

УДК 37.091.33 : 669.134

**ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ СУЧАСНИХ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ ЗА
СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ "МЕТАЛООБРОБКА"**

Романенко Ілля, Ткачук Андрій

Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент Ткачук А.І.

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна*

***Анотація.** В статті розглянуто нові підходи до формування в старшокласників уявлень з розділу "Науково-технічний прогрес і розвиток металообробки" при профільному вивченні "Технологій" за спеціалізацією "Металообробка". Визначено теоретичні та практичні основи подачі навчального матеріалу з питань про сучасні автоматизовані системи в металообробній галузі. Показано необхідність вивчення питань про верстати-автомати і напіваавтомати та верстати з ЧПК, їх класифікації та сфери застосування. Розглянуто особливості висвітлення навчального матеріалу про системи автоматичного керування верстатами.*

Ключові слова: технологічна освіта, методика профільного навчання, металообробка, сучасні автоматизовані системи.

**ELEMENTS OF THE STUDY METHODOLOGY OF MODERN
AUTOMATED SYSTEMS IN PROFESSIONAL EDUCATION IN THE
SPECIALIZATION OF "METALWORKING"**

Romanenko Ilyya, Tkachuk Andriy

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Tkachuk A.I.

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytsky, Ukraine

***Abstract.** The article discusses new approaches to the formation of high school students' ideas from the section "Scientific and technical progress and development of metalworking" during the profile study of "Technologies" with the specialization "Metalworking". The theoretical and practical foundations of the presentation of educational material on questions about modern automated systems in the metalworking industry have been determined. The necessity of studying the issues of automatic and semi-automatic machines and machines with CNC, their classification*

and scope of application is shown. The peculiarities of the coverage of educational material about systems of automatic control of machine tools are considered.

***Key words:** technological education, method of profile training, metalworking; modern automated systems.*

Постановка проблеми. Необхідність профільного вивчення старшокласниками сучасних автоматизованих систем, при опрацюванні тем дев'ятого розділу за спеціалізацією "Металообробка" обумовлена важливістю формування у старшокласників ключових і предметної компетентностей з проектно-технологічної діяльності, загальнотрудових і спеціальних знань та умінь з металообробки, розвитку інтересів і нахилів до необхідних на ринку праці професій металообробного виробництва [9].

Власне, металообробка є однією з найважливіших галузей промисловості, яка забезпечує виробництво широкого спектру виробів, що використовуються в різних сферах народного господарства. Вона характеризується високою трудомісткістю і складністю технологічних процесів, що потребує застосування сучасних засобів автоматизації та управління. Автоматизовані системи управління (АСУ) в металообробці призначені для підвищення ефективності технологічних процесів, зниження трудомісткості і витрат, підвищення якості продукції та безпеки праці. Вони забезпечують автоматичний контроль і регулювання технологічних параметрів, а також управління роботами обладнання та інструментів [3-7].

Актуальність вивчення систем автоматизованого управління в металообробці обумовлена такими факторами, як:

1. Зростання вимог до якості продукції. Сучасні вироби повинні відповідати високим вимогам щодо точності, чистоти обробки, експлуатаційних характеристик тощо. АСУ дозволяють забезпечити високу якість продукції шляхом точного контролю та регулювання технологічних параметрів.
2. Зниження собівартості продукції. АСУ дозволяють підвищити продуктивність праці, знизити витрати на енергію, матеріали та ремонти. Це сприяє зниженню собівартості продукції.

3. Підвищення безпеки праці. АСУ дозволяють автоматизувати виконання небезпечних і важких робіт, що сприяє підвищенню безпеки праці.

Старшокласники, як майбутні кваліфіковані робітники машинобудівної галузі, повинні знати про сучасні напрямки застосування АСУ в металообробці на різних видах обладнання, у тому числі на токарних, фрезерних, шліфувальних верстатах, а також на лініях і комплексах металообробки [9]. Проте, вивченню останніх приділено не достатньо уваги.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз науково-педагогічної літератури показав, що проблемами вивчення автоматизованих систем управління займалися багато науковців: Базь О.С., Захаренко Г.С. [1]; Барандич К.С., Подолян О.О., Гладський М.М. [2]; Ващенко В.П. [3]; Гуральник В.М., Кісь В.П. [4]; Іскович-Лотоцький Р.Д., Манжілевський О.Д. [5]; Клименко В.М., Ткачук В.В. [6]; Кузнецов Ю.М., Придальний Б.І. [7]; Муляр Ю.І., Репінський С.В. [8]; Шевченко В.В., Тимчик Г.С. [10]. Проте, проблема удосконалення методичного забезпечення засвоєння матеріалу з основ сучасної автоматизованої металообробки старшокласниками при профільному вивченні "Технологій" розроблена не достатньо.

Метою статті є висвітлення нових компонентів навчально-методичного забезпечення засвоєння матеріалу про сучасні автоматизовані системи старшокласниками при профільному вивченні "Технологій" за спеціалізацією "Металообробка".

Методи дослідження: вивчення, порівняльний аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичної та науково-практичної літератури з теми дослідження; системний і проблемно-пошуковий методи для обґрунтування шляхів удосконалення процесу вивчення металообробки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення старшокласниками сучасних автоматизованих систем під час профільного навчання за спеціалізацією "Металообробка" має на меті формування в учнів знань, умінь та навичок, необхідних для проектування, впровадження та обслуговування автоматизованих систем управління в металообробці [9].

У процесі профільного вивчення сучасних автоматизованих систем за спеціалізацією "Металообробка" застосовуються такі методи навчання:

1. Лекційні: лекції з загальних питань автоматизованих систем управління, а також лекції з конкретних систем управління, що застосовуються в металообробці (автоматизація виробництва на основі промислових роботів, автоматизація на основі роторних ліній).
2. Практичні: практичні заняття, на яких студенти ознайомлюються з роботою сучасних автоматизованих систем управління в металообробці, а також виконують лабораторні роботи.
3. Індивідуальні: індивідуальні консультації з викладачами, на яких студенти можуть отримати додаткову допомогу з вивчення матеріалу.

Зміст профільного навчання з вивчення сучасних автоматизованих систем за спеціалізацією "Металообробка" включає такі питання:

- 1) основні поняття і визначення в галузі автоматизованих систем управління;
- 2) типи і класифікації автоматизованих систем управління;
- 3) структура і принципи роботи автоматизованих систем управління;
- 4) методи і алгоритми управління технологічними процесами;
- 5) застосування сучасних інформаційних технологій в автоматизованих системах управління;
- 6) технічна реалізація автоматизованих систем управління.

У процесі профільного вивчення сучасних автоматизованих систем за спеціалізацією "Металообробка" учні можуть виконувати такі лабораторні роботи:

- 1) ознайомлення з роботою сучасних автоматизованих систем управління в металообробці;
- 2) розробка алгоритмів управління технологічними процесами;
- 3) інтеграція автоматизованих систем управління.

Формування і розвиток в учнів старшої школи уявлень про сучасні АСУ в металообробній галузі при профільному вивченні "Технологій" в умовах дистанційного навчання може реалізовуватись під час лекційного уроку на тему

"Автоматизація виробництва на основі промислових роботів". Під час дистанційного профільного навчання при висвітленні питань про сучасне машинобудівництво, коли освітній процес реалізується не тільки за рахунок проведення уроків в форматі он-лайн відео-конференцій доступних Інтернет ресурсів (Zoom, Google Meet, Skype) а й з використанням освітніх платформ і онлайн-порталів (MOODLE, WIKI, "На Урок"), для підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу повинні широко застосовуватись мультимедійні технології, в першу чергу мультимедійні доповіді-презентації, які є потужним інструментом, що допомагає вчителю доносити інформацію найбільш наочними та ефективними способами. Використання мультимедійних засобів, з правильно підбраною інформацією з основ автоматизованого металообробного виробництва, правильно підібраний джерельний матеріал повноцінно дозволяє вчителю сформулювати відповідні компоненти (діяльнісний, знаннявий та ціннісний) предметної компетентності по даній темі.

Для викладу навчального матеріалу по Розділу 9 "Науково-технічний прогрес і розвиток металообробки", нами розроблено систему навчально-методичних засобів, однією з основних складових якої є ряд мультимедійних доповідей-презентацій ("Машинобудівна промисловість і науково-технічний прогрес", "Автоматизовані системи управління виробництвом", "Автоматизація виробництва на основі промислових роботів", "Автоматизація на основі роторних ліній") для більш наглядного та повноцінного опрацювання старшокласниками питань про різні види АСУ, що використовуються у металообробного виробництва. Так, в доповіді-презентації "Автоматизовані системи управління виробництвом" говориться про те, що масове виробництво, яке передбачає випуск великих обсягів однорідної продукції протягом тривалого періоду часу, вимагає використання автоматизованих машин, які мають високу продуктивність і тривалу експлуатацію. Такими машинами є верстати-автомати і напівавтомати, а в умовах серійного виробництва – верстати з ЧПК (рис. 1). З таких верстатів формуються гнучкі виробничі модулі та системи, автоматичні лінії [3-7].

Обробка деталей на металорізальних верстатах являє собою сукупність робочих і допоміжних операцій. Робочі операції спрямовані на формування необхідної форми і розмірів поверхні деталі шляхом різання. Допоміжні операції забезпечують підготовку і завершення робочих операцій, а також контроль якості обробки [3-7].



Рис 1. Приклади верстатів-автоматів, напівавтоматів та з ЧПК [5]

Автоматичні верстати – це машини, в яких цілий цикл обробки деталі, від завантаження заготовок до вивантаження готових виробів, проходить без участі людини. Оператор лише завантажує партію деталей та запускає верстат. Напівавтоматичні верстати – це машини, в яких цілий цикл обробки деталей автоматизований, за винятком операцій завантаження і вивантаження заготовок та керування верстатом. Ці операції виконуються оператором вручну при кожному циклі. Верстати з ЧПК – це універсальні машини, в яких рух інструмента і деталі щодо один одного визначається програмою. Ця програма вводиться в систему автоматичного керування у вигляді чисел або символів. Верстати з ЧПК характеризуються великою гнучкістю, маневреністю і універсальністю в умовах динамічного виробництва [3-7].

Автоматизовані верстати в основному поділяють за розмірами, типу оброблювальної заготовки, технологічними можливостями (виконувальними операціями), за точністю обробки, принципом дії, по конструкції, числу різних органів (шпинделів) і за типами (рис. 2). Автоматизовані верстати класифікуються за горизонтальністю або вертикальністю розташування

головного інструментального вузла. У свою чергу, вертикальні верстати поділяються на автоматичні та напівавтоматичні, а горизонтальні верстати – на одношпindelні та багатошпindelні. Вертикальні верстати характеризуються великою вагою та потужністю, що дозволяє використовувати їх для обробки деталей великого діаметра та відносно невеликої довжини [3-7].

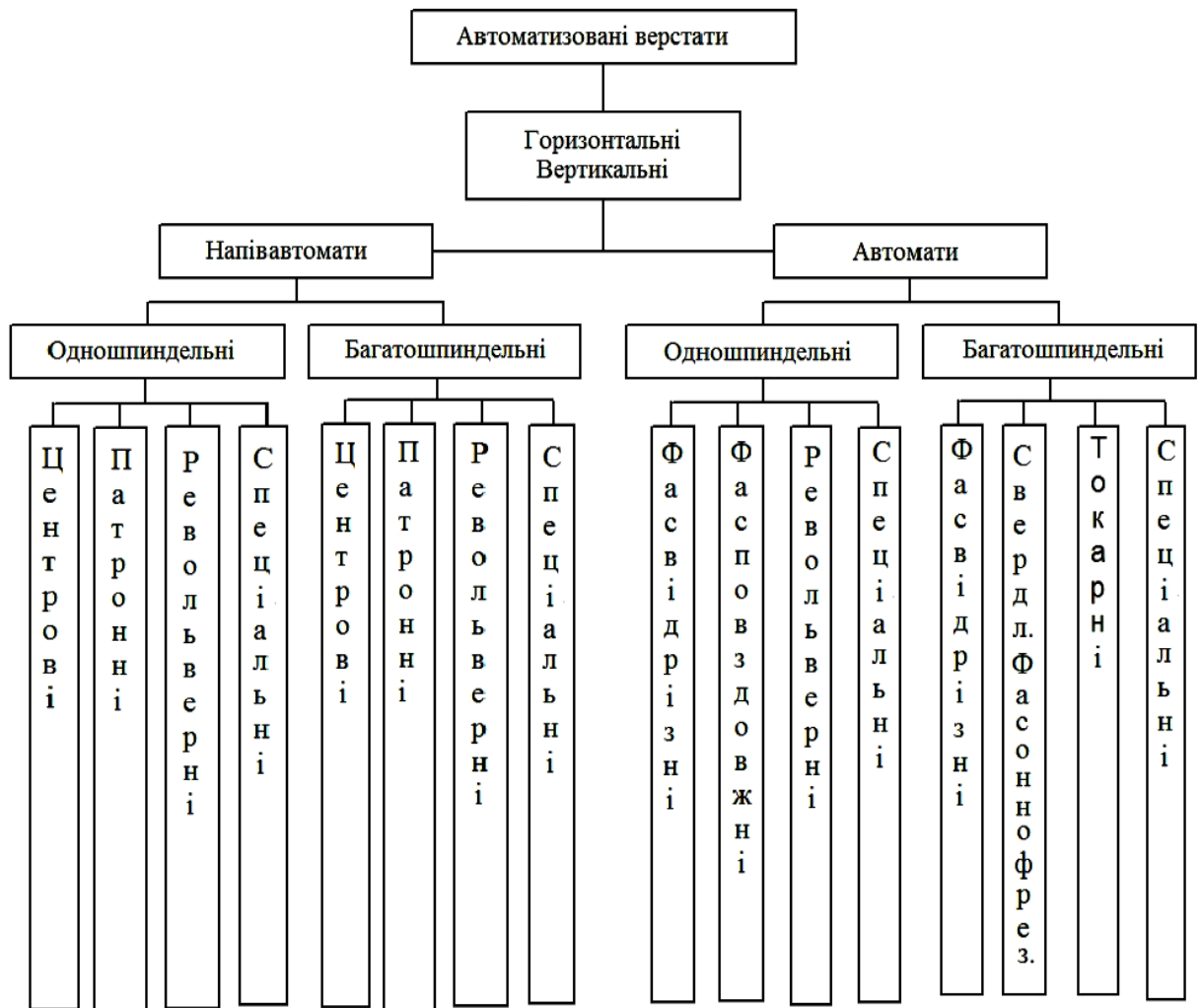


Рис. 2. Класифікації верстатів-автоматів і напівавтоматів [5]

Токарні автомати та напівавтомати застосовуються для обробки деталей з прутка або штучних заготовок, а також для виконання різноманітних технологічних операцій, зокрема: 1) точіння поздовжнє та поперечне – це основний вид обробки, який дозволяє отримати зовнішню циліндричну поверхню деталі; 2) підрізання торців – це операція, яка дозволяє обробити торці деталі, зробивши їх рівними та перпендикулярними до осі обертання; 3) центрування отворів – це операція, яка дозволяє отримати центровий отвір,

необхідний для подальшого свердління або розточування; 4) свердління – це операція, яка дозволяє отримати круглий отвір у деталі; 5) розточування – це операція, яка дозволяє збільшити діаметр наявного отвору; 6) зенкування – це операція, яка дозволяє отримати зенкування в отворі, тобто заглиблення під головку болта або гвинта; 7) нарізання зовнішніх та внутрішніх різьб – це операція, яка дозволяє отримати різьбу на зовнішній або внутрішній поверхні деталі; 8) наочування рифлень – це операція, яка дозволяє отримати рифлені поверхні на деталі; 9) фасонна обробка – це операція, яка дозволяє отримати складну форму поверхні деталі; 10) відрізання деталей – це операція, яка дозволяє відрізати деталь від заготовки [3-7].

Системи автоматичного керування дозволяють верстатам працювати за попередньо заданою програмою. Головна відмінність автомата від універсального верстата полягає в тому, що автомат виконує певний повторюваний цикл роботи за точною, заздалегідь складеною програмою. Система керування верстата підбирається з урахуванням специфіки технологічного процесу, виробничих умов та економічних вимог. Крім того, система керування впливає на кінематику, конструкцію верстатів та систему транспортних і допоміжних пристроїв. Це пов'язано з тим, що система керування є невід'ємною частиною верстата [3-7].

Будь-яка система керування верстатом (рис. 3) повинна відповідати наступним основним вимогам: 1) висока точність виконання команд на переміщення – це дозволяє отримувати деталі з заданими розмірами і формою; 2) синхронізація переміщень у різних циклах – це забезпечує плавність і безперервність робочого процесу; 3) висока надійність роботи – це дозволяє уникати простоїв верстатів і забезпечувати їх безперебійну роботу; 4) мобільність при зміні об'єкта виробництва – це дозволяє використовувати верстати в різних виробничих умовах; 5) простота конструкції і низька вартість – це дозволяє зробити верстати доступними для широкого кола споживачів; 6) оптимальне регулювання процесу обробки – це дозволяє забезпечити високу продуктивність і якість обробки деталей; 7) короткий цикл підготовки

програми роботи – це дозволяє швидко і легко програмувати верстати для виконання різних операцій; 8) виконання великої кількості команд – це дозволяє виконувати складні операції обробки деталей; 9) керування тривалими циклами обробки без зміни програмного носія – це дозволяє виконувати обробку деталей без необхідності перезавантаження програми в процесі роботи.

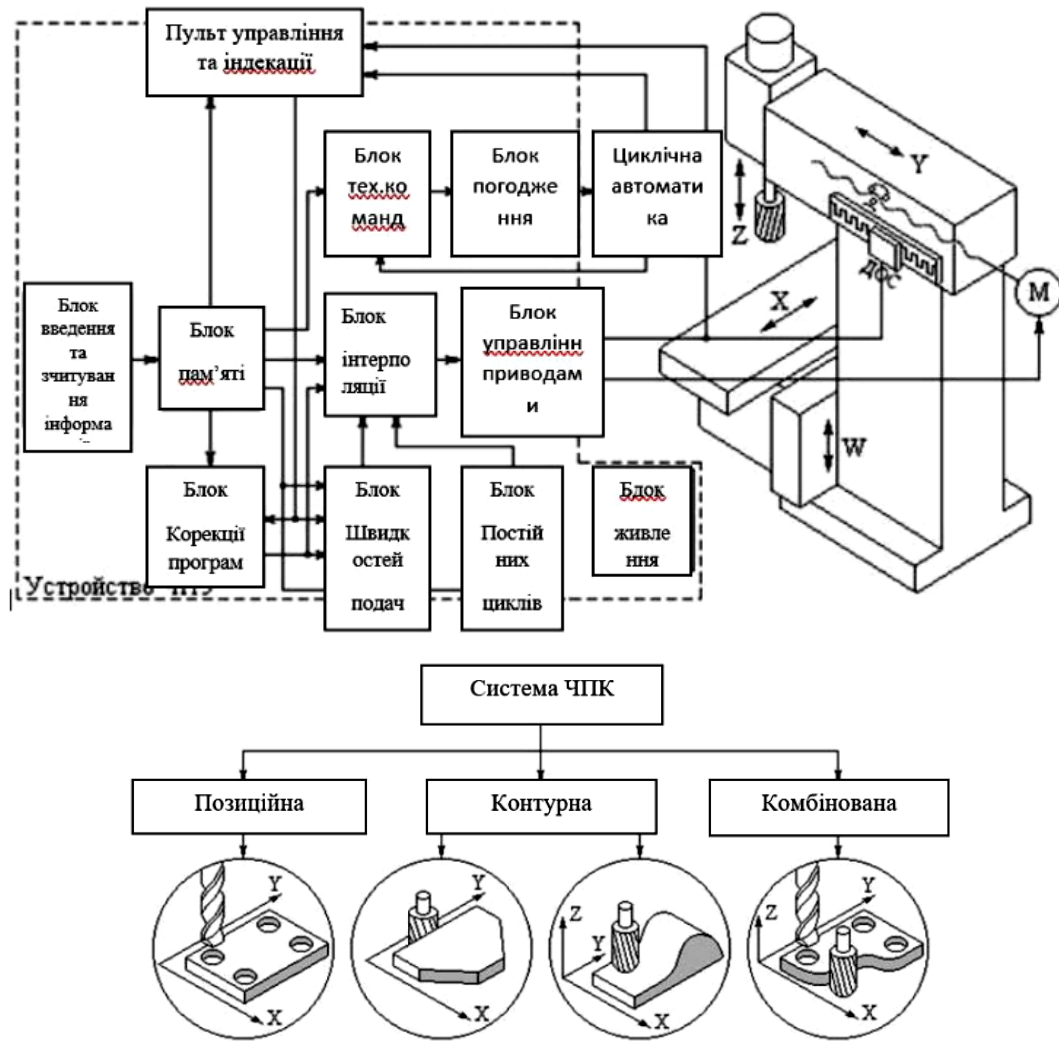


Рис. 3. Структурна схема і класифікація системи ЧПК [6]

Основними напрямками розвитку систем автоматизованого управління в металообробці є: 1) розробка нових методів і алгоритмів управління технологічними процесами – сучасні методи і алгоритми управління дозволяють забезпечити високу точність і стабільність технологічних процесів, а також підвищити їх адаптивність до змінних умов; 2) використання нових інформаційних технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та візуалізація, що дозволяють поліпшити ефективність управління

технологічними процесами; 3) інтеграція систем автоматизованого управління, яка дозволяє забезпечити єдиний підхід до управління всіма технологічними процесами в металообробці [7].

Висновки. Вивчення старшокласниками сучасних автоматизованих систем у профільному навчанні за спеціалізацією "Металообробка" є важливим завданням, яке дозволяє забезпечити допрофесійну підготовку майбутніх висококваліфікованих фахівців, здатних проєктувати, впроваджувати та обслуговувати автоматизовані системи управління в металообробній галузі.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження пов'язані з розробкою та удосконаленням методичного забезпечення засвоєння матеріалу з питань адитивних і гібридних технологій в металообробці.

Список літератури

1. Базь О.С., Захаренко Г.С. Токарна справа. Частина 1: навчальний посібник. Чернівці: Букрек, 2020. 232 с.
2. Барандич К.С., Подолян О.О., Гладський М.М. Системи автоматизованого проєктування: конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", спеціалізації "Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні". Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 97 с.
3. Ващенко В.П. Системи автоматизованого управління в металообробці. Навчальний посібник. К.: НУ "Львівська політехніка", 2017. 300 с.
4. Гуральник В.М., Кісь В.П. Системи автоматизованого управління в металообробці. К.: Вища школа, 2006. 320 с.
5. Іскович-Лотоцький Р.Д., Манжілевський О.Д. Обладнання автоматизованих виробництв. Частина 1. Верстати-автомати : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 91 с.
6. Клименко В.М., Ткачук В.В. Системи автоматизованого управління в металообробці. К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. 300 с.
7. Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І. Теорія технічних систем в аспектах досліджень та технічної творчості: підручник для здобувачів освітніх рівнів бакалавра, магістра та доктора філософії за спеціальністю 131 "Прикладна механіка". Луцьк : Вежа-Друк, 2023. 284 с.
8. Муляр Ю.І., Репінський С.В. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 123 с.

9. Навчальна програма закладів загальної середньої освіти "Технології 10-11 класи. Профільний рівень. Спец. "Металообробка". МОНУ, 2017. 26 с.

10. Шевченко В.В., Тимчик Г.С. Основи автоматизації технологічних процесів. Конспект лекцій : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою "Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні" за спеціальностями 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 111 с.