

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

Віталій ЧУХЛІБ
(підпис)

«20» червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Автоматизовані комплекси в обробці тиском
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни профільна підготовка; вибіркова
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2023 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Автоматизовані комплекси в обробці тиском

Розробники:

Доцент кафедри

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Сергій ГУБСЬКИЙ

(ініціали та прізвище)

_____ (посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

(назва кафедри)

Протокол від «20» червня 2023 року № 28

Завідувач кафедри КМІТ

(назва кафедри)

_____ (підпис)

Віталій ЧУХЛІБ

(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
«Прикладна механіка»	Микола Вікторович ПРОКОПЕНКО	

Голова групи забезпечення
спеціальності _____

Олександр ПЕРМЯКОВ

(підпис, ПІБ)

20 червня 2023 року

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Отримання знань і розвиток практичних навичок у сфері автоматизованих комплексів в обробці тиском. Здобуття теоретичних основ, розвиток практичних навичок, підготовка до роботи в автоматизованому виробництві. Розуміння принципів та технічних аспектів взаємодії автоматизованих систем та процесів обробки тиском, розроблення та впровадження інноваційних рішень у виробництво.

Компетентності:

ЗК02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК03 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК04 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК09 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК12 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК06 Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК07 Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК09 Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК10 Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФКс8.02 Здатність до роботи з сучасним програмним забезпеченням та його використанню у науково-технічній діяльності за фахом. Готовність працювати з мережевими інформаційними ресурсами науковотехнічного спрямування та електронними бібліотеками у межах сфери професійних інтересів.

Результати навчання:

РН02 Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.

РН08 Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

РН09 Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.

РН10 Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання.

РН11 Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики

ПРН8.01 Розуміти принципи роботи мехатронних модулів в процесах обробки тиском.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Інформатика	Кваліфікаційна робота
Фізика	
Вступ до фаху	
Основи моделювання процесів в обробці тиском	
Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка	
Обладнання для обробки тиском	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
8 (6 прискорене)	120/4	50	70	30	10	10		2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу в восьмому (шостому) семестрі складає 41 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	<p>Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах).</p> <p>Назви змістових модулів.</p> <p>Найменування тем та питань кожного заняття.</p> <p>Завдання на самостійну роботу.</p>	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 1. Загальні поняття автоматизації	
1	Л	3	Предмет вивчення курсу. Основні поняття інноваційних систем та робототехніки, класифікація. Вступ в курс. Історія автоматизації виробництва. Промисловий робот і маніпулятор. Основні класи роботів. Класифікація промислових роботів. Особливості застосування роботів. Гнучкі виробничі системи.	1-7, 9, 14
	ЛР	1	Керування виходами мікроконтролера. Вивчення базових принципів роботи мікроконтролера. Реалізація програмного керування виходами за допомогою мови програмування. Вивчення відповідних реєстрів та команд для налаштування виводів мікроконтролера.	
	ПЗ	1	Блимання світлодіодом. Вивчення основ електроніки та підключення світлодіода до мікроконтролера. Написання програми для реалізації ефекту блимання на мові програмування мікроконтролера. Відлагодження програми та аналіз результатів блимання світлодіода.	
	СР	8	Інноваційні системи та робототехніка: Класифікація та Застосування у виробництві.	
2	Л	4	Кінематика роботів. Кінематика багатоланкових маніпуляторів. Робоча зона маніпуляторів. Завдання кінематичного дослідження. Конструкції маніпуляторів промислових роботів. Вивчення кінематичних характеристик передатних механізмів промислових роботів.	1-14, 17
	ЛР	1	Керування яскравістю світлодіода в залежності від рівня зовнішньої освітленості. Вивчення методів вимірювання та обробки даних про рівень зовнішньої освітленості. Розробка програми для керування яскравістю світлодіода з урахуванням змін освітленості. Проведення експериментів для валідації та оптимізації алгоритму керування.	
	ПР	1	Дискретне керування яскравістю світлодіода в залежності від рівня зовнішньої освітленості. Ознайомлення з принципами дискретного керування та його застосування в світлотехніці. Налаштування	

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	<p>Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.</p>	Рекомендована література (базова, допоміжна)
	СР	9	<p>світлодіода на дискретні рівні яскравості за допомогою програмного коду. Визначення оптимальних параметрів дискретного керування для забезпечення комфортного освітлення в залежності від рівня зовнішньої освітленості. Кінематика та конструкції маніпуляторів промислових роботів: дослідження та характеристики.</p>	
3	Л ЛР ПР СР	3 1 1 9	<p>Конструкції маніпуляторів промислових роботів, захватних пристроїв і приводів. Класифікація маніпуляторів. Призначення маніпуляторів. Застосування маніпуляторів. Захватні пристрої. Приводи промислових роботів. Виведення інформації. Ознайомлення із засобами виведення інформації на мікроконтролері. Розробка програмного коду для виведення текстової та числової інформації на екран. Експерименти з форматуванням та стилізацією виведеної інформації. Виведення інформаційних повідомлень на дисплей. Оволодіння навичками виведення інформаційних повідомлень на дисплей за допомогою мікроконтролера. Розробка програм для виведення структурованих повідомлень та графічної інформації. Тестування та оптимізація виведення інформаційних повідомлень для досягнення ефективності та зручності використання. Конструкції, класифікація та застосування маніпуляторів промислових роботів: аналіз захватних пристроїв і приводів.</p>	1-20
4	Л ЛР	4 1	<p>Аналітичне визначення кінематичних характеристик маніпуляторів. Аналітичне визначення положень, швидкостей і прискорень ланок маніпулятора. Визначення положень і швидкостей ланок маніпулятора методом планів. Визначення прискорень ланок маніпулятора методом планів. Загальна структура системи управління промислових роботів. Визначення відстані за допомогою ультразвукового датчика. Вивчення принципів роботи та технічних характеристик ультразвукового датчика. Розробка експериментальної методики для точного визначення відстані за допомогою датчика.</p>	1-20

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	<p>Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.</p>	Рекомендована література (базова, допоміжна)
	<p>ПР</p> <p>СР</p>	<p>1</p> <p>8</p>	<p>Аналіз отриманих результатів та можливостей застосування ультразвукового датчика в різних умовах.</p> <p>Визначення відстані за допомогою ультразвукового датчика HC-SR04. Налаштування та підключення ультразвукового датчика HC-SR04 до мікроконтролера. Розробка програмного коду для вимірювання відстані та обробки отриманих даних. Практичні вправи з визначення відстані в реальних умовах та аналіз результатів для вдосконалення точності вимірювань.</p> <p>Аналітичне визначення кінематичних та керувальних характеристик маніпуляторів та загальна структура системи управління промисловими роботами.</p>	
			Змістовий модуль № 2. Автоматизація виробництва	
5	<p>Л</p> <p>ЛР</p> <p>ПР</p> <p>СР</p>	<p>4</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>9</p>	<p>Кінематичний аналіз механізмів графо-аналітичним методом і системи програмного управління. Системи циклового, позиційного і контурного управління. Основні функції програмного забезпечення. Адаптація і рівні адаптації. Програмне забезпечення систем управління адаптивних роботів. Системи інтелектуального управління роботами.</p> <p>Відстеження переміщень за допомогою мікроконтролера. Вивчення технічних аспектів та принципів відстеження переміщень за допомогою мікроконтролера. Розробка програмного забезпечення для зчитування та обробки сигналів від різних типів датчиків. Експерименти з визначенням точності та надійності відстеження переміщень в різних умовах. Відстеження Сигналів Енкодера за допомогою Мікроконтролера.</p> <p>Підключення та налаштування енкодера для відстеження обертових рухів. Розробка програми для зчитування та інтерпретації сигналів енкодера на мові програмування мікроконтролера. Тестування та вдосконалення алгоритму відстеження сигналів для точного визначення переміщень.</p> <p>Графо-аналітика роботів: кінематика, програмне управління, адаптація, інтелект.</p>	1-9, 11-15
6	Л	4	Застосування різних систем збору і аналізу інформації. Інформаційно-сенсорні системи.	1-20

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	<p>Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.</p>	Рекомендована література (базова, допоміжна)
	<p>ЛР</p> <p>ПР</p> <p>СР</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>9</p>	<p>Системи технічного зору і локаційні системи. Вивчення роботи роботизованого складального стенду з технічним зором. Тактильні і силомоментні системи відчуття.</p> <p>Керування двигунами через мікроконтролер. Ознайомлення з принципами та технічними аспектами керування різними типами двигунів за допомогою мікроконтролера. Розробка програмного коду для керування різними типами двигунів, включаючи постійний струм, кроковий та інші. Експерименти з різними режимами роботи та оптимізація алгоритмів керування.</p> <p>Керування кроковим двигуном через мікроконтролер. Підключення та налаштування крокового двигуна до мікроконтролера. Розробка програми для керування кроковим двигуном на мові програмування мікроконтролера. Тестування та оптимізація алгоритмів керування для досягнення точності та ефективності руху крокового двигуна.</p> <p>Застосування інформаційно-сенсорних систем в робототехніці: технічний зір, локація, тактильні відчуття.</p>	
7	<p>Л</p> <p>ЛР</p> <p>ПР</p>	<p>4</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Автоматизовані системи контролю і діагностики. Загальна функціональна схема системи управління роботизованого комплексу механічної обробки. Діагностування стану технологічного устаткування і роботів у складі роботизованого технологічного комплексу. Контроль стану різального інструменту. Контрольно-вимірювальні системи для обробки деталі.</p> <p>Керування пристроями через Bluetooth. Ознайомлення з базовими принципами та технічними аспектами керування пристроями через Bluetooth. Розробка програмного коду для взаємодії мікроконтролера з Bluetooth-модулем та приладами. Експерименти з передачею та отриманням даних через Bluetooth для різних пристроїв. Керування Ввімкненням Світлодіода через Bluetooth.</p> <p>Підключення та конфігурація Bluetooth-модуля на мікроконтролері. Розробка програми для керування ввімкненням світлодіода за допомогою команд через Bluetooth. Тестування та впровадження системи</p>	1-9, 11-17

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
	СР	9	керування в реальному часі за допомогою Bluetooth-з'єднання. Автоматизовані системи контролю в роботизованих механічних комплексах: діагностика, управління, контроль і вимірювання.	
8	Л	4	Дистанційно керовані роботи і маніпуляторах, методи і засоби управління системами. Застосування роботів на основних технологічних операцій, на допоміжних технологічних операціях в інноваційних системах, куванні, штампуванні. Систем командного і копіюючого управління маніпуляторами. Напівавтоматичні системи управління маніпуляторами. Дистанційних систем управління роботами. Застосування промислових роботів на основних технологічних операціях. Складальні робототехнічні комплекси. Зварювальні робототехнічні комплекси. Робототехнічні комплекси для нанесення покриттів. Застосування промислових роботів на допоміжних технологічних операціях. Роботизовані технологічні комплекси механообробки. Роботизовані технологічні комплекси штампування. Роботизовані технологічні комплекси спеціального призначення.	1-20
	ЛР	1	Силові виміри на основі мікропроцесорної техніки. Вивчення основ силових вимірювань та принципів їх реалізації з використанням мікропроцесорної техніки. Розробка програми для вимірювання силових параметрів з використанням спеціалізованих сенсорів. Експериментальні вимірювання силових параметрів та аналіз отриманих даних.	
	ПР	1	Підключення тензодатчика до мікропроцесора. Навчання методикам підключення тензодатчика до мікропроцесора для вимірювання силових величин. Розробка програмного забезпечення для отримання та обробки сигналів від тензодатчика. Практичні вправи з вимірювання силових параметрів та валідація отриманих результатів.	
Разом (годин)		120	Управління роботами і маніпуляторами в інноваційних системах виробництва.	

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	12
2	Підготовка до практичних (лабораторних, семінарських) занять	12
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	12
4	Виконання індивідуального завдання	20
5	Інші види самостійної роботи	14
	Разом	70

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, лабораторних та практичних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем лабораторних та практичних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Протягом семестру студентам пропонується виконання контрольних робіт. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача екзамену.

На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіа-проектор та комп'ютер.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять та контролів. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичними посібниками, конспектами лекцій та методичними вказівками. Умовно самостійну роботу можна розділити на базову, яка забезпечує підготовку студента до аудиторних занять та контрольних заходів, та додаткову, яка спрямована на закріплення знань та розвиток аналітичних навичок. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

Призначення практичних занять полягає в поглибленні опрацювання теоретичного матеріалу. При підготовці до практичних занять студентам рекомендується ознайомитися з тематикою заняття, прочитати конспект лекцій на задану тему, ознайомитися з рекомендованою літературою. Практичні заняття розвивають у студентів навички самостійної роботи з вирішення конкретних завдань.

Лабораторні заняття являють собою одну з форм освоєння теоретичного матеріалу з одночасним формуванням практичних навичок. Проведення лабораторних занять припускає вивчення теоретичного матеріалу за темою заняття; виконання необхідних розрахунків і експериментів; оформлення звіту.

Для досягнення мети навчання за планом робочої програми дисципліни реалізуються також наступні заходи:

- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю у викладанні навчальної дисципліни є усний та письмовий контроль під час проведення поточного та семестрового контролю.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виконання та захист звітів по самостійним роботам, проведення поточних контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з практичних занять – за допомогою перевірки контрольних робіт за окремими темами,
- з кожної лабораторної роботи проводиться контроль (перевіряється зміст звіту та засвоєння теоретичного матеріалу).

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Результати поточного контролю враховуються як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх лабораторних, практичних, самостійних робіт, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

Контроль знань та умінь студентів здійснюється у формі поточного та підсумкового контролю. Оцінювання рівня знань студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою. Поточний контроль включає контроль знань, умінь та навичок студентів на лекціях, практичних робіт, лабораторних заняттях та під час виконання модульних контрольних робіт. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

**РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ
ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)**

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для екзамену

Контрольні роботи	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Екзамен	Сума
20	20	15	15	30	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
64-74	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)
1-34	F	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рекомендована література

1. Robotic Manipulators and Vehicles / Rigatos, Gerasimos G., Busawon, Krishna // Springer International Publishing, 2018. – P.734.
2. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / Andrew Y. C. Nee // Springer London, 2015. – P.3491.
3. Mechatronics with Experiments, 2nd Edition / Sabri Cetinkunt // John Wiley & Sons Ltd, 2015. – P.887.
4. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.
5. Ловейкін В. С. Мехатроніка: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк. – Київ : ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.
6. Bishop R. H. The Mechatronics Handbook / R. H. Bishop. – Boca Raton : CRC Press, 2002. – 1229 p.
7. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електропривод / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепіков. – Київ : Либідь, 2005. – 678 с.
8. Яцун М. А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів : навч. посібник / М. А. Яцун, А. М. Яцун. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 228 с.
9. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с.
10. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / [Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш Р. А. Пельо]. – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.
11. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів / Р. В. Антощенко. – Харків : ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017. – 244 с.
12. Мехатроніка транспортних засобів та систем / В. О. Алексієв, В. П. Волков, В. І. Калмиков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 176 с. 11. Дудюк Д. Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси : навч. посібник / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. – Львів : «Магнолія плюс» СПД ФО В. М. Піча, 2005. – 278 с.
13. Яглінський В. П. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва / В. П. Яглінський, Д.В. Іоргачев. – Одеса : АстроПрінт, 2004. – 234 с.
14. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Адитивні технології та виробництво» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С. О. Губський, В. Л. Чухліб, А. В. Ашкелянєць, О. А. Юрченко. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 55 с.
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з

курсу "Автоматизація та роботизація ковальсько-штампувального обладнання" [Електронний ресурс] : для студентів освіт. програми "Прикладна механіка" ден. і заоч. форми навчання / уклад.: С. О. Губський [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 36 с.

Допоміжна література

16. Цвіркун Л. І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посібник / Л. І. Цвіркун, Г. Грулер ; Нац. гірничий ун-т. – 2-ге вид., випр. – Дніпропетровськ : НГУ, 2010. – 224 с. 115

17. Тевяшев А. Д. Канонічний вигляд квадратичної форми. Метод Лагранжа зведення квадратичної форми до канонічного вигляду / А. Д. Тевяшев, О. Г. Литвин // Вища математика : збірник задач. – Харків : СМІТ, 2010. Ч. 1 у 3-х частинах : Лінійна алгебра та аналітична геометрія. – С. 164–166.

18. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу "Основи моделювання процесів в обробці тиском" [Електронний ресурс] : для студентів освіт. програми "Прикладна механіка" ден. і заоч. форми навчання / уклад.: А. О. Окунь [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 88 с.

19. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С.О. Губський, В.Л. Чухліб. –Харків: НТУ «ХП», 2020. – 76 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

20. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>