

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

Мехатронні системи 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 Мехатронні системи 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 мехатронних систем в обробці тиском. Здобуття теоретичних основ, розвиток проєктувальних навичок, підготовка до роботи в інноваційному виробництві. Розуміння принципів та технічних аспектів взаємодії мехатронних 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 проєктування (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)	150/5	60	90	40	10	10		2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу в восьмому (шостому) семестрі складає 40 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ 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)
1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 1. Пристрої мехатронних систем	
1	Л	3	Мехатроніка та її складові елементи. Історія розвитку мехатроніки, об'єкти та елементи мехатроніки в транспортних засобах, мехатронні модулі та системи, структурні базиси мехатроніки, а також прилади та засоби діагностування електромехатронних модулів і систем.	1-7, 12, 13
	СР	6	Сучасні досягнення в мехатроніці: інноваційні технології та застосування.	
2	Л	2	Датчики в мехатронних системах. Різноманітні типи датчиків, їх класифікація та основні характеристики. Різні види датчиків, таких як електроконтактні, оптичні, акустичні, температурні та інші, їх принципи роботи.	
	ЛР	1	Калібрування та аналіз датчиків. Визначення точності та динамічного діапазону датчиків за допомогою спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення, а також оптимізування їх використання в реальних умовах.	1-14, 16
	ПР	1	Застосування датчиків у реальних сценаріях. Вивчення різних типів датчиків, обрання та підключення датчиків для вимірювань різних параметрів в середовищі, використовуючи мікроконтролери та візуалізацію результатів.	
	СР	5	Інноваційні технології датчиків в мехатронних системах: перспективи розвитку та застосування.	
3	Л	3	Принципи й рівні розвитку мехатронних систем та методи діагностики Принципи будови мехатронних систем, структуру побудови та рівні інтеграції електромехатронних систем, структуру діагностичних систем і засоби діагностики мехатронних систем.	1-20
	СР	6	Вплив мехатроніки на розвиток автономного транспорту.	
4	Л	2	Приводи в мехатронних системах. Вимоги до приводів, включаючи гідравлічні, пневматичні та електричні приводи. Класифікацію електроприводів постійного та змінного струму, включаючи технології керування.	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)
	ЛР ПР СР	2 2 5	<p>Програмування частотних перетворювачів. Основи програмування частотних перетворювачів, програмне забезпечення для керування асинхронним двигуном з використанням частотного векторного керування.</p> <p>Експерименти з електроприводами. Налаштування та керування електроприводами різних типів, експерименти зі змінними параметрами, такими як швидкість, обертовий момент та керування.</p> <p>Методи та практичні аспекти програмування частотних перетворювачів для векторного керування асинхронними двигунами.</p>	
5	Л СР	3 6	<p>Напрями та принципи розвитку модулів технічних систем. Етапи й закони процесу еволюційного розвитку модулів технічних систем, тенденції розвитку технічних модульних систем, принципи побудови мехатронних модулів робототехнічних систем та принципи робототехніки.</p> <p>Інтеграція мехатроніки в сучасні виробничі процеси.</p>	2-9, 11-15
6	Л ЛР ПР СР	2 1 1 5	<p>Модулі руху в мехатронних системах. Модулі руху в мехатроніці, включаючи електромеханічні, мехатронні та інтелектуальні модулі. Принципи дії та застосування цих модулів у різних сферах.</p> <p>Розробка інтелектуального модуля руху. Розробка програмного забезпечення для інтелектуального модуля руху, використовуючи алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання.</p> <p>Збірка та тестування мехатронних модулів руху. Збірка та тестуванні різних модулів руху, оцінка їх продуктивності та можливостей.</p> <p>Еволюція модулів руху в мехатронних системах.</p>	1-20
7	Л СР	3 7	<p>Теорія надійності та методи прогнозування. Головні поняття та терміни теорії надійності, методи прогнозування надійності, етапи та задачі надійності, а також прогнозування технічного стану електромехатронних систем.</p> <p>Використання методів діагностики в підвищенні надійності мехатронних систем.</p>	1-9, 11-17
8	Л	2	<p>Мікроконтролерна та комп'ютерна техніка у мехатронних системах. Історія розвитку мікроконтролерів, їх характеристики та застосування</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)
	ЛР ПР СР	1 1 5	<p>в мехатронних системах. Роль програмованих логічних контролерів, комп'ютерів та пристроїв збору даних.</p> <p>Використання промислових комп'ютерів. Властивості та можливості промислових комп'ютерів у реальних умовах виробництва, розробка програмного забезпечення для взаємодії з мехатронними системами.</p> <p>Програмування мікроконтролерів. Практичні навички програмування мікроконтролерів для керування мехатронними системами та збору даних.</p> <p>Еволюція мікроконтролерної та комп'ютерної техніки у мехатроніці</p>	
			Змістовий модуль № 2. Методи керування мехатронними системами	
9	Л СР	3 6	<p>Методи та засоби діагностики електромехатронних систем рухомого складу. Технічні засоби діагностики, сучасне обладнання діагностики транспортних засобів, види діагностики технічних засобів і їхні параметри, автоматизовані діагностичні системи.</p> <p>Екологічні аспекти мехатроніки: сталість розвитку та вплив на навколишнє середовище.</p>	1-20
10	Л ЛР ПР СР	2 1 1 5	<p>Інтелектуальні рішення в мехатронних системах. Інтелектуальні аспекти в мехатронних системах, включаючи розуміння сучасних вимог до датчиків та приводів. Використання штучного інтелекту та автоматизованих рішень для оптимізації функціонування мехатронних систем.</p> <p>Розробка інтелектуального керування. Розробка алгоритму інтелектуального керування для мехатронних систем, використовуючи методи штучного інтелекту та додаткові сенсори для оптимізації взаємодії системи з оточенням.</p> <p>Застосування штучного інтелекту в мехатроніці. Використання методів штучного інтелекту для оптимізації функціонування мехатронних систем.</p> <p>Сучасні вимоги до датчиків, приводів та використання штучного інтелекту для оптимізації функціонування мехатронних систем.</p>	1-20
11	Л	3	<p>Електромехатронні комплекси та модулі. Модульні системи електромехатронних комплексів,</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)
	СР	7	<p>сучасне керування в електромехатронних модулях та комплексах, роботизовані електромехатронні системи та модулі. Застосування мехатроніки в розробці та впровадженні інноваційних медичних технологій</p>	
12	Л	2	<p>Ієрархія систем керування у мехатроніці. Структура та ієрархія систем керування у мехатроніці, включаючи рівні керування та їх взаємодію. Організація та проектування ефективних систем керування для мехатронних об'єктів.</p>	1-20
ЛР	2	<p>Проектування та впровадження ієрархії систем керування. Розробка керуючих систем для мехатронних об'єктів на різних рівнях ієрархії, включаючи алгоритми та апаратне забезпечення для взаємодії між рівнями.</p>		
ПР	2	<p>Вивчення ієрархії систем керування за допомогою сучасних програм для моделювання та симуляції. Розробка та налаштування моделі мехатронних систем з різними рівнями керування, їхня взаємодія в реальному часі.</p>		
СР	5	<p>Проектування ефективних систем для мехатронних об'єктів.</p>		
13	Л	2	<p>Моделювання процесів динаміки мехатронних систем. Базові положення теорії моделювання, автоматизацію моделювання динаміки мехатронних систем.</p>	2-9, 11-20
СР	6	<p>Роль інтелектуальних систем у розвитку мехатроніки.</p>		
14	Л	3	<p>ПІД-регулятор: теорія, особливості реальних пристроїв та методи їх налаштування. Теорія ПІД-регулятора та його застосування у реальних мехатронних системах. Структура ПІД-регулятора, його елементи та методи налаштування, особливості реалізації на практиці.</p>	1-20
ЛР	1	<p>Розробка та налаштування ПІД-регулятора на реальному об'єкті. Реалізація ПІД-регулятора на мехатронному об'єкті, експериментальне визначення його характеристик.</p>		
ПР	1	<p>Експерименти з ПІД-регулятором на спеціально налаштованому об'єкті. Вплив параметрів ПІД-регулятора на систему та налаштовуватимуть його для досягнення оптимальної продуктивності.</p>		

№ 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	5	ПД-регулятори в мехатроніці.	
15	Л	3	Технології виробництва електромехатронних систем. Сучасні технології виробництва електромехатронних систем, включаючи процеси збірки, тестування та оптимізації виробничих ліній.	1-20
	СР	6	Сучасні технології виробництва електромехатронних систем	
16	Л	2	Інтелектуальні мехатронні системи керування. Основні концепції штучного інтелекту в контексті мехатроніки. Використання нечіткої логіки, штучних нейронних мереж та нейрокомп'ютерів у системах керування мехатронними об'єктами, а також принципи їхньої реалізації та ефективного навчання.	1-20
	ЛР	1	Реалізація нейронної мережі для керування мехатронним об'єктом. Розробка та тренування штучної нейронної мережі для автономного керування мехатронним об'єктом, вивчаючи процес навчання та ефективність моделі.	
	ПР	1	Застосування нечіткої логіки в системах керування. Розробка та налаштування системи керування, використовуючи нечітку логіку для ефективної обробки нечітко визначених вхідних даних.	
	СР	5	Інтелектуальні мехатронні системи: штучний інтелект, нечітка логіка, нейронні мережі та їхнє використання у керуванні мехатронними об'єктами.	
Разом (годин)		150		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	18
2	Підготовка до практичних (лабораторних, семінарських) занять	18
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	18
4	Виконання індивідуального завдання	20
5	Інші види самостійної роботи	16
	Разом	90

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. 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.
2. Ловейкін В. С. Мехатроніка: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк. – Київ : ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.
3. Bishop R. H. The Mechatronics Handbook / R. H. Bishop. – Boca Raton : CRC Press, 2002. – 1229 p.
4. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електропривод / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков. – Київ : Либідь, 2005. – 678 с.
5. 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.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с.
7. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / [Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш Р. А. Пельо]. – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.
8. Антощенков Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів / Р. В. Антощенков. – Харків : ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017. – 244 с.
9. 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.
10. 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
11. 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.
12. Яглінський В. П. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва / В. П. Яглінський, Д. В. Іоргачев. – Одеса : АстроПрінт, 2004. – 234 с.
13. 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.

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 «ХПІ», 2023. – 55 с.

Допоміжна література

15. Діагностування рухомого складу електричного транспорту : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт / В. Х. Далека, М. Г. Шульженко, В. І. Коваленко, В. М. Шавкун; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва : – Харків : ХНАМГ, 2011. – 99 с.

16. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» : для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт / Харків. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад. : В. Х. Далека, М. Г. Шульженко, В. М. Шавкун. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 71 с.

17. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» : для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070203 – Електричний транспорт / Харків. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад. : М. Г. Шульженко, В. М. Шавкун. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 32 с.

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 «ХПІ», 2020. – 76 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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