування теорії та набуття практичних навичок в застосуванні методики моделювання в практичній діяльності.

Практична ціль дисципліни – ознайомити магістрів з різноманітними математичними методами для підвищення ефективності технологічних процесів.

У результаті засвоєння даної дисципліни здобувач вищої освіти повинен: дістати уявлення та засвоїти основні категорії кібернетики, освоїти основні прийоми моделювання в сільському господарстві, навчитися ефективно планувати сільськогосподарське виробництво, оптимізувати технологічні процеси. Для моделювання на ПЕОМ кожному здобувачу вищої освіти необхідно проводити послідовну аналітичну роботу, визначати критерії оптимальності, вивчати системи показників і методики їх розрахунку; основні етапи і методи моделювання.

SUMMARY

The working program in the discipline "Modeling of technological systems of food production" was developed for masters of the faculty of TVPPTSB of Mykolaiv National Agrarian University, specialty 181 - "Food Technologies" full-time study.

During the study of the discipline, students of higher education get acquainted with important methods of mathematical modeling and their use in the processing of agricultural products.

The purpose of the discipline is to reveal the meaning and possess the necessary knowledge of mathematical methods and technological systems for modeling food production processes in the following areas:

- stages of creation of new food production processes;
- physical modeling;
- mathematical modeling;
- the use of physical, mathematical and other types of models when studying an educational discipline.

As a result of mastering of this discipline a student must: to get presentation and master the basic categories of cybernetics, master the basic methods of design in agriculture, to plan agricultural production effectively, optimize technological processes. For the design every student must conduct successive analytical work, determine the criteria of optimum, learn the systems of indexes and methods of their calculation; basic stages and methods of design.

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання технологічних систем харчових виробництв

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітній ступінь Магістр

Нормативна (або вибіркова)	вибіркова
Семестр	I
Кількість кредитів ECTS	6
Кількість модулів	2
Кількість змістовних модулів	2,0
Загальна кількість годин	180

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

Лекції	26 год. / 0,86 кред.
Практичні заняття	26 год. / 0,86 кред.
Самостійна робота	128 год. / 4,27 кред.
Форма підсумкова контрольного заходу – залік	

У процесі вивчення дисципліни застосовуються інноваційні педагогічні технології, а саме цілеспрямований системний набір прийомів, засобів організації навчальної діяльності, що охоплює весь процес навчання від визначення мети до одержання результатів: комп'ютерні презентації, тестові програми, система дистанційного навчання Moodle, онлайн-сервіс відеозв'язку Jitsi Meet, вбудовані в

курс на платформі Moodle, платформи відеозв'язку Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, месенджери Telegram, Viber та інші.

Якісні зміни до робочої програми.

Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням побажань та результатів опитування здобувачів вищої освіти, роботодавців та випускників ОПП «Харчові технології».

Форми неформальної освіти, що можуть бути використані під час вивчення даної дисципліни: тренінги, майстер-класи, дистанційні курси, вебіари. Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо). Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень Миколаївського національного аграрного університету.

Форми інформальної освіти, що можуть бути використані під час вивчення даної дисципліни: виконання проектів та індивідуальних творчих завдань, одноразові лекції, відеоуроки, медіа-консультації, спілкування у сім'ї, з іншими здобувачами вищої освіти, читання спеціалізованих журналів, телебачення, відео, незаплановані випадкові бесіди.

Інформальна освіта передбачає самоорганізоване здобуття особою певних [компетентностей](#), зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям.

Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти. Набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти здійснюється відповідно до Положення про організацію інклюзивного навчання осіб з особливими освітніми потребами у Миколаївському національному аграрному університеті СО 5.279.01-00.2020 із застосуванням особистісно-орієнтованих методів навчання та з урахуванням індивідуальних особливостей навчально-пізнавальної діяльності усіх здобувачів вищої освіти, рекомендацій індивідуальної програми реабілітації особи з інвалідністю (за наявності) та/або висновку про комплексну психолого-педагогічну оцінку розвитку здобувачів вищої освіти (за наявності), що надається інклюзивно-ресурсним центром.

В університеті вхід облаштовано пандусом. Є кнопка виклику чергового. Є відповідальні особи, які організовують освітній процес (декан, заступники декана, куратор). Для навчання, професійної підготовки або перепідготовки осіб з особливими освітніми потребами застосовуються види та форми здобуття освіти, що враховують їхні потреби та індивідуальні можливості.

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання з використанням наступних засобів:

система дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4299>), лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та індивідуальної роботи, завдання для самостійної роботи;

- платформи онлайн-занять Zoom: для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;

- інституційний репозиторій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>);

- аудіо- та відеоповідомлень з лекційним матеріалом, пояснень особливостей завдань та напрямів їх виконання тощо;

- спілкування через електронну пошту (krajnij@mnau.edu.ua) та телефонний зв'язок;

- залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;

- можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд із здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

Мова викладання. Дисципліна викладається українською мовою. Водночас, з кожної теми виділено ключові слова, які здобувачі вищої освіти вивчають англійською мовою. Здобувачі мають можливість приймати участь у вебінарах та наукових заходах англійською мовою.

Форми навчання. Денна (дистанційна, змішана – за наказом по університету, наприклад у зв'язку з дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекції, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

Методи навчання:

1. За джерелом інформації: словесні (лекція (традиційна, проблемна), семінари, пояснення, розповідь, бесіда), наочні

(спостереження, ілюстрація, використання відео масових онлайн курсів та стаді-кейсів), продуктивні (практичні заняття).

2. За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні, критичні.

3. За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі, проектні.

4. За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота здобувачів з науково-теоретичними джерелами; виконання індивідуальних навчальних та творчих завдань.

Методи стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності: дискусія, полеміка, обмін думок, ситуаційні задачі, створення нестандартних ситуацій, ситуаційно-рольові ігри, використання досвіду з практики органів і установ.

У процесі навчання всі учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися принципів **академічної доброчесності** – сукупності етичних принципів та визначених правил провадження освітньої та наукової діяльності, які є обов'язковими для всіх учасників такої діяльності та мають на меті забезпечувати довіру до результатів навчання та наукової діяльності, з урахуванням вимог Закону України «Про вищу освіту», «Про освіту», методичних рекомендацій Міністерства освіти і науки України для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності, Кодексу академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті та інших документів.

Усі академічні тексти (освітні та наукові) здобувачів вищої освіти обов'язково перевіряються щодо їх відповідності принципам академічної доброчесності, у т. ч. за допомогою програми Unichesk.

Дотримання вимог академічної доброчесності під час створення академічних текстів

Автором (співавтором) освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору є особа, яка зробила особистий інтелектуальний внесок до проведення дослідження, безпосередньо брала участь у його створенні та несе відповідальність за його зміст.

Під час оприлюднення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору мають бути зазначені всі його автори. Не допускається зазначати як автора освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору особу, яка не відповідає критеріям, визначеним

абзацом першим цієї частини. Якщо у проведенні дослідження або створенні освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору брали участь інші особи, що не вказані як його автори, це має бути зазначено у творі із визначенням внеску кожної такої особи.

Освітній (освітньо-науковий, науковий) твір має містити достовірні відомості про використані методи, джерела даних, результати дослідження та отримані наукові (науково-технічні) результати.

Якщо під час проведення дослідження та/або створення освітнього (освітньо-наукового, наукового) твору були використані розробки, наукові (науково-технічні) результати, що належать іншим особам, це має бути зазначено в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі з посиланням на джерело їх оприлюднення.

Використання загальновідомих фактів чи ідей не потребує окремого зазначення.

Всі текстові запозичення, що використовуються в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі (окрім стандартних текстових кліше), мають бути позначені з посиланням на джерело запозичення.

Текстові запозичення мають бути позначені у спосіб, який дозволяє чітко відокремити їх від власного тексту автора (авторів).

У разі використання автором (авторами) власних, розробок, наукових (науково-технічних) результатів, які були оприлюднені раніше, він (вони) мають зазначити це в освітньому (освітньо-науковому, науковому) творі.

Дотримання вимог академічної доброчесності для здобувачів освіти

Здобувачі освіти зобов'язані виконувати вступні, навчальні, контрольні, кваліфікаційні, конкурсні та інші види завдань самостійно. Самостійність у виконанні завдання означає, що воно має бути виконане:

1) для індивідуальних завдань – особисто здобувачем, а для групових завдань – лише визначеною групою здобувачів, без втручання інших осіб, під керівництвом та контролем викладачів, що визначені як керівники, та затверджені відповідно до нормативної документації закладу вищої освіти з урахуванням індивідуальних потреб і можливостей осіб з особливими освітніми потребами;

2) якщо умови або характер завдання передбачають обмеження у можливих джерелах інформації – без використання недозволених джерел інформації.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані поважати гідність, права, свободи та законні інтереси всіх учасників освітнього процесу, дотримуватися етичних норм.

Дотримання вимог академічної доброчесності під час оцінювання

Оцінювання у сфері вищої освіти і науки відповідає вимогам об'єктивності, валідності та справедливості. Оцінювання є об'єктивним, якщо воно ґрунтується на заздалегідь визначених критеріях. Оцінювання є валідним, якщо воно здійснюється відповідно до критеріїв, що визначаються законодавством України та суб'єктом внутрішнього забезпечення якості освіти. Оцінювання є справедливим, якщо воно проводиться за відсутності конфлікту інтересів, дискримінації та неправомірного впливу на оцінювача.

3. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та вивчення методів моделювання технологічних систем різних ступенів організації для їх подальшого використання у наукових дослідженнях, та використання сучасних обчислювальних програм з метою знаходження основних параметрів та розв'язків побудованих моделей технологічних систем і їхньої візуалізації.

Об'єктом вивчення дисципліни є прийоми математичного моделювання та обробка результатів обчислювального експерименту.

Предметом навчальної дисципліни вивчення та застосування різних видів моделювання технологічних систем та процесів.

Завдання: навчити здобувачів вищої освіти прийомам і методам математичного моделювання, застосуванню отриманих знань при аналізі результатів обчислювальних експериментів, прищепити вміння використовувати математичне моделювання до розв'язання конкретних технічних і технологічних задач переробки сільськогосподарської продукції та харчових виробництв.

Компетентності.

ІК. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері харчових технологій.

ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК2. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

Програмні результати навчання.

РН 1. Відшукувати аналізувати та систематизувати науково-технічну інформацію з різних джерел для вирішення професійних та наукових завдань у сфері харчових технологій.

РН 2. Приймати ефективні рішення, оцінювати і порівнювати альтернативи у сфері харчових технологій.

РН 4. Застосовувати статистичні методи обробки експериментальних даних в галузі харчових технологій,

використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для обробки експериментальних даних.

РН 12. Удосконалювати та моделювати технології виробництва продуктів харчування для людей різних вікових груп і професійної зайнятості.

4. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення курсу **“Моделювання технологічних систем харчових виробництв”** опирається на знання ряду дисциплін: вища математика, прикладна математика, інформатика та комп’ютерна техніка, елементи систем автоматики.

5. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У СТРУКТУРІ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН



6. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Найменування тем	Розподіл навчального часу, годин		
		лк	пз	сам. робо та
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Теоретичні основи моделювання та оптимізації основних процесів харчових виробництв				
1.1	Методи дослідження та аналізу процесів харчових виробництв.	2	4	8
1.2	Фізичне моделювання.	2	2	8
1.3	Математичне моделювання.	2	2	8
1.4	Статистичні математичні моделі.	2	2	8
1.5	Спеціальні методи моделювання.	4	4	10
1.6	Методи статичної оптимізації об'єктів дослідження.	2	2	10
	Всього за змістовий модуль	14	14	52
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Математичні моделі основних процесів та обладнання харчових виробництв				
2.1	Моделювання механічних процесів.	2	2	15
2.2	Моделювання гідродинамічних процесів.	2	2	15
2.3	Моделювання теплообмінних процесів.	4	4	16
2.4	Моделювання масообмінних процесів.	2	2	15
2.5	Моделювання хімічних та біохімічних процесів.	2	2	15
	Всього за змістовий модуль	12	12	76
	Всього годин по навчальній дисципліні	26	26	128

7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

7.1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ГОДИН І КРЕДИТІВ

Види занять	Загальна кількість годин/кредитів	Аудиторна кількість годин
Лекції	26/0,87	26
Практичні	26/0,87	26
Самостійна робота	128/4,26	-
Разом по курсу	180/6	52

7.2. СКЛАД, ОБСЯГ І ТЕРМІНИ ВИКОНАННЯ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ

Назва змістових модулів	Лекції		Практичні заняття		Самостійна робота		Всього	
	годин	кредитів	годин	кредитів	годин	кредитів	годин	кредитів
Змістовий модуль 1. «Теоретичні основи моделювання та оптимізації основних процесів харчових виробництв»	14	0,46	14	0,46	52	1,73	80	2,67
Змістовий модуль 2. «Математичні моделі основних процесів та обладнання харчових виробництв»	12	0,4	12	0,4	76	2,53	100	3,33
Всього за семестр	26	0,86	26	0,86	128	4,26	180	6,0

7.3. ПЕРЕЛІК ТА КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЛЕКЦІЙ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Теоретичні основи моделювання та оптимізації основних процесів харчових виробництв»

Тема 1. Методи дослідження та аналізу процесів харчових виробництв.

Загальна характеристика харчових виробництв і харчових продуктів. Особливості фізичних характеристик харчових продуктів і матеріалів, одиниці їх вимірювання та розмірності. 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. Фізичне моделювання.

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

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

Суть і класифікація методів фільтрування. Рушійна сила та швидкість процесу. Обладнання для фільтрування, будова та розрахунок. Мембранні методи поділу рідинних систем. Теоретичні основи процесів зворотного осмосу та ультрафільтрації. Схеми мембранних апаратів і пристроїв, галузь і перспективи їх застосування. Основні напрями поділу неоднорідних систем

Тема 3. Математичне моделювання.

Задачі економічного вибору. Сутність звичайної (однокритеріальної) оптимізації. Економічна та математична постановка оптимізаційних задач. Види оптимізаційних моделей. Приклади економічних задач, які доцільно розв'язувати, використовуючи методи та моделі математичного програмування.

Тема 4. Статистичні математичні моделі.

Визначення економіко-статистичного показника і його функції. Загальні принципи побудови статистичних показників. Абсолютні величини: поняття і застосування. Відносні величини: поняття, класифікація. Відносні величини динаміки, структури, інтенсивності, виконання плану та планового завдання. Поняття середніх величин. Види середніх величин та їх значення в соціально-економічних дослідженнях. Середня арифметична проста і зважена. Властивості середньої квадратичної, їх використання на практиці.

Тема 5. Спеціальні методи моделювання.

Загальна задача математичного програмування їх класифікація. Постановка задачі математичного програмування. Допустимі, опорні та оптимальні розв'язки. Робота з масивами даних (оператори, функції логічні та математичні, основні операції над масивами, графічні команди).

Тема 6. Методи статичної оптимізації об'єктів дослідження.

Приклади постановок оптимізаційних задач. Класифікація методів оптимізації. Основні задачі та припущення курсу. Методи мінімізації функцій однієї змінної. Властивості функцій однієї змінної. Методи виключення інтервалів. Алгоритм пошуку початкового інтервалу невизначеності.

Одновимірна оптимізація. Методи без використання похідної цільової функції. Пасивний пошук, стратегія та алгоритм. Методи послідовного пошуку. Метод дихотомії.

Метод половинного ділення. Методи з однократним обчислюванням функції. Метод золотого перетину. Метод чисел Фібоначчі. Метод квадратичної апроксимації Пауелла. Одновимірна оптимізація. Методи з використанням похідної цільової функції.

Метод Ньютона і його модифікації: метод Ньютона із змінним шагом (Ньютона-Рафсона), метод січних. Порівняльні характеристики методів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Математичні моделі основних процесів та обладнання харчових виробництв»

Тема 7. Моделювання механічних процесів.

Суть і призначення процесу подрібнення. Класифікація методів подрібнення. Основні типи та принципи роботи апаратів для подрібнення. Суть, теорія різання. Різальні інструменти. 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. Сорткування, 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.

Тема 8. Моделювання гідродинамічних процесів.

Однорідні та неоднорідні (гетерогенні) рідинні системи в харчових виробництвах. Види дисперсних систем: емульсії, суспензії, піни, аерозолі. Поняття дисперсності. Методи характеристики дисперсності.

Суть і використання процесу перемішування в харчових виробництвах. Основні цілі, що досягаються перемішуванням. Перемішування рідких, сипких і пластичних мас. Критерії подібності процесу перемішування. Оцінка ефективності перемішування. Будова мішалок і апаратів для перемішування. Ефективність змішування, розподіл ключового компонента. Класифікація та принципова будова змішувачів.

Визначення і суть процесу диспергування. Суть процесу емульгування, принципова будова різних типів емульсаторів, елементи розрахунку. Гомогенізація: суть процесу, принципова будова гомогенізаторів, елементи розрахунку.

Розпорошення рідин: суть процесу, види розпорошення. Принцип дії пристроїв для розпорошування рідин.

Суть процесів піноутворення та збивання. Показники піни. Апаратурне оформлення процесів піноутворення та збивання. Суть

процесу псевдозрідження, галузі його застосування. Апарати з псевдозрідженим шаром. Пневмотранспорт. Основні напрямки вдосконалення отримання неоднорідних систем.

Тема 9. Моделювання теплообмінних процесів.

Суть і призначення процесу варення. Класифікація способів варки. Теплофізичні закономірності процесу варки. Зовнішній теплообмін при різних видах варки.

Основні типи апаратів для варки та елементи їх розрахунку. Класифікація та фізична суть прийомів смаження. Апарати для смаження безперервної та періодичної дії. Класифікація, конструктивна будова та елементи розрахунку. Комбіновані способи теплової обробки (тушіння, запікання та ін.). 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 10. Моделювання масообмінних процесів.

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 розвиненість. Процеси набухання харчових продуктів.

Тема 11. Моделювання хімічних та біохімічних процесів.

Задачі та способи теплової обробки харчових продуктів і матеріалів. Рушійна сила теплових процесів. Процеси нагрівання та охолодження. Теплоносії.

Види теплообміну. Рівняння передачі теплоти в процесі конвекції, теплопровідності та теплового випромінювання. Рівняння теплопередачі.

Класифікація теплообмінників. Основи розрахунку теплообмінної апаратури. Напрямки удосконалення теплообмінних апаратів. Теплові процеси зі зміненням агрегатного стану. Рівняння передачі теплоти при конденсації пари, кипінні рідини, при заморожуванні. Фізичні основи плавлення та твердіння. Конденсація. Матеріальний і тепловий баланси конденсації. Поверхневі конденсатори змішування.

Випарювання. Фізична суть процесів кипіння та випаровування. Фізична суть і апаратне оформлення процесу випарювання. Матеріальний і тепловий баланси випарювання. Багатокорпусні виварювальні установки, принципова будова основних типів виварювальних апаратів.

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.

7.4. ПЕРЕЛІК ТА ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «Теоретичні основи моделювання та оптимізації основних процесів харчових виробництв»

Практична робота №1. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з відмовами

Практична робота №2. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з очікуванням

Практична робота №3. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з очікуванням

Практична робота №4. Детерміновані моделі систем управління запасами з розривами цін

Практична робота №5. Економетрична модель з двома змінними

Практична робота №6. Задача оптимального використання ресурсів

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «Математичні моделі основних процесів та обладнання харчових виробництв»

Практична робота № 7. Моделювання механічних процесів.

Практична робота № 8. Моделювання гідродинамічних процесів.

Практична робота № 9. Моделювання теплообмінних процесів.

Практична робота № 10 Моделювання масообмінних процесів.

Практична робота № 11 Моделювання хімічних та біохімічних процесів.

7.5. ТЕМИ, ФОРМА КОНТРОЛЮ ТА ПЕРЕВІРКИ ЗАВДАНЬ, ЯКІ ВИНЕСЕНІ НА САМОСТІЙНЕ ОBOB'ЯЗКОВЕ ОПРАЦЮВАННЯ

Самостійна робота включає:

Вивчення теоретичного курсу за конспектами, підручниками, іншою літературою, рекомендованою викладачем.

Виконання індивідуальних практичних занять. Аналіз окремих даних. Формування висновків та пропозицій.

Теми самостійної роботи здобувачів вищої освіти

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Методи дослідження та аналізу процесів харчових виробництв • Харчове підприємство – складна багаторівнева система • Основні методи моделювання та класифікація моделей	8
2	Тема 2. Фізичне моделювання • Критерії подібності • Переваги та недоліки методу фізичного моделювання	8
3	Тема 3. Математичне моделювання • Схема побудови математичних моделей процесів харчових виробництв • Методи математичного опису об'єкта • Аналітичні методи моделювання	8
4	Тема 4. Статистичні математичні моделі • Статистичні моделі на основі пасивного експерименту • Статистичні моделі на основі активного	8
5	Тема 5. Спеціальні методи моделювання • Моделювання основних реологічних властивостей харчових продуктів	10
6	Тема 6. Методи статичної оптимізації об'єктів дослідження • Метод градієнта	10

	• Метод симплексів	
7	Тема 7. Моделювання механічних процесів • Моделювання процесів формоутворення • Моделювання процесів брикетування харчових продуктів	15
8	Тема 8. Моделювання гідродинамічних процесів • Система рівнянь Нав'є–Стокса при моделюванні руху малих тіл • Система рівнянь Нав'є–Стокса у випадку моделювання руху рідини у приграничному шарі	15
9	Тема 9. Моделювання теплообмінних процесів • Методи моделювання теплообмінників • Моделювання процесів радіаційного нагрівання • Моделювання процесів охолодження та заморожування	16
10	Тема 10. Моделювання масообмінних процесів • Моделювання кінетики масоперенесення • Моделювання кінетики теплоперенесення • Моделювання кінетики високотемпературних методів сушіння	15
11	Тема 11. Моделювання хімічних та біохімічних процесів • Методи моделювання хімічних реакцій • Методи моделювання біохімічних реакцій	15
	Всього	128

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота здобувачів вищої освіти з вітчизняною та закордонною спеціальною літературою. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Основні види самостійної роботи:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення основних термінів та понять.
4. Підготовка до практичних занять та виконання індивідуальних завдань
5. Використання матеріалів, які знаходяться в оболонці Moodle – дистанційне навчання та проходження комп'ютерного тестування.

6. Контрольна перевірка кожним здобувачем особистих знань за запитаннями для самостійного поглибленого вивчення та самоконтролю.

7. Підготовка до заліку.

Самостійна робота оформляється у вигляді звіту. Форма контролю – тестування, захист індивідуальних завдань, рефератів та презентацій. При оцінюванні результатів самостійної роботи здобувачів вищої освіти враховується особистий внесок здобувача та коректність висновків. В методичних рекомендаціях для занять виділяються теми, які здобувачі вищої освіти повинні виконати самостійно, і наводяться варіанти завдань для самостійної роботи.

7.6. Питання для поточного та підсумкового контролю знань

1. Головна функція (мета) системи.
2. Зв'язки між елементами системи.
3. Мета створення і роботи будь-якої технологічної системи.
4. Великі складні системи.
5. Поведінка великих складних систем.
6. Навички моделювання.
7. Типи та способи представлення моделей.
8. Матеріальні моделі.
9. Знакове моделювання.
10. Математичне моделювання.
11. Імітаційна модель.
12. Процес моделювання.
13. Принципи моделювання.
14. Принцип інформаційної достатності.
15. Принцип здійсненності.
16. Принцип множинності моделей.
17. Принцип агрегування.
18. Принцип параметризації.
19. Принцип абстрагування.
20. Принцип ієрархічної побудови моделей складних систем.
21. Загальні ознаки та властивості моделей.
22. Основні підходи до класифікації моделей з різних точок зору.
23. Класифікація моделей за ознаками.
24. Класифікація моделей за рівнем моделювання.
25. Класифікація моделей за законом функціонування.
26. Класифікація моделей за належністю до ієрархічного рівня.
27. Класифікація моделей за характером взаємовідносин з середовищем.
28. Класифікація моделей за способом представлення властивостей об'єкта.
29. Класифікація моделей за причинною обумовленістю.
30. Класифікація моделей по відношенню до часу.

31. Класифікація моделей за типом параметрів.
32. Зосереджені і розподілені моделі.
33. Класифікація моделей за сферою застосування.
34. Класифікація моделей за способом представлення.
35. Вимоги до моделей. Ступінь універсальності, точність, адекватність.
36. Оцінка відповідності моделі та оригіналу, подібності абсолютна і
37. практична.
38. Вимоги високої точності, ступеня універсальності, широкої області
39. адекватності, високої економічності моделі.
40. Поняття формалізації. Формули, що описують фізичні процеси.
41. Реалізація інформаційної моделі.
42. Формалізований опис з використанням математичних понять і формул.
43. Структура формалізації. Вимоги, яким повинна задовольняти процедура дослідження.
44. Побудова моделі на основі формалізованого опису системи. Індуктивний і системний підходи до моделювання.
45. Каузальне уявлення системи.
46. Класичний (індуктивний) підхід до формування моделей.
47. Спеціальні критерії вибору.
48. Моделювання при створенні нових технічних засобів.
49. Дерево цілей. Принципи побудови дерева цілей.
50. Аналіз об'єкту моделювання.
51. Розробка моделі. Схема порядку побудови моделі.
52. Вибір форми представлення моделі.
53. Типи експериментів. Розробка методики експерименту.
54. Вимірювання. вибір методів обробки і аналізу експериментальних даних.
55. Діапазон чутливості (нечутливості) критеріїв.
56. Планування експерименту.
57. Статистична обробка результатів експерименту, побудова математичної моделі поведінки досліджуваних характеристик

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

Проміжний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється у вигляді атестацій, що передбачаються графіком навчального процесу.

Вкінці семестру здобувачі вищої освіти складають залік з курсу. З цією метою необхідно вивчити теоретичний матеріал і виконати згідно вимог передбачені види робіт. У випадку невиконання навчальної програми здобувач до заліку не допускається. Для можливості отримання необхідної кількості балів для здобувачів вищої освіти розроблено індивідуальні завдання по кожній з тем дисципліни.

Здобувачі, що своєчасно виконали та захистили усі види завдань та отримали позитивні оцінки і набрали не менше 36 балів допускаються до складання екзамену, ті, що отримали 90 семестрових балів і більше, отримують екзамен автоматично.

Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

№	Вид заняття	Бали	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1.	Практична робота №1. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з відмовами	4	6
2.	Практична робота №2. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з очікуванням	4	6
3.	Практична робота №3. Розв'язання задач моделювання систем організації виробництва за допомогою теорії систем масового обслуговування з очікуванням	4	6
4.	Практична робота №4. Детерміновані моделі систем управління запасами з розривами цін	4	6

5.	Практична робота №5. Економетрична модель з двома змінними	4	6
6.	Практична робота №6. Задача оптимального використання ресурсів	4	6
7.	<i>Тест №1</i>	3	7
8.	Практична робота № 7. Моделювання механічних процесів.	4	6
9.	Практична робота № 8. Моделювання гідродинамічних процесів.	4	6
10.	Практична робота № 9. Моделювання теплообмінних процесів.	4	6
11.	Практична робота № 10 Моделювання масообмінних процесів.	4	6
12.	Практична робота № 11 Моделювання хімічних та біохімічних процесів.	4	6
13.	<i>Тест №2</i>	3	7
14.	Інформальна освіта	5	10
15.	Науково-дослідна робота	5	10
16.	<i>За семестр</i>	60	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку
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 передбачає навчальна дисципліна

Лекційна аудиторія кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання № 103

Навчальний корпус № 5, вул. Георгія Гонгадзе, 3а, 74,5 м2

Спеціальне технічне обладнання:

Телевізор Xiaomi Mi TV 4S 50" – 1 шт.

Інформаційне забезпечення:

Бюлетені, програмні документи, брошури, дидактичні матеріали, довідникова та нормативна література

Устаткування:

Трибуна – 1 шт.

Учнівські столи та лавки – на 30 робочих місць

Стіл викладача – 1 шт.

Стілець викладача – 1 шт. Дошка для крейди темно-зеленого кольору – 1 шт.

Комп'ютерний клас кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій № 209 (49,2 м2)

Навчальний корпус № 5, вул. Георгія Гонгадзе, 3а,

Спеціальне технічне обладнання:

Телевізор SAMSUNG UE50NU7002U 50" – 1 шт.

Комп'ютери на базі процесора Intel Core I3 10100F/GTX 1650/DDR4 8Gb/SSD 1TB/27" – 15 шт.

Прикладне програмне забезпечення:

Корпоративне ліцензування «Volume Licensing», Parent program: OPEN 93947897ZZE1608, Software Assurance (SA) №63986644, 63986649, 63986652: Office 2013 – 13 шт.

Windows 10 Pro – 15 шт.

Google Chrome – 15 шт.

Доступ до мережі Internet.

Інформаційне забезпечення:

Бюлетені, програмні документи, брошури, дидактичні матеріали, довідникова та нормативна література

Устаткування:

Стіл учнівський – 13 шт.

Стіл комп'ютерний -14 шт

Лавки учнівські -11 шт

Стільці – 14 шт.

Стіл для викладача – 1 шт.

Стілець для викладача – 1 шт.

Дошка – 1 шт

10. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНИХ АКТІВ

10.1. БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Моделювання технологічних систем харчових виробництв : методичні рекомендації для практичних занять та самостійної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Харчові технології» спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. О. В. Шебаніна, С. І. Тищенко, О. Ю. Пархоменко, В. О. Крайній, І. І. Хилько. Миколаїв : МНАУ, 2025. 108 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/21280>
2. Трибрат Р.О. Моделювання технологічних процесів харчових виробництв : конспект лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2023. 85 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2454>
3. Поперечний А.М. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Підручник / А.М. Поперечний, В.О. Потапов, В.Г. Корнійчук. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 312 с.
4. Потапов В.О. Моделювання технологічних процесів харчових виробництв – Харків : ХДУХТ, 2009 – 148 с.
5. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко [та ін.]. Вінниця : ВНТУ, 2019. 235 с.

10.2. ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Моделювання технологічних процесів тваринництва [Електронний ресурс] : метод. реком. для проведення практичних занять здобувачам вищої освіти ступеня "Магістр" освітньо-професійної та освітньо-наукової програм спеціальності 204 "ТВППТ" / уклад. Р. О. Трибрат. — Електрон. текст. дані. — Миколаїв : МНАУ, 2019. – 71 с.
2. Луговський В. І. Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології: конспект лекцій з курсу для студентів хіміко-технологічних спеціальностей. Одеса: Одеський національний політехнічний університет, 2003. 101 с.

3. Гліненко Л. К. Основи моделювання технічних систем: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Л. К. Гліненко, О. Г. Сухоносов. – Львів : Бескид Біт, 2003. – 176 с.

10.3. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Дистанційна система Moodle МНАУ <http://moodle.mnau.edu.ua/>
2. Доступ до матеріалів навчання
<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=4565>

Додаток
до робочої програми 2025-2026 н.р. навчальної дисципліни
«Моделювання технологічних систем харчових виробництв»

Перелік, внесених змін на 2025-2026 н.р

№ п/п	Зміст змін	Підстави	Примітки
1	Скориговано та оновлено рекомендовану літературу	Відповідно до вимог сучасних можливостей доступу до нових джерел інформації.	Відповідно до ОПП 181 «Харчові технології»

Розробник програми:

Старший викладач кафедри економічної
кібернетики, комп'ютерних наук
та інформаційних технологій



Володимир КРАЙНІЙ

Завідувач кафедри:

канд. пед. наук, доцент



Світлана ТИЩЕНКО