

СИЛАБУС НОРМАТИВНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВІнженерно-технологічний
факультетКафедра технології
зберігання і переробки зерна

Ведучий курсу	Желєзна Валерія Валеріївна
Профайл викладача	https://zerno.udau.edu.ua/ua/pro-kafedru/vikladachi-ta-spivrobitniki/voziyan-valeriya-valeriivna.html
Контактний телефон	+38 (098) 7746885
E-mail:	valeriia.voziiian07@gmail.com
Сторінка курсу в MOODLE	https://moodle.udau.edu.ua/course/view.php?id=1095
Консультації	Щовівторка з 14 ⁰⁰ по 16 ⁰⁰ (корпус №1; аудиторія № 4)

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Моделювання та оптимізація техніко-технологічних об'єктів є нормативною дисципліною ОП Харчові технології, яка присвячена формуванню важливих навичок майбутнього інженера. За результатами вивчення дисципліни, здобувачі вищої освіти набувають глибоких теоретичних та практичних навичок із моделювання 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 кваліфікаційній роботі.

2. МЕТА ТА ЦІЛІ КУРСУ

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.

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.

3. ФОРМАТ КУРСУ

Основний формат курсу – очний із використанням навчальної платформи для дистанційного навчання MOODLE.

Види робіт, передбачені курсом

Вид методу навчання	Особливості методу	Пріоритетний метод контролю
Традиційні методи		
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.	<ul style="list-style-type: none"> • усна відповідь; • есе; • тестування; • обговорення основних питань
Семінарське заняття	Вид навчальних практичних занять студентів вищих навчальних закладів, який передбачає самостійне вивчення студентами за завданням викладача окремих питань і тем лекційного курсу з наочним оформленням матеріалу у вигляді реферату, доповіді, повідомлення тощо.	<ul style="list-style-type: none"> • усна відповідь; • обговорення основних питань
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.	<ul style="list-style-type: none"> • усна відповідь; • захист індивідуальної роботи.
Самостійна робота	Форма роботи, яка передбачає вирішення актуального питання курсу самостійно, формує навички пошуку та синтезу інформації.	<ul style="list-style-type: none"> • есе

Інформаційні методи навчання

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.	<ul style="list-style-type: none"> • Правильність відповіді
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.	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування; • Активність під час обговорення; • Прояв лідерських якостей
коментування, оцінка (або самооцінка) дій учасників;	Здобувачі освіти під час усного або письмового опитування можуть коментувати свої відповіді, або доповнювати відповіді інших здобувачів.	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування; • Активність під час обговорення • Прояв лідерських якостей
метод аналізу і діагностики ситуації (КЕЙС-МЕТОД);	<p>Виконання методу дозволяє формувати важливі «м'які» навички у здобувачів, зокрема робота в команді, набуття лідерських якостей тощо.</p> <p>Загальний вигляд кейсу:</p> <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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування; • Активність під час обговорення • Прояв лідерських якостей
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.	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування; • Активність під час обговорення • Прояв лідерських якостей.
тренінги	Є прийнятною формою додаткових занять або консультацій.	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування;

індивідуальні та групові	<p>Основні завдання тренінгу:</p> <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; • активізація здобувачів щодо розв'язання актуальних проблем; 	<ul style="list-style-type: none"> • Активність під час обговорення • Прояв лідерських якостей
вебінар	Спосіб організації зустрічей онлайн, формат проведення семінарів, тренінгів та інших заходів за допомогою Інтернету.	<ul style="list-style-type: none"> • Усне опитування; • Активність під час обговорення • Прояв лідерських якостей
Дистанційне навчання	<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/)</p> <p>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>	<ul style="list-style-type: none"> • ЕСЕ; • підготовка та публічний захист презентацій на вебінарах; • тестування із різною вагомістю вірних відповідей та подальше публічне обговорення допущених помилок; підсумкове тестування, що формується із випадкових питань курсу.

4. 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.

5. ОБСЯГ КУРСУ

Вид заняття	лекції	практичні заняття	самостійна робота
Кількість годин	24	26	70

6. ОЗНАКИ КУРСУ

Рік викладання	Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/вибірковий
2021	2	181 Харчові технології	1	Нормативний

7. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для вивчення дисципліни є необхідним наявність матеріального та програмного забезпечення, зокрема:

- персональний комп'ютер;
- набір офісних програм Microsoft Office;
- методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт;
- довідкова література та посібник.

8. ПОЛІТИКИ КУРСУ

Основні політики курсу полягають у дотриманні вимог положень: «Про порядок проведення моніторингу і контролю якості освіти в Уманському національному університеті садівництва» (<https://www.udau.edu.ua/assets/files/legislation/polozhennya/Polozhennya-pro-poryadok-provedennya-monitoringu-i-kontrolyu-yakosti-osviti.pdf>); «Про організацію поточного, семестрового контролю та проведення атестації здобувачів освіти із застосуванням дистанційних технологій в Уманському національному університеті садівництва» (<https://www.udau.edu.ua/assets/files/legislation/polozhennya/2020/polozhennya-pro-organizaciyu-potochnogo-semestrovogo-kontrolyu-ta-provedennya-atestacii-zdobuvachiv-osviti-iz-zastosuvannyam-distancijnih-tehnologij.pdf>); «Про академічну успішність в Уманському національному університеті садівництва» (<https://www.udau.edu.ua/assets/files/legislation/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-uspishnist-v-umanskomu-nacionalnomu-universiteti-sadivnictva.pdf>).

Під час проведення контрольних заходів студенти повинні дотримуватися правил академічної доброчесності, які визначено Кодексом академічної доброчесності Уманського НУС (<https://www.udau.edu.ua/assets/files/legislation/polozhennya/2019/kodeks-akademichnoi-dobrochesnosti-unus-2019-1.pdf>). Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Кодексу доброчесності Уманського НУС.

9. СХЕМА КУРСУ								
Види робіт	Тема, план, короткі тези	Література	Розподіл балів за видами робіт					
			ПО ¹	УО ²	Т ³	А ⁴	ЛЯ ⁵	ВСЬОГО
Модуль № 1 (ЗМ 1) Лекція № 1 (2 год).	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	1, 5, 7, 8, 10, 11, 15, 22, 24, 28	1					1
Модуль №1 (ЗМ 1) Практична робота № 1 (2 год).	Математична обробка експериментальних даних	2, 4, 9, 10, 12, 22, 33		2				2
Модуль № 1(ЗМ 1) Лекція № 2 (2 год).	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	1, 3, 6, 8, 10, 11, 14, 16, 19, 20, 23, 24, 25, 30, 31	1					1
Модуль № 1 (ЗМ 1) Практична робота № 2 (2 год).	Підбір емпіричних формул і складання однофакторних математичних залежностей	1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 20, 22, 25, 28, 30		2				2
Модуль № 1 (ЗМ 1) Лекція № 3 (2 год).	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	3, 6, 8, 14, 16, 19, 23, 25, 30	1					1

¹ Письмове опитування (або ЕСЕ)² Усне опитування/ захист роботи/ звіту³ Тестування⁴ Активність (під час обговорення, тощо)⁵ Прояв лідерських якостей

9. СХЕМА КУРСУ								
Види робіт	Тема, план, короткі тези	Література	Розподіл балів за видами робіт					
			ПО ¹	УО ²	Т ³	А ⁴	ЛЯ ⁵	ВСЬОГО
Модуль № 1 (ЗМ 1) Практична робота № 3 (2 год).	Апроксимація експериментальних даних нелінійними рівняннями	2, 3, 4, 6, 7, 12, 14, 16, 19, 23, 25, 30		2	5			7
Модуль № 1 (ЗМ 2) Лекція № 4 (год).	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	1, 5, 7, 8, 10, 11, 15, 22, 24, 28	1					1
Модуль № 1 (ЗМ 2) Лекція № 5 (2 год).	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	4, 9, 12, 18, 25, 28, 31, 32	1					1
Модуль № 1 (ЗМ 2) Практична робота № 4 (2 год).	Планування багатофакторних експериментів Рівняння регресії багатофакторного експерименту і його статистичний аналіз	3, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 20, 24, 28, 33		2				2
Модуль № 1 (ЗМ 2) Лекція № 6 (2 год).	ТЕМА 6. Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей 1. Інтерпретація моделі 2. Оптимізація моделі	2, 3, 8, 10, 13, 14, 15, 18, 20, 25, 28, 31, 33	1					1
Модуль № 1 (ЗМ 2) Практична робота № 5 (2 год).	Аналіз рівняння регресії за кривими рівного виходу. Знаходження градієнта зростання функції у.	1, 5, 7, 9, 12, 14, 15, 18, 20, 25, 28, 31, 33		2	8			10
Модуль № 2 (ЗМ 3) Лекція № 7 (2 год).	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	1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 22, 23, 24, 26, 28	1					1
Модуль № 2 (ЗМ 3) Практична робота № 6 (4 год).	Оптимізація методом «крутого сходження». Оптимізація симплекс-методом.	3, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 20, 27, 29, 33		2				2

9. СХЕМА КУРСУ								
Види робіт	Тема, план, короткі тези	Література	Розподіл балів за видами робіт					
			ПО ¹	УО ²	Т ³	А ⁴	ЛЯ ⁵	ВСЬОГО
Модуль № 2 (ЗМ 3) Лекція № 8 (2 год).	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	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 25, 27, 31, 33	1					1
Модуль № 2 (ЗМ 3) Практична робота № 7 (4 год).	Оптимізація методом «рідж-аналіз». Метод найменших квадратів	1, 3, 5, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 24, 26, 30		2	8			10
Модуль № 2 (ЗМ 4) Лекція № 9 (2 год).	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	1, 5, 7, 9, 12, 14, 15, 18, 20, 25, 28, 31, 33	1					1
Модуль № 2 (ЗМ 4) Практична робота № 8 (2 год).	Математичні моделі в методі невизначених множників Лагранжа (оптимізація розмірів ємності)	2, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 27, 33		2				2
Модуль № 2 (ЗМ 4) Лекція № 10 (2 год).	ТЕМА 10. Оптимізація подрібнення зерна 1. Постановка задачі та вибір критеріїв оптимальності 2. Складання математичних моделей 3. Пошук оптимальних рішень 4. Рекомендації по управлінню	3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 20, 23, 25, 27, 30	1					1
Модуль № 2 (ЗМ 4) Практична робота № 9 (2 год).	Математичний опис моделей тепломасообмінних процесів комбінованими методами	1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 20, 23, 25, 27, 30		2		1	1	4
Модуль № 2 (ЗМ 4) Лекція № 11 (2 год).	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	2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 15, 17, 18, 20, 23, 25, 27, 30	1					1

9. СХЕМА КУРСУ

Види робіт	Тема, план, короткі тези	Література	Розподіл балів за видами робіт					
			ПО ¹	УО ²	Т ³	А ⁴	ЛЯ ⁵	ВСЬОГО
Модуль № 2 (ЗМ 4) Практична робота № 10 (2 год).	Математична модель для визначення тривалості сушіння зерна в шахтній зерносушарці	4, 5, 7, 10, 12, 13, 15, 19, 22, 26, 28, 31, 32		2		1	1	4
Модуль № 2 (ЗМ 4) Лекція № 12 (2 год).	ТЕМА 12. Оптимізація змішування і дозування сировини 1. Завдання оптимізації 2. Формування помельної партії 3. Складання рецептур комбікормів 4. Формування потоків борошна	2, 5, 8, 11, 14, 18, 20, 25, 30	1					1
Модуль № 2 (ЗМ 4) Практична робота № 11 (2 год).	Математичні моделі рецептів комбікормів і помельних партій	4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 20, 23, 25		3	8	1	1	13
Разом			12	23	29	3	3	70

10. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

ТЕМА	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	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

11. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ

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 змінювати стиль керівництва відповідно до конкретної ситуації.

Шкала оцінювання: національна та ECTS			
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	F	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (БАЗОВА)

1. Алексеев Е. Л., Пахомов В. Ф. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности. М.: Агропромиздат. 2010. 273 с.
2. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.
3. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Высшая школа, 2000. 319 с.
4. 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.
5. Власова К.П. Методы исследований и организация экспериментов. Х.: Издательство «Гуманитарный Центр». 2002. 256 с.
6. Дерканосова Н.М., Журавлев А. А., Сорокина И. А. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум: учеб. Пособие. Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж : ВГТА. 2011. 196 с.
7. Злобин Л.А. Оптимизация технологических процессов хлебопекарного производства. М.: Агропромиздат, 1987. 200с.
8. Ладієва Л.Р. Оптимізація технологічних процесів. К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2004. 192 с.
9. Сухарев А. Г., Тихонов А. В., Федоров В. В. Курс методов оптимизации. М.: Наука. 2000. 356 с.
10. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): Навч. посібник. Львів: Світ. 2001. 232 с.
8. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока). М.: Колос, 1993. 288 с.
9. Андрийчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с.
10. Остапчук Н. В., Каминский В. Д., Станкевич Г. Н. Математическое моделирование процессов пищевых производств. Сборник задач: учебное пособ. / К.: Вища школа, 2003. 325 с
11. Попов Ю. Д., Тюття В. І., Шевченко В. І. Методи оптимізації. К.: КНУ, 2003. 215 с.
12. Степанюк В. В. Методи математичного програмування. К.: Вища школа, 1984. 272 с.
13. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: підручник. Вінниця: ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. 804 с.
14. Зубов Н. Н., Титов В. А. Моделирование и оптимизация технологических процессов: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2009. 183 с.

ЛІТЕРАТУРА, НАЯВНА В БІБЛІОТЕЦІ УМАНСЬКОГО НУС

- Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология: учеб. пособие для студ. вузов. – 2-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2001
- Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці. —Харків: Гриф, 2002
- Математичне програмування та елементи варіаційного числення: навч. посіб. / Ф.Г. Ващук, О.Г. Лавер, Н.Я. Шумило. — К.: Знання, 2008.
- Івченко І.Ю. Математичне програмування: навч. посіб. — К.: Центр учбової літератури, 2007
- Катренко А.В. Дослідження операцій: підручник; за ред.. В.В. Пасічника. 2-е вид., виправл., та доповн. — Львів:

Магнолія 2006, 2007

- Математичне програмування: навч. посіб. / О.В. Бех, Т.А. Городня, А.Ф. Щербак. — Львів: Магнолія 2006, 2007
- Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве; под ред. А.М. Гатаулина. — М.: АГРОПРОМИЗДАТ, 1990
- Математическое программирование / Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.Б. Математическое программирование.— М.: Высшая школа, 1980
- Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1978

Рекомендована література (додаткова)

15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Карамушка О. М. Економічний розвиток підприємств зернового комплексу в умовах ризиків та глобалізації. Молодий вчений. 2016. № 5(32). С. 61–64.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. Железна В.В., Слота Л. Я. Оптимізація водотеплового оброблення зерна тритикале для виробництва борошна. Збірник студентських наукових праць. Умань. 2020. С. 41–42.
24. Бочкарева И.А., Попов В.П., Зинюхина А.Г. Оптимизация процесса производства макаронных изделий специального назначения с использованием тыквенной мезги. Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 9 (170). С. 226 – 230.
25. Пищухин А.М., Попов В.П. Конструирование сложного технологического оборудования на основе метасистемного подхода. Сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета: Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. Оренбург. 2015. С. 34–40.
26. Коротков В.Г., Сагитов Р.Ф., Попов В.П. Моделирование технологических процессов пищевой промышленности. Современные проблемы машиностроения. 2017. С. 40–49.
27. 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.

28. 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.

29. Karamushka O., Moroz S., Vasyliieva N. Information component of innovative support for agricultural enterprises capital. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2018. Vol. 4. No 4. P. 145–151.

30. 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.

31. 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.

32. Launay B., Guveliver G. *Materiaux alimentaires et rheologie*// *Ind. Alim.et. agr*, 1999.116, №11 S. 37- 48.

33. Tscheuschner H. D., Doan Du. *Modellierung rheologischer Eigenschaften fester Lebensmittel, dargestellt am Beispiel Apfel*// *Lebensmittelindustrie*, 32 (1985), H.6. S. 251 – 255.

Погоджено методичною радою інженерно-технологічного факультету (протокол №1 від 31.08.2021 р.)

ЗАТВЕРДЖУЮ



Гарант ОП Харчові технології (Новіков В.В.)