ПРОЄКТ

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Кафедра технологій та безпечності харчових продуктів

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

ОК 13 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Спеціальність	G 13 «Харчові технології»
Освітня програма	Харчові технології
Рівень вищої освіти	Третій (Доктор філософії)

Суми – 2027

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ				
1.	Назва ОК	ОК 13 Моделювання та оптимізація виробничих процесів переробної галузі		
2.	Факультет/кафедра	Харчових технологій/ кафедра технологій та безпечності харчових продуктів		
3.	Статус ОК	Обов'язковий		
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для (*заповнюється для обов'язкових ОК)*	ОПП «Харчові технології», G13 Харчові технології		
5.	Рівень НРК	8-й доктор філософії		
6.	Семестр та тривалість вивчення	3-й семестр, 15 тижнів		
7.	Кількість кредитів ЄКТС	3		
8.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття)		Самостійна робота
		Лекційні 20	Практичні 20	50
9.	Мова навчання	українська		
10.	Викладач/Координатор освітнього компонента	к.т.н, доцент Геліх А.О.		
11	Контактна інформація	Геліх Анна Олександрівна, доцент кафедри технологій та безпечності, 317а, e-mail: anna.helikh@snau.edu.ua		
11.	Загальний опис освітнього компонента	дисципліна спрямована на формування компетенцій з використання сучасних інформаційних технологій для системного аналізу, моделювання та оптимізації техніко-технологічних об'єктів переробної галузі. Здобувачі навчаться обґрунтовано підбирати устаткування та оптимізувати режими його експлуатації, включаючи параметри часу, температури і тиску. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення дозволить виконувати точні розрахунки та приймати ефективні рішення. Програма передбачає освоєння методів моделювання рецептурного складу, розрахунку виробничих витрат. Набуття навичок наукового фандрайзингу та підготовки грантових заявок (НФДУ, Горизонт Європа).		
12.	Мета освітнього компонента	вивчення принципів побудови математичних моделей технології харчових продуктів як об'єктів проектування, керування та оптимізації. Перевірка достовірності та надійності комп'ютерних моделей перебігу технологічних процесів, серед яких можна виділити два типи: фізико-хімічні (детерміновані) моделі та емпіричні моделі, засновані на обробці експериментальних даних.		
13.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	1. Освітній компонент є основою для ОПП «Харчові технології»: ОК 7 Кваліфікаційна робота (виконання та захист).		
14.	Політика академічної доброчесності	не допускається копіювання висновків протоколів практичних робіт один у одного, у подібному випадку Практичні роботи будуть вважатися не захищеними та		

		потребують повторного доопрацювання. В разі повторного доопрацювання робота не буде оцінена на максимальний бал.
15.	Ключові слова	оптимізація, статистична обробка даних, планування експерименту, програмне забезпечення
16.	Посилання на курс	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=4755

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен…»	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК				Як оцінюється РНД
	ПРН 2	**ПРН 3**	**ПРН 11**	**ПРН 12**	
ДРН 1 Формулювати, аналізувати та декомпозувати задачі математичного моделювання технологічних процесів у переробній галузі, розробляючи алгоритмічні рішення для їх комп'ютерної реалізації.	**X**	**X**		**X**	Усний захист практичних робіт Підсумковий тест множинного вибору (модульне оцінювання) Публічна презентація результатів власних розрахунків Екзамен – тест множинного вибору
ДРН 2 Вміти здійснювати пошук джерел фінансування наукових досліджень (НФДУ, Горизонт Європа), розробляти структуру грантових заявок, обґрунтовувати актуальність та методологію проєкту, а також формувати наукові консорціуми для реалізації дослідницьких завдань у харчовій галузі.	**X**		**X**	**X**	Усний захист практичних робіт Підсумковий тест множинного вибору (модульне оцінювання) Публічна презентація результатів власних розрахунків Екзамен – тест множинного вибору
ДРН 3. Забезпечення повного циклу виробництва харчової продукції: від прогнозування до практичної реалізації, з дотриманням принципів планування та математичного моделювання	**X**	**X**	**X**		Усний захист практичних робіт Підсумковий тест множинного вибору (модульне оцінювання) Публічна презентація результатів власних розрахунків Екзамен – тест множинного вибору
ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЩО ВДОСКОНАЛЮВАТИМУТЬСЯ/ НАБУВАТИМУТЬСЯ В ПРОЦЕСІ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ					

Аналіз даних та статистичне виведення на мові R	
Загальні: Здатність розв'язувати комплексні проблеми у харчових технологіях на основі системного наукового та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійноїетики та академічної доброчесності. **Фахові:** Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень, цифрові технології, методи комп'ютерного моделювання, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності у сфері харчових технологій. Здатність оптимізувати процеси у технологіях харчових продуктів та конструювати рецептурний склад продуктів із застосуванням апарату математичного моделювання та сучасного програмного забезпечення.	**Форма підтвердження результатів навчання:** Сертифікат про успішне завершення навчання з вказання кількості годин. Автентичність сертифікату можна перевірити за посиланням на ньому.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМОПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу			Рекомендована література[1]
	Аудиторна робота		СРС	
	Лк	ПЗ		
Модуль 1				
Лекційне заняття 1. **Системний аналіз та моделювання технологічних потоків харчових виробництв.** **План** 1. Формулювання завдань, що підлягають моделюванню. 2. Суть та послідовні етапи математичного моделювання. 3. Об'єкти, які можна моделювати. Універсальний порядок створення математичних моделей для технологічних процесів. 4. Рівнева структура сучасних харчових підприємств. Загальне розуміння технологічної системи. 5. Фундаментальні концепції оптимізації технологічних процесів.	2			[1-3], [7], [8], [10], [14], [15], [16], [17], [23]

[1] Конкретне джерело із основної чи додатково рекомендованої літератури

***Практичне заняття 1.* (частина 1)** *Опис експериментальних даних у харчових процесах, їх функціональний зв'язок. рівняння регресії*		2		[9], [1-3], [4], [8], [10], [11], [12]
Питання самостійного вивчення: *Тема 1. Задачі лінійного програмування* 1.1. Приклади задач лінійного моделювання 1.2. Загальна і основна задачі лінійного програмування 1.3. Геометричний метод розв'язування задач лінійного програмування			6	[1-3], [7], [8], [11], [14], [15], [18], [17], [24]
Лекційне заняття 2. Основи наукового фандрайзингу та підготовка проєктних заявок. ***1. Огляд основних національних та міжнародних фондів (НФДУ, Горизонт Європа, Еразмус+ тощо), що фінансують дослідження у харчових технологіях.*** ***2. Структура типової грантової пропозиції: обґрунтування актуальності, мета, завдання, методологія, очікувані результати, бюджет.*** ***3.Критерії оцінки проєктних заявок.*** 1. ***4.Пошук партнерів та формування консорціуму для наукових проєктів.***	2	2		[1-3], [7], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [23]
Практичне заняття 2. Розробка ключових компонентів грантової заявки.		2		[1-3], [7], [8], [10], [14], [15], [16], [17], [24]
Самостійна робота 1. Детальний аналіз пріоритетних напрямків фінансування досліджень у галузі харчових технологій (на прикладі одного національного та одного міжнародного фонду, напр., НФДУ та Horizon Europe – Cluster 6). 2. Критичний аналіз структури та змісту 2-3 резюме (Project Summaries) успішно профінансованих проєктів за тематикою, дотичною до дисертаційного дослідження.			6	[9], [3], [4], [8], [10], [11], [12]
Лекція 3: Теоретичні основи прогнозування властивостей харчових продуктів в експериментальних дослідженнях ***План*** 1. Фактори, рівні варіювання та відгук системи.	2			[1-3], [7], [8], [10], [14], [15], [16], [17], [23]

2. Відтворюваність та точність експерименту. 3. Статистична оцінка похибок вимірювань.				
Практичне заняття 2 *Застосування методу найменших квадратів для апроксимації експериментальних технологічних даних*		2		[8], [3], [4], [8], [10], [16], [17]
Самостійна робота Тема 1. Задачі лінійного програмування 1.5. Симплекс-метод знаходження розв'язку задач лінійного програмування 1.6. Метод штучного базису			6	[1-3], [7], [8], [10], [14], [15], [16], [17], [20]
Лекційне заняття 4. **Нелінійне програмування в оптимізаційних задачах в харчовій галузі.** **План** 1. Постановка задач нелінійної оптимізації технологічних процесів. 2. Огляд та класифікація методів. 3. Градієнтні методи та метод найшвидшого спуску. 4. Умовна та безумовна оптимізація.	2			[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
Практичне заняття 3. Розв'язання технологічних задач нелінійної оптимізації з використанням пакетів MathCAD або Python (SciPy).		2		[1-3], [7], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [23]
Самостійна робота. Тема 2. Нелінійне програмування в харчових технологіях. 2.1. Огляд сучасних програмних засобів для розв'язання задач нелінійного програмування. 2.2. Аналітичний огляд застосувань нелінійного програмування в конкретних технологіях харчової промисловості.			6	[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
Лекційне заняття 5. **Data Mining та машинне навчання для аналізу технологічних даних.** **План** 1. Концепції інтелектуального аналізу даних. 2. Типові задачі: класифікація, кластеризація, регресія. 3. Огляд основних алгоритмів машинного навчання та їх застосування.	2			[1-3], [7], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [23]

Практичне заняття 4. Ознайомлення з інструментами Data Mining на прикладі STATISTICA або Weka/Orange. Побудова простої моделі класифікації або кластеризації технологічних даних.		2		[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
Самостійна робота. Тема 3. Data Mining та машинне навчання. 3.1. Приклади успішного застосування Data Mining та машинного навчання для оптимізації технологічних процесів, контролю якості, прогнозування попиту в харчовій промисловості.			6	[1-3], [7], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [23]
Лекційне заняття 6. **Системи підтримки прийняття рішень (СППР) для управління технологічними процесами.** 1. Структура та архітектура СППР. 2. Функціональні компоненти: бази даних, знань та технологічних моделей. 3. Роль експертних систем у складі СППР..	2			[8], [3], [4], [8], [10], [16], [17]
Практичне заняття 5. Аналіз кейсів застосування СППР. Проектування концептуальної моделі СППР для конкретної задачі оптимізації в харчовій технології.		2		[1-3], [7], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [23]
Самостійна робота. Тема 4. Системи підтримки прийняття рішень. 4.1. Дослідження ринку комерційних СППР та експертних систем для переробної галузі. 4.2. Розробка бази знань для простої експертної системи (правила if-then).			6	[9], [3], [4], [8], [10], [11], [12]
Разом за модуль 1	**12**	**12**	**36**	
Модуль 2				
***Лекційне заняття* 7. Математичне моделювання та планування екстремального експерименту в харчовій галузі.** **План** 1. Формалізація технологічних процесів. 2. Стратегії планування для пошуку оптимуму.	2			[1-3], [6], [7], [9], [11], [15], [16], [17], [23]

***Практичне заняття* 6** Метод планування багатофакторних експериментівусфері харчових технологій		2		[1-3], [6], [7], [9], [11], [15], [16], [17], [22]
Самостійна робота Тема 5. Задачі лінійного програмування 5.1 Поняття про вироджений розв'язок 5.2 Модифікований симплекс-метод			2	[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
***Лекційне заняття* 8. Оптимізація технологічних параметрів систем методом повного факторного експерименту (ПФЕ).** 1. Поняття та матриця повного факторного технологічного експерименту (ПФЕ). 2. Розрахунок коефіцієнтів регресії та статистичний аналіз моделі. 3. Інтерпретація результатів та рух до оптимуму (метод крутого сходження). 4. Плани другого порядку: композиційне та рототабельне планування. 5. Аналіз поверхні відгуку.	2			[3], [5], [8], [12], [14], [15], [16], [19], [23]
***Практичне заняття* 7** Аналіз рівняння регресії для технологічних систем		2		[1-3], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [24]
Самостійна робота Тема 6. Концептуальні засади до моделювання функціональних харчових композицій і кулінарної продукції 6.1 Теоретичне обгрунтування виробництва кулінарної продукції 6.2 Практичні засади створення кулінарної продукції функціонального призначення			4	[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [22]
***Лекційне заняття 9.* Оптимізація багатостадійних процесів та управління матеріальними потоками у харчових системах.** **План** 1. Динамічне програмування для послідовних операцій. 2. Моделювання систем управління запасами (EOQ, JIT, MRP). 3. Інтеграція виробничої логістики та планування.	2			[1-3], [6], [7], [9], [11], [15], [16], [17], [23]

***Практичне заняття* 8.** Розв'язання задачі оптимального планування виробництва харчової продукції (наприклад, асортименту) на багатостадійній лінії. Розрахунок оптимального розміру партії сировини з урахуванням термінів придатності.		2		[1-3], [6], [7], [9], [11], [15], [16], [17], [23]
Самостійна робота. Тема 3. Оптимізація логістики та виробничих циклів у харчовій промисловості. 3.1. Аналіз застосування методів динамічного програмування для оптимізації конкретних харчових технологій (наприклад, виробництво соків, консервів, молочних продуктів). 3.2. Сучасні IT-системи для управління ланцюгами поставок та виробничими запасами на харчових підприємствах (WMS, MES, ERP-модулі).			4	[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
***Лекційне заняття 10.* Імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації харчових систем.** **План** 1. Основи та принципи імітаційного моделювання. 2. Дискретно-подійний підхід до аналізу виробничих ліній. 3. Огляд сучасного програмного забезпечення (AnyLogic, FlexSim).	2			[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
Практичне заняття 9. Розробка простої імітаційної моделі дільниці харчового виробництва (наприклад, лінії фасування та пакування, процесу приймання сировини) з використанням спеціалізованого ПЗ. Аналіз сценаріїв «що-якщо».		2		[1-3], [6], [7], [9], [11], [15], [16], [17], [23]
Самостійна робота. Тема 4. Імітаційне моделювання для підвищення ефективності харчових виробництв. 4.1. Приклади використання імітаційного моделювання для оптимізації ліній виробництва конкретних харчових продуктів (хлібобулочних, м'ясних, кондитерських), логістичних потоків на складі, оцінки ризиків контамінації.			4	[6], [8], [9], [11], [15], [16], [17], [21]
Разом за 2 модуль	**8**	**8**	**14**	

Неформальна освіта (Prometheus)				
Аналіз даних та статистичне виведення на мові R **Програма курсу:** Аналіз даних, Статистика, Типи даних, Центральна тенденція, Візуальний аналіз даних	5			https://prometheus.org.ua/prometheus-free/data-analysis-statistics/
Всього	**20**	**20**	**50**	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	**Методи викладання** (робота, що буде проведена викладачем під час аудиторних занять, консультацій)	**Кількість годин**	**Методи навчання** (які види навчальної діяльності має виконати студент самостійно)	**Кількість годин**
ДРН 1 Формулювати, аналізувати та декомпозивати задачі математичного моделювання технологічних процесів у переробній галузі, розробляючи алгоритмічні рішення для їх комп'ютерної реалізації.	**Проблемні лекції** (піднімаються питання щодо матеріалу, який висвітлюється викладачем, проте лектор сам відповідає на них, для концентрування уваги студентів на головному) **Презентації** (демонстрація інформації щодо тематики лекцій)	10	**Практичні заняття** (виконання завдань відповідно до методичних вказівок) **Мозкові атаки** під час виконання практичних робіт **Індивідуальні завдання** (самостійне опрацювання запропонованої викладачем інформації)	12 24
ДРН 2 Вміти здійснювати пошук джерел фінансування наукових досліджень (НФДУ, Горизонт Європа), розробляти структуру грантових заявок, обґрунтовувати актуальність та методологію проєкту, а також формувати наукові консорціуми для реалізації дослідницьких завдань у харчовій галузі.	**Проблемні лекції** (піднімаються питання щодо матеріалу, який висвітлюється викладачем, проте лектор сам відповідає на них, для концентрування уваги студентів на головному) **Презентації** (демонстрація інформації щодо тематики лекцій)	10	**Практичні заняття** (виконання завдань відповідно до методичних вказівок) **Мозкові атаки** під час виконання практичних робіт **Індивідуальні завдання** (самостійне опрацювання запропонованої викладачем інформації)	18 28
ДРН 3. Забезпечення повного циклу виробництва харчової продукції: від прогнозування до практичної реалізації, з дотриманням принципів планування та математичного моделювання.	**Проблемні лекції** (піднімаються питання щодо матеріалу, який висвітлюється викладачем, проте лектор сам відповідає на них, для концентрування уваги студентів на головному) **Презентації** (демонстрація інформації щодо тематики лекцій)	10	**Практичні заняття** (виконання завдань відповідно до методичних вказівок) **Мозкові атаки** під час виконання практичних робіт **Індивідуальні завдання** (самостійне опрацювання запропонованої викладачем інформації)	14 24

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

5.2. Сумативне оцінювання

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
	Модуль 1 (35 балів):		
1	Захист практичних робіт	*12 балів / 12%*	протягом 5 днів після заняття
2	Проміжне тестування (тест множинного вибору)	*23 балів / 23%*	До 15 тижня
	Модуль 2 (35 балів):		
3	Захист практичних робіт	*8 балів / 8%*	протягом 5 днів після заняття
4	Проміжне тестування (тест множинного вибору)	*27 балів / 27%*	До 15 тижня
5	Екзамен (тест множинного вибору)	*30 балів / 30%*	До 15 тижня
Неформальна освіта			
6	Завершення навчання на Prometheus	*5 балів / 5%*	До 15 тижня

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент	***Незадовільно***	***Задовільно***	***Добре***	***Відмінно***
	<0 балів	*0,5 бала*	*1 бал*	*2 бали*
За 1-ну практичну роботу	*Вимоги щодо завдання не виконано*	*Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкрити, відсутній аналіз інших підходів до питання*	*Виконано усі вимоги завдання*	*Виконану усі вимоги завдання, продемонстровано, креативність, вдумливість, запропоновано власне вирішення проблеми*
Модуль 1				
1	Захист практичних робіт	*6 практичних робіт, кожна оцінюється максимально по 2 бали (всього за 6* практичних робіт *12 балів)*		протягом 5 днів після заняття
2	Проміжне тестування (тест множинного вибору) до Модуля 1	*23 тестових питання, кожне оцінюється у 1 бал*		До 7 тижня
Модуль 2				
3	Захист практичних робіт	*4 практичних роботи, кожна оцінюється максимально по 2 бали (всього за 4* практичних роботи *8 балів)*		протягом 5 днів після заняття
4	Проміжне тестування (тест множинного вибору) до Модуля 2	*27 тестових питань, кожне оцінюється у 1 бал*		До 15 тижня
5	Екзамен (тест множинного вибору)	*30 тестових питань, кожне оцінюється у 1 бал*		До 15 тижня
Неформальна освіта				
5	Завершення навчання на Prometheus	*Одержання сертифікату та його ідентифікація за достовірним посиланням (всього 5 балів)*		До 15 тижня

5.3. Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	Усне опитування після вивчення теми, під час практичних занять	протягом 5 днів після заняття
2	Зворотній зв'язок у вигляді обговорення підсумкового тестування	7, 15 тиждень
3	Зворотній зв'язок у вигляді обговорення курсу неформальної освіти	після прослуховування курсу до 15 тижня
4	Зворотній зв'язок у вигляді обговорення екзаменаційного тестування	До 15 тиждень

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

Методичне забезпечення

1. **Геліх А.О.** Інформаційні технології та оптимізація техніко-технологічних об'єктів переробної галузі. Навчальний посібник для студентів магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання // Суми : СНАУ, 2024 рік, 104 с.

2. **Геліх А.О.** Інформаційні технології та оптимізація техніко-технологічних об'єктів переробної галузі. Курс лекцій для студентів магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання // Суми : СНАУ, 2021 рік, 45 с

3. **Геліх А.О.** Інформаційні технології та оптимізація техніко-технологічних об'єктів переробної галузі Методичні рекомендації до практичних занять для студентів магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання // Суми : СНАУ, 2021 рік, 42 с

Рекомендована література

Базова

4. Helikh, A., & Filon, A. (2025). Study of the amino acid profile of alternative proteins (Helix pomatia, Lissachatina fulica, Helix aspersa) and their potential application in a healthy diet: optimization of a modern brandade recipe. Technology Audit and Production Reserves, 2(3(82), 71–79. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.326896 (Scopus)

5. Геліх А. (2025). Низькоалергенне пісочне печиво збагачене порошком маніока та альтернативним білком для харчування військових. Biota. Human. Technology. 2025. №1. С. 148-160. DOI:10.58407/bht.1.25.9

6. Геліх, А. О. (2025). Дослідження показників якості соусів з використанням альтернативних білків для військового харчування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (1), 294-303. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.29

7. Геліх, А., Юнфень, П. **(2025).** Моделювання технології м'ясних варених фаршевих виробів з використанням альтернативних білків. Інновації та технології в сфері послуг і харчування, (1 (15), 10-15. https://doi.org/10.32782/2708-4949.1(15).2025.2

8. Liu, Y., *Helikh, A.,* **Filon, A.,** & Duan, Z. (2023). Sausage technology for food sustainability: recipe, color, nutrition, structure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4*(11(124), 47-58. **(Scopus) Q3**

9. Liu, Y., *Helikh, A.O.,* **Filon, A.M.,** Tang, X.-X., Duan, Z.-H., Ren, A.-Q. (2024). Beetroot (Beta vulgaris L. var. conditiva Alef.) pretreated by freeze-thaw: influence of drying methods on the quality characteristics. *CYTA-Journal of Food, 22*(1), 1-12. **(Scopus) Q2**

10. Остапчук М.В., Станкевич Г.М. Математичне моделювання на ЕОМ: Підручник. — Одеса: Друк, 2022.-313 С.
11. Gao, D., **Helikh, A.,** Duan, Z., Shang, F., Liu, Y. (2022). Development of pumpkin seed meal biscuits. Eastern-European Journal of Enterprise Technologiesthis, 2 (11-116), 36–42. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254940
12. **Helikh, A.,** Gao D., Zhenhua D. (2022). Study on application of pumpkin seed protein isolate in sausage production process. Technology audit and production reserves — № 2/3(64). p. 19-23. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.255785
13. **Геліх А. О.,** Крижська Т. А., Даниленко С.Г., Семерня О.В. (2022). Оптимізація реологічних показників структури йогурта із додаванням ізоляту білка насіння коноплі. Продовольчі ресурси. Випуск №18. с. 51-60. https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-05
14. **Helikh A.,** Kryzhska T., Girichenko S. (2021). Оптимізація показників соусів емульсійного типу з додаванням білкових ізолятів рослинного походження**.** Продовольчі ресурси. Випуск №17. с. 54-64. https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-06
15. Бондарь, А.Г. Математичне моделювання у хімічній технології / А.Г. Бондарь- К.: Вища школа, 2021. – 289 с.
16. Ладієва, Л.Р. Оптимізація технологічних процесів./ Л.Р. Ладієва. - К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2023. - 192 с.
17. L. Sztangret, L. Rauch, J. Kusiak, P. Jarosz, and S. Małecki, “Modeling of the oxidizing roasting process of zinc sulphide concentrates using the artificial neural networks,” *Computer Methods in Materials Science*, vol. 11, no. 1, pp. 122–127, 2023.
18. A. Stanisławczyk, J. Gawad, and J. Kusiak, “Multi scale modelling and optimization of production chains based on metal forming,” in *Proceedings of the 8th Conference World Congress on Computational Mechanics (WCCM '08)*, Venice, Italy, 2023.
19. M. Pietrzyk, L. Madej, and R. Kuziak, “Optimal design of manufacturing chain based on forging for copper alloys, with product properties being the objective function,” *CIRP Annals—Manufacturing Technology*, vol. 59, no. 1, pp. 319–322, 2023.
20. J. Kusiak, A. Danielewska-Tu lecka, and P. Oprocha, *Optimization. Selected Methods with Examples of Applications*, Polish Scientific Publishers, Warszawa, Poland, 2023, (Polish).
21. K. Miettinen, *Nonlinear Multiobjective Optimization*, Springer, Berlin, Germany, 2023.

Допоміжна

22. Оптимізація технологічних процесів галузі: Метод, вказівки до вивчення дисципліни і виконання контрол. роботи для студ. спец. 7.091713 “Технологія цукристих речовин” заоч. форми навч. / Уклад.: В.О.Мірошник. - К.: УДУХТ, 2023. - 48 с.
23. A. E. Shiel, D. Weis, and K. J. Orians, “Evaluation of zinc, cadmium and lead isotope fractionation during smelting and refining,” *Science of the Total Environment*, vol. 408, no. 11, pp. 2357–2368, 2023.

Інформаційні ресурси

26. https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=4351