

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)
Кафедра харчових технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

Володимир НОВІКОВ

« 01 » 09 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ОБ'ЄКТІВ

Освітній рівень: магістр

Галузь знань: 18 Виробництво та технології

Спеціальність: 181 – Харчові технології

Освітня програма: Харчові технології

Факультет: Інженерно-технологічний

Умань – 2022 р.


Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів. – Умань: Уманський НУС, 2022. 17 с.

Розробник – Желзна Валерія Валеріївна, доцент, кандидат с.-г. наук

 Валерія ЖЕЛІЗНА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри харчових технологій

Протокол від «31» 08 2022 року № 1

Т. в. о. зав. кафедри  Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис)

«31» 08 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технологічного факультету

Протокол від «01» 09 2022 року № 1

Голова  Ірина ЗАМОРСЬКА
підпис

«01» 09 2022 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 18 Виробництво та технології	Нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність 181 Харчові технології	Рік підготовки	
Змістовних модулів – 3		1-й	1-й
		Семестр	
		2-й	2-й
Загальна кількість годин – 120	Освітній рівень магістр Освітня програма Технології зерна та зернопродуктів	24 год.	4 год.
		Практичні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,34 самостійної роботи студента – 4,67		26 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		70 год.	108 год.
		Вид контролю – екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів є нормативною дисципліною ОП Технології зерна та зернопродуктів, яка присвячена формуванню важливих навичок майбутнього інженера. За результатами вивчення дисципліни, здобувачі вищої освіти набувають глибоких теоретичних та практичних навичок із розроблення проектів переробних виробництв, розуміють алгоритми та стадії їх оптимізації.

Дисципліна використовує знання, отримані студентами з алгоритмізації та програмування, а також у роботі з пакетами прикладних програм під час вивчення дисципліни «Інформатика та інформаційні технології», спеціальних дисциплін і може бути використана в дипломному проектуванні.

Метою дисципліни є навчити студента ставити задачу оптимізації на базі відомої математичної моделі процесу або структури харчових виробництв; розв'язувати її за допомогою персонального комп'ютера і використовувати результати у дослідженнях, проектуванні або керуванні технологічними об'єктами.

Завдання дисципліни полягає у сформуванні у студентів наукового підходу до розв'язання проблем технології галузі, ознайомлення із механічними, біохімічними та технічними процесами обробки зерна, організацією побудови окремих технологічних процесів галузі.

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки здобувачів вищої освіти. Обов'язковий компонент Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів – є елементом професійно-виробничої підготовки та передбачена до вивчення на першому курсі навчання (2 семестр). Дисципліна включає відомості про основи моделювання та оптимізації техніко-технологічних об'єктів із акцентуванням на технологіях переробки зерна. Вивчення дисципліни передуює компоненту ОК4 (Методологія харчової науки) в контексті набуття знань планування експерименту в галузі виробництва та технології.

Програмні компетентності (фахові)

-СК 1. Здатність обирати та застосовувати сучасне спеціалізоване лабораторне і технологічне обладнання та прилади, науковообґрунтовані методи та програмне забезпечення для проведення наукових досліджень у сфері харчових технологій.

- СК 4. Здатність розробляти програми ефективного функціонування підприємств харчової промисловості та/або закладів ресторанного господарства відповідно до прогнозів розвитку галузі в умовах глобалізації.

Програмні результати навчання

- РН 3. Застосовувати спеціальне обладнання, сучасні методи та інструменти, у тому числі математичне і комп'ютерне моделювання для розв'язання складних задач у харчових технологіях.

- РН 4. Застосовувати статистичні методи обробки експериментальних даних в галузі харчових технологій, використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для обробки експериментальних даних.

3. Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

ТЕМА 1. Основи моделювання

1. Основні поняття і визначення
2. Цілі і принципи моделювання
3. Аксиоми теорії моделювання
4. Види моделей і моделювання
5. Функції моделей
6. Чинники, що впливають на модель об'єкту

ТЕМА 2. Математичне моделювання

1. Основні поняття і визначення
2. Вимоги до математичної моделі
3. Структура математичної моделі
4. Класифікація математичних моделей
5. Цілі математичного моделювання для техніко-технологічних об'єктів

ТЕМА 3. Алгоритм побудови моделі

1. Технології моделювання
2. Алгоритм побудови аналітичної моделі
3. Алгоритм побудови емпіричної моделі
4. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

ТЕМА 4. Регресійні моделі з однією вхідною змінною

1. Основні поняття
2. Адекватність регресійних моделей
3. Точність регресійних моделей
4. Види регресійних моделей з однією вхідною змінною

ТЕМА 5. Регресійні моделі з декількома вхідними змінними

1. Багатофакторна (множинна) лінійна регресія
2. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії
3. Оцінка адекватності і точності багатофакторної лінійної моделі
4. Лінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними
5. Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними
6. Крокові методи побудови регресійних моделей

ТЕМА 6. Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей

1. Інтерпретація моделі
2. Оптимізація моделі

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. ПОНЯТТЯ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

ТЕМА 7. Основи оптимізації. Загальні поняття системного аналізу техніко-технологічних об'єктів

1. Необхідні умови використання методів оптимізації
2. Класифікація задач оптимізації з позицій системного аналізу
3. Математичне моделювання і системний підхід як основа оптимізації технологічних процесів галузі
4. Види оптимізаційних задач

ТЕМА 8. Експериментально-статистичні методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів

1. Постановка оптимального плану експерименту
2. Цілі та методика виконання регресивного аналізу
3. Рух до екстремуму методом крутого сходження
4. Алгоритм реалізації експериментально-статичного методу оптимізації

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

ТЕМА 9. Оптимізація сепарування зерна

1. Оцінка і фактори, які визначають процес сепарування
2. Моделі кінетики сепарування
3. Моделі статички сепарування
4. Моделі динаміки сепарування

ТЕМА 10. Оптимізація подрібнення зерна

1. Постановка задачі та вибір критеріїв оптимальності
2. Складання математичних моделей
3. Пошук оптимальних рішень
4. Рекомендації по управлінню

ТЕМА 11. Оптимізація сушіння зерна

1. Постановка задачі і вибір критеріїв оптимальності
2. Складання математичної моделі
3. Пошук оптимального рішення
4. Оптимізація водотеплової обробки зерна

ТЕМА 12. Оптимізація змішування і дозування сировини

1. Завдання оптимізації
2. Формування помельної партії
3. Складання рецептур комбікормів
4. Формування потоків борошна

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовний модуль 1 Моделювання техніко-технологічних об'єктів												
Тема 1. (Основи моделювання).	10	2	2			6	12	2				10
Тема 2. (Математичне моделювання).	10	2	2			6	12		2			10
Тема 3. (Алгоритм побудови моделі).	10	2	2			6	10					10
Разом за змістовним модулем 1	30	6	6			18	34	2	2			30
Змістовний модуль 2 Побудова емпіричних регресійних моделей												
Тема 4. (Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей).	8	2				6	10					10
Тема 5. (Регресійні моделі з декількома вхідними змінними).	10	2	2			6	12		2			10
Тема 6. (Регресійні моделі з однією вхідною змінною).	10	2	2			6	8					8
Разом за змістовним модулем 2	28	6	4			18	30		2			28
Модуль 2												
Змістовний модуль 3 Поняття та методи оптимізації												
Тема 7. (Експериментально-статистичні методи оптимізації техніко-технологічних об'єктів).	12	2	4			6	14	2	2			10
Тема 8. (Основи оптимізації. Загальні поняття системного аналізу техніко-технологічних об'єктів)	12	2	4			6	10					10
Разом за змістовним	24	4	8			12	24	2	2			20

модулем 3												
Змістовний модуль 4 Оптимізація техніко-технологічних об'єктів												
Тема 9. (Оптимізація сепарування зерна).	10	2	2			6	12		2			10
Тема 10. (Оптимізація подрібнення зерна).	10	2	2			6						
Тема 11. Оптимізація сушіння зерна	10	2	2			6	10					10
Тема 12. (Оптимізація змішування і дозування сировини).	10	2	2			4	10					10
Разом за змістовним модулем 4	38	8	8			22	32	2	2			30
РАЗОМ	120	24	26			70	120	4	8			108

5. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Математична обробка експериментальних даних Підбір емпіричних формул і складання однофакторних математичних залежностей	4	2
2	Approximation of experimental data nonlinear equations (Апроксимація експериментальних даних нелінійними рівняннями)	2	
3	Планування багатофакторних експериментів Рівняння регресії багатофакторного експерименту і його статистичний аналіз	2	
4	Аналіз рівняння регресії за кривими рівного виходу. Знаходження градієнта зростання функції у.	2	2
5	Оптимізація симплекс-методом	4	
6	Метод найменших квадратів	2	2
7	Багатокритеріальна оптимізація	2	
8	Математичні моделі в методі невизначених множників Лагранжа (оптимізація розмірів ємності)	2	
9	Математичний опис моделей тепломасообмінних процесів комбінованими методами	2	2
10	Математична модель для визначення тривалості сушіння зерна в шахтній зерносушарці	2	
11	Математичні моделі рецептів комбікормів і помельних партій	2	
Разом		26	8

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Методологічні основи оптимізації. Загальні поняття системного аналізу технологічних процесів	10	18
2	Структурно-математичний опис технологічних процесів як основа їх оптимізації	10	20
3	Математичні моделі технологічних процесів галузі та основні методи їх розв'язання	10	15
4	Інтерпретація моделі, отриманої за результатами повного факторного експерименту	10	15
5	Planning and carrying out experiments on the optimization of technical and technological objects (Планування і проведення експериментів з оптимізації техніко-технологічних об'єктів)	10	15
6	Застосування математичних моделей технологічних процесів систем для оптимального керування	10	15
7	Багатокритеріальна оптимізація	10	10
Разом		70	108

7. Методи навчання

Вид методу навчання	Особливості методу
Лекція	Усний виклад предмета викладачем, а також публічне читання на яку-небудь тему. Мета лекції – розкрити основні положення теми, досягнення науки, з'ясувати невирішені проблеми, узагальнити досвід роботи, дати рекомендації щодо використання основних висновків за темами на практичних заняттях.
Практичне заняття	Форма навчального заняття, при якій викладач організує детальний розгляд здобувачами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентом відповідно сформульованих завдань.
Самостійна робота	Форма роботи, яка передбачає вирішення актуального питання курсу самостійно, формує навички пошуку та синтезу інформації.
аналіз ситуації, помилок, колізій, казусів	За результатами виконання ЕСЕ; індивідуальних завдань, письмового опитування чи тестування ведучий курсу проводить аналіз наявних помилок у формі діалогу із здобувачами освіти. Крім цього, під викладання основного лекційного матеріалу може супроводжуватись його

	інтерпретацією виробничими ситуаціями та їх колективного аналізу.
брейнстормінг («мозковий штурм»)	Здобувачі формують міні-групи, що складаються із 3-4 осіб. Із складу групи вибирають модератора – здобувача, який фіксує результати роботи групи. Кожна група отримує актуальне завдання для вирішення. Основне мета групи – висловити максимальну кількість ідей. На формулювання кожної ідеї відводять не більше 2 хв. Максимальна тривалість «мозкового штурму» - 20 хв. Критика ідей під час презентації – заборонена. Модератор групи фіксує найкращі тези кожної ідеї та висловлює їх від імені всіх учасників групи.
коментування, оцінка (або самооцінка) дій учасників;	Здобувачі освіти під час усного або письмового опитування можуть коментувати свої відповіді, або доповнювати відповіді інших здобувачів.
метод аналізу і діагностики ситуації (КЕЙС-МЕТОД);	Виконання методу дозволяє формувати важливі «м'які» навички у здобувачів, зокрема робота в команді, набуття лідерських якостей тощо. Загальний вигляд кейсу: <ul style="list-style-type: none"> • Ознайомлення студентів із ситуацією (моделлю) яка пов'язана із реальним виробництвом або виробничим процесом; • Формування міні-груп (3-4 здобувачів); • Формування завдань для роботи з кейсом та розподіл питань в групах; • Організація спільної діяльності, збір інформації, розподіл індивідуальних завдань; • Аналіз та рефлексія спільної діяльності, пропозиція концепцій; • Підведення підсумків, оцінювання.
публічний виступ;	Застосовують для формування здобувачами комплексу «м'яких» навичок, зокрема вміння до публічного мовлення, здатність приймати ініціативу та брати на себе відповідальність. Крім цього публічний виступ дозволяє підвищити рівень засвоєння матеріалу за рахунок необхідності його узагальнення та формування логічно-послідовної відповіді.
тренінги індивідуальні та групові	Є прийнятною формою додаткових занять або консультацій. Основні завдання тренінгу: <ul style="list-style-type: none"> • інформування та набуття учасниками тренінгу нових професійних навичок та умінь; • опанування нових технологій у професійній сфері; • зміна погляду на проблему; • зміна погляду на процес навчання, аби зрозуміти, що він може давати наснагу та задоволення; • пошук ефективних шляхів розв'язання поставлених проблем завдяки об'єднанню в тренінговій роботі різних спеціалістів, представників різних виробництв, які впливають на розв'язання цих проблем;

	<ul style="list-style-type: none"> активізація здобувачів щодо розв'язання актуальних проблем;
вебінар	Спосіб організації зустрічей онлайн, формат проведення семінарів, тренінгів та інших заходів за допомогою Інтернету.
Дистанційне навчання ¹	<p>Комплексний індивідуалізований процес передання і засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчання у спеціалізованому середовищі, яке створене на основі сучасних психолого- педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.</p> <p>Основною платформою для проведення дистанційного навчання є система MOODLE (https://moodle.udau.edu.ua/) Курс для дистанційного вивчення характеризується логічною послідовністю викладення основного матеріалу, має чітку структуру та комбінує традиційні (модифіковані до цифрового простору) й інтерактивні методи навчання.</p>

8. Методи контролю

Пріоритетним напрямом контролю рівня засвоєння студентами матеріалу з курсу є **поточний контроль**.

Об'єктами поточного контролю є:

Вид роботи	Характеристика контролю
Письмове опитування (у. т. ч. ЕСЕ)	Здобувачі дають лаконічні відповіді на питання, передбачені під час вивчення курсу письмово, або у вигляді реферативного повідомлення, або у вигляді ЕСЕ. Оцінюванню підлягають правильність та конкретність відповіді на поставлене питання. Позитивним є формування відповідей на основі основної та допоміжної літератури за останні десять років.
Усне опитування/ захист роботи/ звіту	Здобувачі дають відповіді в усній формі на питання пов'язані із теоретичними або практичними аспектами теоретичної частини дисципліни. Оцінюванню підлягають правильність та конкретність відповіді на поставлене питання. Позитивним є лаконічність та переконливість під час відповіді.
Тестування	Проводять письмово або за допомогою систем дистанційного навчання. Передбачає вибір однієї/та/або правильної відповіді на конкретне питання передбачене теоретичною частиною курсу або його структурним елементом.
Активність (під час обговорення, тощо)	Оцінюванню підлягають частка участі здобувача у вирішенні колективного завдання, активність, вмотивованість та креативність під час обговорення проблемних питань.
Прояв лідерських якостей	Оцінюванню підлягають прояви лідерських якостей, які полягають у здатності генерувати нові ідеї; панорамність мислення; здатність до самоаналізу; здатність працювати в колективі; відповідальність за виконання важливих завдань; потреба в досягненні позитивного результату; здатність вести конструктивні переговори; здатність

¹ Запроваджується під час обмежень очного навчання у зв'язку із епідеміологічною ситуацією. На вибір викладача платформа дистанційного навчання може використовуватись під поточного контролю (модульний).

Вид роботи	Характеристика контролю
	змінювати стиль керівництва відповідно до конкретної ситуації.

Об'єкт підсумкового контролю – семестровий екзамен. Студент вважається допущеним до семестрового екзамену за умови відпрацювання всіх лабораторних занять передбачених робочою програмою дисципліни. Семестровий екзамен проводиться в усній формі. Для успішного складання іспиту здобувач повинен дати відповідь на три питання. Важливим під час доповіді є: повнота та достовірність матеріалу, впевненість під час доповіді, аргументованість під час відповіді на уточнюючі питання, пов'язані із персональним екзаменаційним завданням.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Форма контролю	Поточний контроль												Всього за поточний контроль	Підсумковий контроль	Разом	
	ЗМ1			ЗМ2			ЗМ3		ЗМ4							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12				
Письмове опитування (ЕСЕ)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Усне опитування/ захист роботи/ звіту	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	3				
Тестування			5			8		8				8				
Активність (під час обговорення, тощо)											1	1	1			
Прояв лідерських якостей											1	1	1			
Разом	3	3	8	1	3	11	3	11	3	5	5	14	70	30	100	

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту практики (роботи).	для заліку
90 – 100	A	відмінно	
82-89	B	добре	

74-81	C		зараховано
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій навчальної дисципліни «Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології освітньої програми Харчові технології. Умань: Уманський НУС, 2021. 75 с.

2. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять навчальної дисципліни «Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології освітньої програми Харчові технології. Умань: Уманський НУС, 2021. 91 с.

3. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів навчальної дисципліни «Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 181 – Харчові технології освітньої програми Харчові технології. – Умань: Уманський НУС, 2021. 42 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. К.: Книжкове вид-во НАУ. 2013. 201 с.

2. Беліков М.І., Гуржій А.М., Кігель В.Р., Самсонов В.В. Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою методів лінійного програмування: навч. посібник. К.: ІСДО, 2001. 294 с.

3. Власова К.П. Методы исследований и организация экспериментов. Х.: Издательство «Гуманитарный Центр». 2002. 256 с.

4. Ладієва Л.Р. Оптимізація технологічних процесів. К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2004. 192 с.

5. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): Навч. посібник. Львів: Світ. 2001. 232 с.

6. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: підручник. Вінниця: ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. 804 с.
7. Махней О. В., Супрун В. П. Математичне моделювання: навчальний посібник. Івано-Франківськ. 2015. 372 с.
8. Дорохович А., Дорохович В., Зінченко Т. Оптимізація технологічних процесів галузі. 2018. 392 с.
9. Bezruk V. M., Semenets V. V., Chebotarova D. V., Kaliuzhniy N. M., Guo Qiang, Zheng Yu Optimization and mathematical modeling o communication networks, Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. Kharkiv: PC «ech-nology Center», 2019. 192 p.

Допоміжна

1. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. 224 с.
2. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. К.: НАУ. 2017. 392 с.
3. Остапчук Н. В., Каминский В. Д., Станкевич Г. Н. Математическое моделирование процессов пищевых производств. Сборник задач: учебное пособ. К.: Вища школа. 2003. 325 с.
4. Попов Ю. Д., Тюптя В. І., Шевченко В. І. Методи оптимізації. К.: КНУ, 2003. 215 с.
5. Степанюк В. В. Методи математичного програмування. К.: Вища школа, 1984. 272 с.
6. Marion G. An Introduction to Mathematical Modelling. 2008. 35 p.

Наукові фахові статті:

1. Алексейчук В. О. Регресійний аналіз виробництва хлібобулочних виробів в Україні за допомогою нейронних мереж. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2015. Вип. 10. С. 69–73.
2. Ладанюк, А. П., Луцька Н. М., Голованов С. О. Технологіні об'єкти в структурі оперативної оптимізації виробництва. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2010. № 2/4 (44). С. 41–43.
3. Лензійон В. Й. Оптимізація і синтез транспортного обладнання харчових виробництв: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.12 / Лензійон Валентин Йосипович; НУХТ. К., 2006. 20 с.
4. Никифорова Л.Є., Постнікова М.В., Карпова О.П. Оптимізація процесу очищення зерна на зернопунктах. Науковий вісник ТДАТУ. Вип. 2. Т. 1. 2019. С. 181–185.
5. Карамушка О. М. Економічний розвиток підприємств зернового комплексу в умовах ризиків та глобалізації. Молодий вчений. 2016. № 5(32). С. 61–64.

6. Нужна С. А. Математичні аспекти моделювання та планування діяльності агропромислових підприємств в умовах невизначеності. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2016. № 3(41). С. 128–133.
7. Maznik K., Maznik L. Optimization of fructans extraction from IN VITRO chicory 'hairy' roots // NEEFood – 2013 The Second North and East European Congress on Food 26-29 May 2013. Kyiv: NUFT, 2013. P. 211.
8. Костецька К.В., Улянич І.Ф., Железна В.В., Голубев М. І. Оптимізація процесу екструдуювання під час виробництва комбікормів. Вісник Уманського НУС. 2021. №1. С. 85–92.
9. Zheliezna V. V., Ulyanich I. F. Optimization of the technology of production rolled groats of spelt wheat // Всеукраїнської інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти і технології». Умань. 2021. С. 44–45.
10. Железна В.В., Слота Л. Я. Оптимізація водотеплового оброблення зерна тритикале для виробництва борошна. Збірник студентських наукових праць. Умань. 2020. С. 41–42.
11. Любич В. В., Железна В. В. Математичне моделювання водотеплового оброблення зерна пшениці спельти. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Випуск 1. 2022. С. 28-33. DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-1-5>
12. Господаренко Г.М. та інш. Оптимізація функціональних параметрів харчових продуктів. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва 2022. Випуск 100. Частина 1. С. 169–179.
13. Господаренко Г.М., Любич В.В., Железна В.В., Новіков В. В. Оптимізація технології хліба з використанням борошна гарбузового. Вісник Уманського НУС. 2022. №1. С. 82-88.

Статті в періодичних іноземних виданнях

1. Samarets N. Application of mathematical models of transportation problems for optimization of agroindustrial production. The providing of sustainable development of agricultural sector for its innovative base: collective monograph. Science and Education Ltd, SHEFFIELD. 2015. P. 176–183.
2. Samarets N., Nuzhna S. The modern contribution of the basic categories of producers to Ukrainian agrarian production. Agricultural and Resource Economics. 2018. Vol. 4. No. 4. Pp. 52–71.
3. Karamushka O., Moroz S., Vasylieva N. Information component of innovative support for agricultural enterprises capital. Baltic Journal of Economic Studies. 2018. Vol. 4. No 4. P. 145–151.
4. Liubych V., Novikov V., Zheliezna V. Comparative characteristics of technological properties of four-species triticale grain comparative to classic triticale and common wheat grain // Technology audit and production reserves. № 2/3(52), 2020. P. 41–45.

5. Liubych V., Novikov V., Zheliezna V. Improving the process of water-heat treatment and peeling of different fractions of grain triticale during the production of cereals // Easten-european journal of enterprise technologies. 2020. Vol. 3, No 11 (99). P. 40–51.

6. Stodola P., Hrabec D., Mazal J. Optimal manoeuvre for two cooperative military elements under uncertain enemy threat. International Journal of Operational Research. 2019. Vol. 5, No 8 (78). P. 55–71.

12. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека УНУС –
<http://library.udau.edu.ua/>
2. Офіційний веб-сайт –
<http://www.udau.edu.ua>
3. Навчально-інформаційний портал УНУС –
<https://ects.udau.edu.ua/ua/informaciya-po-programam.html?level=master>
4. Сайт кафедри –
<https://zerno.udau.edu.ua/>
5. Репозитарій Уманського НУС
<http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/68>

13. Зміни у робочій програмі на 2022 року

З переліку базової рекомендованої літератури було виключено застарілі джерела та розширено список новими.

Передбачені заняття англійською мовою:

– Практична робота №2. Approximation of experimental data nonlinear equations

– Завдання для самостійного опрацювання: Planning and carrying out experiments on the optimization of technical and technological objects