**Солоня О.В.**

к.т.н., доцент

Джеджула О.М.

д.пед.н., професор

**Вінницький національний
аграрний університет****Solona O.**

Ph.D., Associate Professor

Dzhedzhula O..Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor,**Vinnitsia National Agrarian
University****УДК 378.147:637.523:004.896****DOI: 10.37128/2306-8744-2025-2-17****МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕМИ
"СХЕМИ" НА ПРИКЛАДІ
РОБОТИЗОВАНОГО
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОВБАСНИХ
ВИРОБІВ**

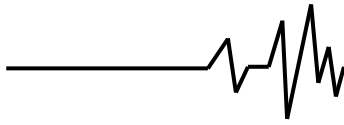
У статті обґрунтовано та розроблено авторську методiku вивчення теми «Схеми» на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів у рамках дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка». Актуальність теми дослідження обумовлена соціально-економічним значенням виробництва ковбасних виробів для населення та продовольчої безпеки України, зростанням рівня роботизації технологічних процесів у переробній галузі. Наведено приклади впровадження робототехнічних систем і MES-рішень на закордонних та українських підприємствах (Kaufland Fleischwaren, ТзОВ «Нововолинський м'ясокомбінат», ТОВ «УПГ-ІНВЕСТ») для підвищення ефективності, якості та безпеки виробництва. Висвітлено потребу розвитку професійної підготовки фахівців у галузі харчових технологій через інтеграцію знань про роботизацію технологічних процесів у навчальну дисципліну «Інженерна та комп'ютерна графіка».

Запропонована методика має багатокomпонентну структуру, яка включає теоретичну підготовку, вивчення технологічного процесу через графічне моделювання та проведення ділової гри для активізації командної та самостійної роботи студентів. Вивчення теми передбачає ознайомлення студентів із послідовністю операцій технологічного процесу, експлікацією обладнання та схемами виробництва ковбас, а також розвиток навичок відстеження та графічного відображення пропущених операцій. Значна увага приділяється аналізу та пропозиціям щодо роботизації окремих етапів виробництва (приймання сировини, подрібнення, шприцювання, пакування) із використанням сучасних моделей промислових роботів. Методика спрямована формуванню творчих, аналітичних та інженерних компетенцій студентів, розвитку навичок проектування та критичного мислення, а також підготовці фахівців до роботи у сфері харчових технологій з елементами цифровізації та автоматизації виробничих процесів.

Ключові слова: харчова промисловість, роботизація, графічна підготовка студентів, методика навчання, схеми.

Вступ. Сучасна харчова промисловість перебуває на етапі глибокої трансформації, що зумовлена впровадженням цифрових технологій та інноваційних систем керування. Одним із ключових напрямів модернізації є роботизація технологічних процесів, яка дозволяє значно підвищити ефективність виробництва, стабільність якості

продукції та рівень гігієни. У контексті концепції Індустрія 4.0 саме роботизація стає базовим інструментом переходу до «розумних фабрик» майбутнього. Тому графічна підготовка студентів за спеціальністю G13 Харчові технології повинна враховувати запити харчової галузі до рівня професійної компетентності майбутнього фахівця.



Одною з найважливіших тем інженерної та комп'ютерної графіки при підготовці інженерів та технологів вважається тема «Схеми». Схематичні зображення можна вважати самим поширеним видом зображень, адже у харчовій промисловості всі процеси, апарати, потоки сировини та енергії зображуються у вигляді технологічних схем. Це своєрідна «мова» інженерів та технологів, за допомогою якої можна швидко зрозуміти послідовність виробничих операцій, побачити взаємозв'язки між апаратами, лініями та допоміжними системами. виявити «вузькі місця» у процесі чи можливості для його автоматизації. Без умінь читати й створювати схеми інженери та технологи не можуть повноцінно обслуговувати технічні об'єкти та технологічні процеси, аналізувати або вдосконалювати виробництво. Схеми — основа проектування технологічних ліній. Під час розробки чи модернізації виробництва технолог повинен складати принципів та структурні схеми: технологічні схеми (послідовність операцій і обладнання); кінематичні схеми (рух механізмів і приводів); електричні, гідравлічні, пневматичні схеми (для автоматизованих систем); схеми контролю та регулювання параметрів. Без знання принципів побудови таких схем неможливо правильно розробити або експлуатувати виробничу лінію. Завдяки схемам технолог бачить повну картину процесу, тобто може аналізувати і контролювати технологічний процес. Саме технологічна схема відображає, які потоки матеріалів ідуть на кожен етап, де відбувається зміна температури, тиску, вологості, де потрібно контролювати якість або параметри середовища тощо. Це допомагає запобігати помилкам, економити ресурси і підтримувати стабільність виробництва.

Роботизація виробничих процесів у харчовому виробництві змінює зміст конструкторської документації, до якої належать схеми. Будь-який робот чи автомат працює за певною схемою керування — алгоритмом дій, який відображає технологічну логіку процесу. Майбутній фахівець харчової промисловості повинен уміти читати технологічні схеми, розуміти блок-схеми програмних процесів, взаємодіяти з інженерами-автоматниками для оптимізації систем. Отже, знання теми «Схеми» є основою для впровадження роботизованих технологій у цифровому суспільстві.

Під час роботи зі схемами, які характеризуються високим ступенем абстрактності та знаково-символічності, відбувається активне формування інженерного мислення. Робота зі схемами формує у майбутнього технолога системне бачення виробництва. Він вчиться мислити не лише окремими операціями, а цілісною технологічною системою, де кожен елемент впливає на кінцевий результат. Це критично важливо для керівних посад — майстра, начальника цеху, головного технолога.

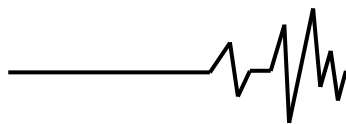
Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми підготовки майбутніх фахівців в університетах в контексті професійної орієнтації дисциплін та інтеграції фахових дисциплін та загальнотехнічних дисциплін широко висвітлюються у працях Колосова О., Баскова Г., Міхлевської Н. [5].

Немченко Ю., Шевченко В., Кучменко О. [8] та інші науковці досліджують шляхи впровадження інформаційних технологій у графічну підготовку студентів-першокурсників. Махінко В., Шаран А., Беспалий В. пропонують графічні системи проектування та критерії вибору графічних систем проектування для інженерної освіти [7]. Методику використання комп'ютерних програм при вивченні нарисної геометрії та інженерної графіки пропонує Козяр М. [4]. Дидактичні умови реалізації інформаційних технологій в графічній діяльності обґрунтовує Павленко Н. [2].

Окремі наукові дослідження присвячені підготовці кадрів для харчової промисловості. Так, Сембай Н. виокремлює пріоритети покращення якості підготовки висококваліфікованих (управлінських, наукових) кадрів для харчової промисловості України, які розглядає в контексті імперативів відновлення, інноваційної сталості й економічної євроінтеграції харчової промисловості України. науковець наголошує, що харчова промисловість здатна «...бути лідером відновлення переробної промисловості та рушієм розвитку інноваційно-сталого повоєнного економіки» [9].

Наукові пошуки з проблем підготовки технологів харчової промисловості вказують на відсутність досліджень щодо підготовки фахівців на основі інтеграції загальнотехнічних та фахових дисциплін, які б враховували інноваційні зміни на виробництві.

Аналіз стану графічної підготовки технологів за спеціальністю G 13 Харчові технології доводить, що більшість наукових праць має узагальнений характер і спрямовується на створення методології та теоретико-методичних основ формування графічної компетентності фахівця без врахування специфіки спеціальностей та концепції «Індустрії 4.0». Проте саме концепція "Індустрії 4.0" докорінно змінює технологічні процеси, адже спрямована на створення розумного виробництва, де кіберфізичні системи, Інтернет речей та інші технології об'єднуються в єдину мережу для автоматизованого виробництва з мінімальним втручанням людини. Це передбачає інтелектуальний збір та аналіз даних у реальному часі для оптимізації процесів, підвищення гнучкості та зниження витрат, що призводить до створення більш ефективної та пов'язаної екосистеми виробництва.



Слід зазначити, що на сьогодні не розглядається формування графічної компетентності фахівця з харчових технологій з урахуванням роботизації виробничих процесів. Актуальність дослідження обумовлена є протиріччям між потребою фахівців технологічних спеціальностей щодо роботи з технічною документацією, насиченою структурно-логічною абстрагованою інформацією роботизованих процесів переробної харчової галузі, та недостатньою професійною орієнтованістю графічних дисциплін в університетах на сучасні технологічні процеси. Спостереження за навчальним процесом у Вінницькому національному аграрному університеті, проведене у 2024-2025 н.р., показує, що зацікавленість при вивченні конструкторської документації у студентів зростає на 37%, якщо для вивчення пропонуються не адаптовані до навчального процесу абстраговані від конкретних технологічних процесів кресленики, а реальні документи, що відповідають майбутній професійній діяльності фахівців.

Мета та завдання дослідження.

Дослідити стан впровадження роботизації технологічних процесів при виготовленні ковбасних виробів. Спроекувати методику вивчення теми "Схеми" на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів.

Викладення основного матеріалу.

Виробництво ковбасних виробів має важливе соціально-економічне значення для населення, оскільки поєднує продовольчу, економічну й соціальну функції. Ковбасні вироби є джерелом білків, жирів, мінералів і вітамінів, важливих для раціонального харчування людини. Ковбаси мають тривалий термін зберігання, що дає змогу стабільно забезпечувати населення м'ясною продукцією навіть за обмежених постачань свіжого м'яса. Крім забезпечення продовольчої безпеки України галузь формує значну частку переробної промисловості, створює додану вартість із сировини (м'яса). Виробництво ковбас підтримує суміжні галузі — тваринництво, транспорт, пакування, торгівлю. Виготовлення ковбасних виробів вносить вагомий внесок у місцеві бюджети через податки та підтримує розвиток малого й середнього бізнесу. Це сприяє продовольчій незалежності регіонів і країни загалом. Технологічні процеси виготовлення ковбасних виробів сьогодні ґрунтуються на роботизації технологічних процесів у харчовому виробництві, яка спрямована на впровадження робототехнічних систем і автоматизованих комплексів для виконання операцій, що раніше здійснювалися людьми, з метою підвищення ефективності, якості та безпеки виробництва харчових продуктів. Так, компанія Kaufland Fleischwaren (Німеччина) впровадила рішення з роботом Stäubli TX200 HE — шестикоординатний робот, який виконує завдання: бере ковбаси

довжиною ~1,5 м та вагою ~12 кг і завантажує їх у машину для нарізки. Завдяки цьому рішення компанія досягла продуктивності ~12 000 кг нарізаної ковбаси на день при двозмінному режимі. Робот витіснив досить монотонну і фізично важку задачу (завантаження великої ковбаси) — за рахунок цього підвищено безпеку, зменшено навантаження на людей, покращена стабільність процесу (рис.1) [13].

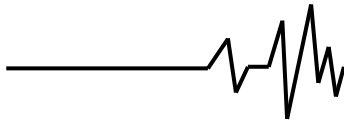
Серед українських виробників варто назвати ТзОВ «Нововолинський м'ясокомбінат» (частина агропромгрупи «Пан Курчак»). Підприємство оснащено автоматизованими м'ясопереробними лініями європейського зразка. Кожен етап — від обвалювання яловичини до пакування готових ковбас — контролюється в режимі реального часу.



Рис.1 Робот Stäubli TX200 HE компанії Kaufland Fleischwaren

Ще одним прикладом можна вважати діяльність компанії Business Evolution, яка пропонує рішення MES_Meat для м'ясопереробних підприємств. За допомогою цієї системи автоматизуються процеси: від приймання сировини, через технологічні цикли, до пакування і відвантаження. Компанія Business Evolution тісно співпрацює з українським виробником ТОВ "УПГ-ІНВЕСТ". ТМ "СЯЙВІР". Використання MES_Meat дало можливість ефективніше контролювати виробництво ковбасного цеху (потужністю, за даними компанії, ~5000 тонн/рік). Завдяки MES-системі підвищується прозорість процесів, простежуваність сировини та готової продукції — це важлива частина цифрової трансформації виробництва [1].

Проте аналіз роботи українських виробників дає підстави стверджувати, що конкретних великих «робот-маніпуляторів» для ковбасної лінії сьогодні використовується недостатньо, більше використовується автоматизація лінії та контроль у реальному часі, що свідчить про рух переробної харчової галузі у напрямку індустрії 4.0 та необхідністю введення у навчальні програми та дисципліни відповідних інформаційних блоків. Важливим вважаємо забезпечення професійної спрямованості



дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для підготовки фахівців за спеціальністю G13 Харчові технології шляхом доповнення теми «Схеми» інформацією про роботизацію технологічних процесів.

Методика вивчення теми «Схеми» на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів являє собою багатокомпонентну структуру, яка містить три основних блоки (рис. 2).

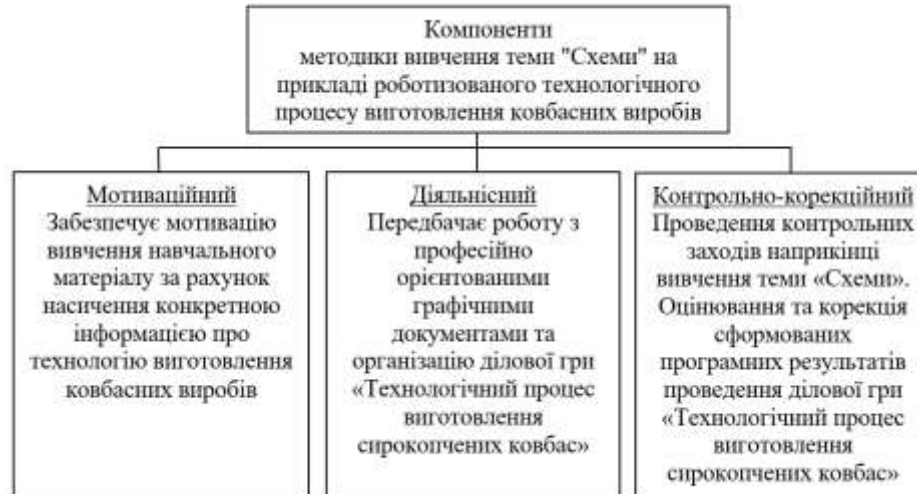


Рис.2. Компоненти методики вивчення теми «Схеми» на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів

При вивченні теми «Схеми» в інженерній графіці ми розглядаємо не лише правила оформлення схем як конструкторського документа, а й пропонуємо студентам відстежити технологічний процес виготовлення ковбасних виробів як послідовність операцій, спрямованих на переробку м'яса та інших інгредієнтів у готову ковбасну продукцію з

певними органолептичними, харчовими та санітарно-гігієнічними властивостями. Нижче наведено загальну схему технологічного процесу виготовлення ковбас на прикладі сирокоччених ковбас (рис. 3), яка пропонується як основа для проведення ділової гри «Технологічний процес виготовлення сирокоччених ковбас».

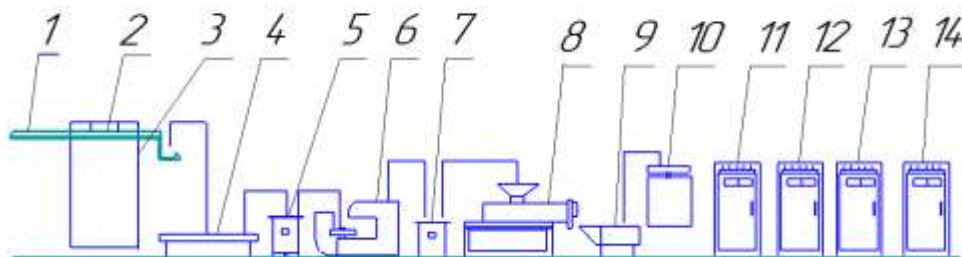
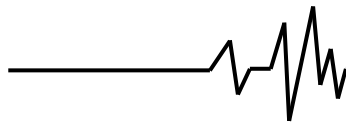


Рис. 3. Зразок схеми технологічного процесу виготовлення сирокоччених ковбас

Одночасно зі схемою студентам надається експлікація обладнання, трубопроводів та короткий опис етапів технологічного процесу, який наведено у таблиці 1.

При підготовці ділової гри ми орієнтувались на такі традиційні етапи, які забезпечують її ефективність і навчальну цінність: підготовчий етап (визначення мети та завдань гри; розроблення сценарію, правил і умов гри; розподіл ролей між учасниками; ознайомлення з матеріалами, інструкціями, інформаційним забезпеченням); вступний (орієнтаційний) етап (пояснення правил і процедури проведення, ознайомлення з вихідною ситуацією – опис

проблеми, обставин, ролей), формування груп (команд); основний (ігровий) етап (безпосереднє виконання ролей, прийняття рішень, обговорення ситуацій, імітація реальних процесів, виробничих дій, взаємодія між учасниками, реагування на зміну умов чи нові завдання); підсумковий (аналітичний, рефлексивний) етап (аналіз результатів гри та прийнятих рішень, обговорення правильних і помилкових дій, формулювання висновків і рекомендацій, оцінювання діяльності учасників і досягнення мети гри); заключний етап (підбиття підсумків викладачем або модератором, оформлення звітів або презентацій результатів, узагальнення навчального досвіду).

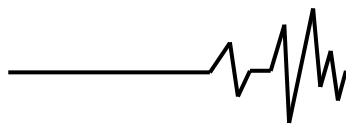


Таблиця 1 - Зміст етапів технологічного процесу виготовлення сиркопчених ковбас

1. Приймання та підготовка сировини	
Мета: забезпечити якісну і безпечну сировину для виробництва	Операції: • Приймання м'яса (яловичина, свинина, птиця) за якістю, температурою, свіжістю. • Перевірка документів (ветеринарне свідоцтво, сертифікати). • Охолодження або розморожування (при потребі). • Обвалювання — відділення м'яса від кісток. • Жилування — видалення сухожилля, жиру, плівок. • Сорткування м'яса за видами та сортами.
2. Подрібнення м'яса	
Мета: отримання частинок певного розміру для однорідності фаршу.	Операції: • Подрібнення на вовчках (м'ясорубках) або куттерах. • Залежно від виду ковбаси — різна ступінь подрібнення: ○ для варених ковбас — дрібне куттерування; ○ для напівкопчених — середнє; ○ для сиров'ялених — крупне.
3. Приготування фаршу	
Мета: утворити пластичну масу з м'яса, жиру, солі та спецій.	Операції: • Змішування подрібненого м'яса, жиру, льоду (або води), солі, нітриту натрію, спецій, цукру, крохмалю тощо. • Емульгування (для варених ковбас) у куттері або фаршемішалці. • Температура фаршу підтримується в межах 0–12 °С.
4. Наповнення оболонок	
Мета: надати ковбасам певної форми	Операції: • Наповнення натуральних або штучних оболонок фаршем за допомогою шприців. • Формування батонів, перев'язування шпагатом або кліпсування
5. Осадження	
Мета: ущільнення фаршу, стабілізація структури.	Умови: температура 2–8 °С, тривалість 2–6 годин (для варених ковбас).
6. Термічна обробка	
Включає:	1. Обсушування — при 40–50 °С до утворення сухої поверхні оболонки. 2. Обжарювання (підкопчування) — при 60–90 °С для покращення смаку й кольору. 3. Варіння (запікання) — при 72–80 °С до досягнення всередині батона температури 68–72 °С.
7. Охолодження	
Мета: зупинити процес термообробки і запобігти бактеріальному росту.	Операції: • Охолодження у воді або повітряному середовищі до 8–12 °С.
8. Пакування та зберігання	
	Операції: • Упаковування у вакуум або модифіковане газове середовище (МГС). • Маркування продукції. • Зберігання при температурі 0–6 °С, відносній вологості 75–80%.
9. Контроль якості	
	• Органолептичний (зовнішній вигляд, смак, запах, колір). • Фізико-хімічний (вологість, вміст солі, білка, нітритів). • Мікробіологічний контроль.

Значна увага при цьому приділяється організації самостійної роботи студентів, адже на першому курсі для студентів не викладаються фахові дисципліни, а робота зі схемами потребує знання перебігу технологічного процесу. Тому на

підготовчому етапі студентам видається блок питань для самостійного опрацювання, пов'язаних з етапами виготовлення сиркопчених ковбас, а також алгоритми етапів технологічного процесу, які



служать орієнтирами у самостійному пошуку інформації (табл.1).

Для активізації пошукової роботи, концентрації уваги студентів, розвитку навичок командної роботи на схемі технологічного процесу може бути пропущена одна з операцій (наприклад, позиція 11- камера осаджування). Одним із завдань є пошук пропущеної операції, обґрунтування її необхідності для технологічного процесу, виконання на схемі її графічного зображення.

Одною з метою ділової гри є розвиток навичок творчої діяльності студентів. Тому обов'язковим елементом є дослідження студентами можливості впровадження роботизації певних етапів процесу виготовлення сирокочених ковбас та підбір конкретних моделей роботів. При проведенні ділової гри студенти групуються у команди 4-6 чоловік. Тому кожній з команд можливо пропонувати певні етапи технологічного процесу для пропозицій щодо роботизації. Так, студенти

дізнаються, що приймання та первинна підготовка сировини сьогодні роботизуються за допомогою автоматичних розвантажувачів ящиків/євроконтейнерів, роботів-маніпуляторів для подачі сировини на лінію, систем ідентифікації (сканери, RFID). На етапі дозування, обробка та подрібнення сировини використовуються автоматичні вовчки (м'ясорубки) з подачею за допомогою роботизованих завантажувачів, автоматичні куттери/емульсатори з програмованими режимами, дозатори прянощів та солі з сервоприводами тощо.

Важливо провести обговорення рівня роботизації різних етапів технологічного процесу і порівняти висловлені думки з науково обґрунтованими твердженнями про стан роботизації технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів, які узагальнюються у вигляді таблиці. Приклад наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 - Рівень роботизації технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів

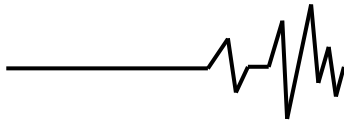
Високий (повністю роботизовані етапи)	Низький (автоматизовані (не роботизовані) етапи)
- подача та дозування сировини; - подрібнення та змішування (з роботизованою подачею); - шприцювання і кліпсування; - навішення батонів на рами; - пакування, укладання, маркування	- ферментація; - сушіння; - копчення

Для обґрунтованого вибору роботизації певного етапу технологічного процесу студентам необхідно дати відповіді на такі запитання: яка модель робота пропонується,

вказати її тип або конфігурацію, чим підходить дана модель для ковбасного виробництва. Приклад представлено у таблиці 3.

Таблиця 3 - Обґрунтування вибору моделі робота для технологічного процесу виготовлення сирокочених ковбас

Модель	Тип / конфігурація	Чим підходить для м'ясопереробки / ковбасного виробництва
ABB IRB 1200 Hygienic	6-осьовий маніпулятор	Спеціальний «hygienic» дизайн: NSF H1 food-grade мастило, IP67 / IP69K, нержавіючий фланець. Підійде для шприцювання, навішування батонів, пакування. ABB Group+2ABB Group+2
FANUC LR Mate/10-11A Food/Clean	6-осьовий компактний робот	Невелика вага, компактний розмір, NSF-H1 мастило, IP67 захист — добре підходить для делікатних задач, наприклад, для pick-and-place м'ясних батонів. fanuc.co.jp+2fanuc.eu+2
FANUC SR-12iA/C Food/Clean	SCARA (4 осі)	Складання, сортування, пакування ковбас: 12 кг вантажопідйомності, антиіржаве покриття, легко мити, NSF H1 мастило. fanucamerica+1
FANUC M-10iD/12 (Food Grade)	6-осьовий робот	Велика вантажопідйомність (12 кг) + великий радіус дії (~1,44 м), NSF-H1 мастило, IP-65 захист, підходить для більших переміщень або важкого м'яса



Слід зазначити, що завдання не обмежувались певним етапом технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів, а тому пропозиції від студентів щодо роботизації характеризувались різноманітними варіантами, які підлягали обговоренню. Так, на етапі приймання сировини студентами пропонувались автоматичні системи зважування — конвеєри з інтегрованими вагами, які фіксують масу кожної партії м'яса; для ідентифікації партій сировини та відстеження її походження розглядалась можливість використання сканерів штрих-кодів або RFID-міток; для розвантаження м'яса з контейнерів чи палет, переміщення його до зони зберігання або первинної обробки. — для ідентифікації партій сировини та відстеження її походження пропонувались роботизовані маніпулятори. Одночасно студенти висували власні ідеї

умовних графічних позначень на схемах таких елементів, якщо пошук не давав результатів щодо їх схематичної інтерпретації.

Тема «Схеми» вивчається студентами наприкінці освітньої компоненти «Інженерна та комп'ютерна графіка», тому доцільно актуалізувати знання всього пройденого матеріалу навчальної дисципліни. Це можливо шляхом деталізації конкретного етапу технологічного процесу. Наприклад, розглянути обладнання на прикладі апаратів для подрібнення сировини. Так для подрібнення сировини використовують вовчки, які мають принципово однакову будову робочого механізму і принцип роботи: у корпусі вовчка розміщена робоча камера для обробки продукту у вигляді нерухомого пустотілого циліндру, у середині якого є ребра, що перешкоджають повертання продукту відносно шнека (рис. 4).

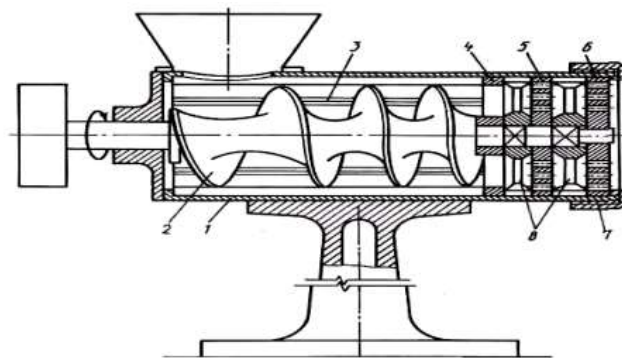


Рис. 4. Кресленик загального вигляду вовчка для актуалізації знань студентів

За креслеником загального вигляду вовчка студенти описують його принцип роботи, повторюють умовності та спрощення на креслениках загального вигляду, визначають види з'єднань деталей тощо. Важливим фрагментом командної роботи є виконання деталювання за креслеником загального виду. З використанням специфікації студенти вивчають форму робочої камери, робочого шнека, підрізних та ножових решіток. Під час виконання деталювання обговорюється призначення ребер на корпусі, форма хрестоподібних ножів та інших деталей, що допомагає зрозуміти принцип роботи вовчка.

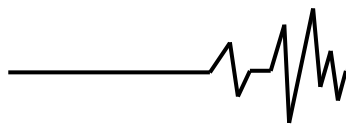
Заключний етап проведення ділової гри обов'язково передбачає обговорення висунутих студентами пропозицій щодо удосконалення технологічного процесу, допущених помилок та неточностей.

Для оцінювання ефективності запровадженої методики вивчення теми "Схеми" на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів було проведено експериментальну перевірку рівня графічної підготовки студентів за спеціальністю G13 Харчові технології Вінницького національного аграрного університету. Експериментальна робота

проводилась протягом 2023-2024 н.р. та 2024-2025 н.р. В експерименті прийняло участь загальною кількістю 64 студенти. Студенти були розподілені на контрольну і експериментальну групу. Зіставлення студентів за рівнем графічної підготовки на початку і наприкінці експерименту проводилось за критерієм χ^2 з використанням комп'ютерної програми «Педагогічна статистика».

Ступінь сформованості графічної компетентності студентів за темою «Схеми»: визначався за 3 рівнями: репродуктивний, перехідний, творчий. Критерії оцінювання кожного рівня ми оцінювали за наступними характеристиками: знання, уміння, дії та поведінкові прояви, результат графічної діяльності, типовість графічних завдань.

Репродуктивний рівень сформованості графічної компетентності характеризується здатністю студентів відтворювати засвоєні знання, уміння та способи дій без самостійного пошуку або творчої модифікації. На цьому рівні провідною є **операційна діяльність за зразком**, що передбачає використання готових алгоритмів. До основних характеристик цього рівня віднесено: володіння базовою термінологією з інженерної та комп'ютерної графіки; знання правил виконання



креслеників; відтворення теоретичних положень за підручником чи конспектом; виконання графічних завдань за готовими інструкціями або зразками; потреба чітких вказівок і покрокових рекомендацій; недостатня гнучкість при зміні умов або параметрів завдання; відсутні самостійні елементи творчості чи оптимізації; відповідність загального рівня робіт мінімальним вимогам стандартів.

Перехідний рівень сформованості графічної компетентності студентів характеризується частковою самостійністю та фрагментарним засвоєнням графічних знань і умінь. На цьому рівні студенти володіють основними положеннями інженерної та комп'ютерної графіки, здатні виконувати стандартні графічні завдання на основі зразка, алгоритму або детальної інструкції. Їхня діяльність здебільшого має репродуктивний характер, проте в окремих випадках спостерігаються елементи продуктивного застосування знань. Студенти перехідного рівня можуть виконувати геометричні побудови, будувати прості проекції, наносити розміри відповідно до нормативних вимог, однак проявляють труднощі у розв'язанні нестандартних графічних ситуацій. Помилки зазвичай пов'язані з недостатнім розвитком просторового мислення, невмінням самостійно обирати оптимальний спосіб побудови та слабкою орієнтацією в умовах творчого завдання. Використання комп'ютерних графічних програм здійснюється на базовому рівні та обмежується виконанням типових операцій без глибокого опанування функціоналу. Перехідний рівень є проміжним етапом між репродуктивним і продуктивним, коли здобувач освіти намагається перейти від відтворення готових зразків до більш усвідомленого й частково самостійного графічного мислення. Його досягнення свідчить про сформованість основи для подальшого розвитку конструктивних, технологічних і творчих складових графічної компетентності.

Творчий рівень сформованості графічної компетентності студента характеризується високим ступенем самостійності, усвідомленістю та креативністю у виконанні графічної діяльності. На цьому рівні здобувач освіти вільно володіє системою графічних знань, умінь і способів дій, здатен не лише відтворювати, а й самостійно генерувати нові графічні рішення, адаптувати їх до поставлених професійних завдань та умов. Студент творчого рівня здійснює складні геометричні та інженерно-графічні побудови без алгоритмів і зразків, обираючи оптимальні способи виконання залежно від ситуації. Він уміє читати, аналізувати та конструювати креслення будь-якої складності, здійснює просторове моделювання об'єктів, самостійно визначає раціональну послідовність графічних операцій, поєднує традиційні та цифрові засоби графічної діяльності. Творчий рівень передбачає здатність до критичного опрацювання графічної інформації, застосування знань у нових, нестандартних умовах, створення оригінальних графічних продуктів – креслень, моделей, проектних рішень. Студент не лише володіє професійними програмними комплексами (CAD, CAE, CAM), а й використовує їх для генерування авторських конструктивних або дизайнерських рішень. До ознак творчого рівня належать: стійка мотивація до графічної діяльності, здатність до самооцінки та самокорекції результатів роботи, інноваційний підхід до вирішення графічних задач, а також інтеграція графічної компетентності із суміжними професійними компетентностями (конструкторською, технологічною, дизайнерською).

Результати порівняльного аналізу педагогічного експерименту дали змогу зробити висновок щодо істотних переваг показників студентів експериментальних груп порівняно з контрольними (рис. 5).

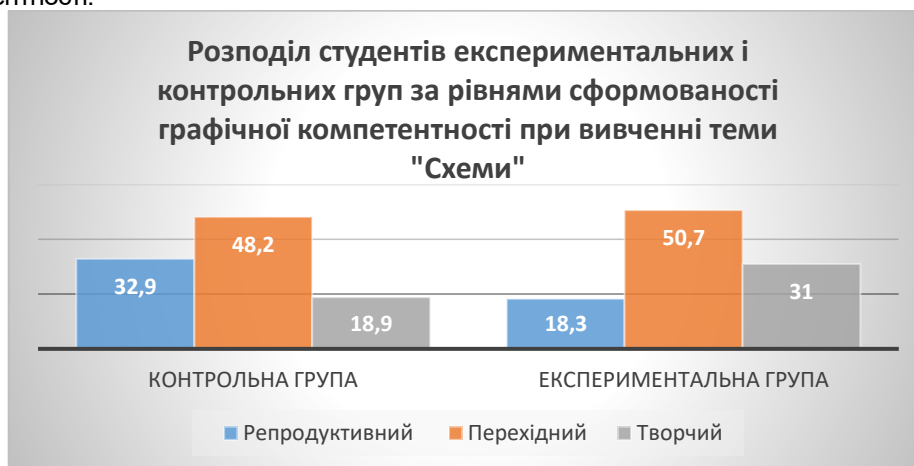
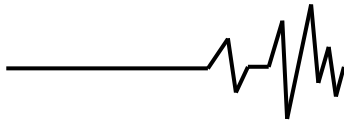


Рис.5. Результати порівняльного аналізу рівнів сформованості графічної компетентності при вивченні теми «Схеми»

Так, відсоток студентів, що мають сформованість графічної компетентності на

творчому рівні в експериментальній групі на 12,1% вищий порівняно з контрольною групою.



Одночасно кількість студентів з репродуктивним рівнем сформованості графічної компетентності в експериментальній групі суттєво нижче ніж в контрольній групі – на 14,6%.

Проведений якісний аналіз сформованості графічної компетентності при вивченні теми «Схеми» засвідчує, що студенти експериментальної групи проявили уміння використовувати різні графічні умовні позначення та нестандартні способи зображення зв'язків між елементами та адаптувати графічні методи до особливостей завдання, зокрема відображення елементів роботизації технологічного процесу. На високому рівні у студентів експериментальної групи проявилось критичне мислення щодо власних схем, внесення поліпшень та оптимізацій для підвищення наочності й ефективності передачі інформації. Загалом, студенти експериментальної групи виявили більшу активність у пошуку нових підходів до побудови схем, пропозицій альтернативних варіантів організації елементів, продемонстрували високий рівень графічної творчості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Роботизація приймання та підготовки сировини у виробництві ковбас є одним із ключових напрямів автоматизації м'ясопереробної промисловості, що дозволяє підвищити гігієнічність, точність дозування, продуктивність і знизити трудомісткість процесів. Проведений аналіз засвідчує невисокий рівень роботизації технологічних процесів виготовлення ковбасних виробів на вітчизняних підприємствах, що потребує внесення змін до змісту та методик викладання у підготовці фахівців за спеціальністю G13 Харчові технології.

Запропонована методика вивчення теми "Схеми" (навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка») на прикладі роботизованого технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів розроблена на основі інтегративного підходу та має багатокомпонентну структуру, що забезпечує формування мотивації студентів, роботу з професійно орієнтованими графічними документами, проведення контрольно-корекційних заходів. Одним з головних елементів авторської методики є ділова гра «технологічний процес виготовлення сирокочених ковбас», яка передбачає самостійне дослідження студентами роботизації технологічних процесів.

Список використаних джерел

1. Афанасьєва О. П., Абраамян А., Корсун С. Поведінка споживачів як основа формування попиту на інноваційні продукти харчування. Маркетинг очима молоді : збірник

статей. Третя всеукраїнська студентська науково-практична конференція 04 червня 2020 року. Хмельницький : ХНУ, 2020. С. 108–113.

2. Джеджула О.М., Павленко Н.А. Дидактичні умови реалізації інформаційних технологій у графічну діяльність майбутніх фахівців інженерних спеціальностей. *Академічні візії*. 2025. Вип. 41. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1834/1710>

3. Інформаційні технології в освіті. URL: https://allreferat.com.ua/uk/pedagogika_metoduka_vukladanny/kontrolnaya/5888 (дата звернення 24.01.24)

4. Козяр М. Графічна підготовка майбутнього фахівця засобами САПР. *Нова педагогічна думка*. 2018. № 2. - С. 122-126

5. Колосова, О., Баскова, Г., & Міхлевська, Н. До питання підвищення ефективності методики графічної підготовки студентів. *Сучасні проблеми моделювання*. 2024 Вип. 26. С. 149-159.

6. Косяк В. Графічна культура як необхідна умова професійної діяльності майбутніх інженерів. *Молодий вчений*. 2022. № 5 (105). С. 28-34.

7. Махинько В., Шаран А., Беспалий В. Графічні системи проєктування: критерії вибору для інженерної освіти. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. 2024. Вип. 1(31-01). С. 92–99. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-31-00-0682>.

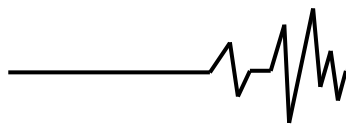
8. Немченко Ю., Шевченко В., Кучменко О. Вибір графічних програмних систем для навчання студентів за програмою інженерної та комп'ютерної графіки. *Педагогічні науки*. 2025. Вип.162. С. 14-20.

9. Сембай Н. Напрями покращення якості підготовки кадрів харчової промисловості України в сучасних умовах. *Регіональна економіка*. 2023. №1(107). С. 63-75.

10.Сергієнко Т.І. Вплив сучасної освіти на сталий розвиток суспільства. Освіта як чинник формування креативних компетентностей в умовах цифрового суспільства. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (27-28 листопада 2019 року, м. Запоріжжя)*. Запоріжжя: ЗНУ, 2019. С. 150–152.

11. Хорольський В.П., Коренець Ю.М., Копайгора О.К., Заїкіна Д.П., Кузьменко А.О., Невідін В.І. Інформаційна система керування виробництвом харчових смарт-продуктів з технологіями заморожування. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. № 2 (41). С. 79–82.

12. Хорольський В.П., Коренець Ю.М., Копайгора О.К., Заїкіна Д.П., Невідін В. І.



Автоматизовані системи керування виробництвом заморожуваних продуктів харчування. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. Хмельницький, 2020. № 6 (291), С. 199–206.

13. Agile, Standards-Based, Data-Driven: A Vision for the Future of Process Automation Systems <https://www.automation.com/article/standards-based-data-driven-process-automation-systems> (дата звернення 18. 09. 2025).

References

1. Afanasieva, O. P., Abraamian, A., & Korsun, S. (2020). *Povedinka spozhyvachiv yak osnova formuvannia popytu na innovatsiini produkty kharchuvannia* [Consumer behavior as the basis for forming demand for innovative food products]. In *Marketynh ochyma molodi: Proceedings of the 3rd All-Ukrainian Student Scientific and Practical Conference* (pp. 108–113). Khmelnytskyi: KhNU [in Ukraine].

2. Dzhedzhula, O. M., & Pavlenko, N. A. (2025). *Dydaktychni umovy realizatsii informatsiynykh tekhnolohii u hrafichnu diialnist maibutnikh fakhivtsiv inzhenernykh spetsialnostei* [Didactic conditions for implementing information technologies in graphic activity of future engineering specialists]. *Akademichni vizii*, (41). <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1834/1710> [in Ukraine].

3. *Informatsiini tekhnolohii v osviti* [Information technologies in education]. (n.d.). Retrieved January 24, 2024, from https://allreferat.com.ua/uk/pedagogika/metoduka_vukladanny/kontrolnaya/5888 [in Ukraine].

4. Koziar, M. (2018). *Hrafichna pidhotovka maibutnoho fakhivtsia zasobamy SAPR* [Graphic training of future specialists by means of CAD]. *Nova pedahohichna dumka*, (2), 122–126. [in Ukraine].

5. Kolosova, O., Baskova, H., & Mikhlevska, N. (2024). *Do pytannia pidvyshchennia efektyvnosti metodyky hrafichnoi pidhotovky studentiv* [On improving the effectiveness of the methodology of students' graphic training]. *Suchasni problemy modeliuvannia*, (26), 149–159. [in Ukraine].

6. Kosiak, V. (2022). *Hrafichna kultura yak neobkhidna umova profesiinoi diialnosti maibutnikh inzheneriv* [Graphic culture as a necessary condition for future engineers' professional activity]. *Molodyi vchenyi*, 5(105), 28–34. [in Ukraine].

7. Makhynko, V., Sharan, A., & Bepalyi, V. (2024). *Hrafichni systemy proiektuvannia: kryterii vyboru dlia inzhenernoi osvity* [Graphic design

systems: Criteria for selection in engineering education]. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 1(31-01), 92–99. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-31-00-0682> [in Ukraine].

8. Nemchenko, Yu., Shevchenko, V., & Kuchmenko, O. (2025). *Vybir hrafichnykh prohramnykh system dlia navchannia studentiv za prohramoiu inzhenernoi ta kompiuternoi hrafiky* [Selection of graphic software systems for teaching engineering and computer graphics]. *Pedahohichnyi nauky*, (162), 14–20. [in Ukraine].

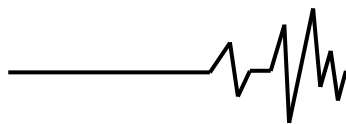
9. Sembai, N. (2023). *Napriamy pokrashchennia yakosti pidhotovky kadriv kharchovoi promyslovosti Ukrainy v suchasnykh umovakh* [Directions for improving the quality of training personnel for the food industry of Ukraine in modern conditions]. *Rehionalna ekonomika*, 1(107), 63–75. [in Ukraine].

10. Serhienko, T. I. (2019). *Vplyv suchasnoi osvity na stalnyi rozvytok suspilstva* [Impact of modern education on sustainable societal development]. In *Osvita yak chynnyk formuvannia kreatyvnykh kompetentnostei v umovakh tsyfrovoho suspilstva: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 150–152). Zaporizhzhia: ZNU. [in Ukraine].

11. Khorolskyi, V. P., Korenets, Yu. M., Kopaigora, O. K., Zaikina, D. P., Kuzmenko, A. O., & Nevidin, V. I. (2020). *Informatsiina systema keruvannia vyrobnytstvom kharchovykh smart-produktiv z tekhnolohiamy zamorozhuvannia* [Information system for managing the production of smart food products with freezing technologies]. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv*, 2(41), 79–82. [in Ukraine].

12. Khorolskyi, V. P., Korenets, Yu. M., Kopaigora, O. K., Zaikina, D. P., & Nevidin, V. I. (2020). *Avtomatyzovani systemy keruvannia vyrobnytstvom zamorozhuvanykh produktiv kharchuvannia* [Automated control systems for the production of frozen food products]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky*, 6(291), 199–206. [in Ukraine].

13. *Agile, standards-based, data-driven: A vision for the future of process automation systems*. (n.d.). <https://www.automation.com/article/standards-based-data-driven-process-automation-systems> [in Ukraine].



THE METHODOLOGY FOR STUDYING THE TOPIC “SCHEMES” USING THE EXAMPLE OF A ROBOTIZED TECHNOLOGICAL PROCESS OF SAUSAGE PRODUCTION

The article substantiates and develops an original methodology for studying the topic “Schemes” using the example of a robotized technological process of sausage production within the discipline “Engineering and Computer Graphics.” The relevance of the study is conditioned by the socio-economic importance of sausage production for the population and food security of Ukraine, as well as by the increasing level of robotization of technological processes in the processing industry. Examples of implementing robotic systems and MES solutions at foreign and Ukrainian enterprises (Kaufland Fleischwaren, Novovolynsk Meat Processing Plant LLC, UPG-INVEST LLC) are provided to demonstrate improvements in efficiency, quality, and production safety. The need to enhance professional training of specialists in food technology through integrating knowledge of technological process robotization into the course “Engineering and Computer Graphics” is highlighted.

The proposed methodology has a multicomponent structure that includes theoretical preparation, studying the technological process through graphic modeling, and conducting a business game to promote teamwork and independent student work. The study of the topic involves familiarizing students with the sequence of technological operations, equipment explication, production schemes for sausages, and the development of skills in identifying and graphically representing missing operations. Considerable attention is paid to analyzing and proposing robotization solutions for individual production stages (raw material reception, grinding, stuffing, packaging) using modern models of industrial robots. The methodology aims to develop students’ creative, analytical, and engineering competencies, enhance design and critical thinking skills, and prepare future specialists to work in the field of food technology under conditions of digitalization and automation of production processes.

Keywords: food industry, robotization, students’ graphic training, teaching methodology, schemes.

Відомості про авторів

Солона Олена Василівна – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у тваринництві Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: solona_o_v@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4596-0449>).

Джеджула Олена Михайлівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри математики, фізики та комп’ютерних технологій Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна).

Solona Olena – Ph.D., Associate Professor, Dean of the Faculty of Production Technology, Processing and Robotics in Livestock Breeding of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Sonyachna St., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: solona_o_v@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4596-0449>).

Dzhedzhula Olena – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematics, Physics and Computer Technologies of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna St., Vinnytsia, 21008, Ukraine).