

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

Кафедра «Автоматизовані електромеханічні системи»  
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Автоматизовані електромеханічні системи»  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ Воробйов Б. В.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**" Основи мехатроніки "**

( назва навчальної дисципліни)

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

галузь знань 14 – Електрична інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка  
(шифр і назва)

освітня програма Електропривод, мехатроніка та робототехніка  
(назва)

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

форма навчання: денна  
(денна / заочна)

Харків – 2023 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

"Основи мехатроніки"

(назва дисципліни)

Розробники:

Доцент, к.т.н.

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Ткаченко А. О.

(ініціали та прізвище)

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Автоматизовані електромеханічні системи»

(назва кафедри)

Протокол від «21» вересня 2023 року № 9

Завідувач кафедри

АЕМС

(назва кафедри)

(підпис)

Воробйов Б. В.

(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Електропривод, мехатроніка та робототехніка	<b>Аніщенко М. В.</b>	

Голова групи забезпечення  
Спеціальності

\_\_\_\_\_

(підпис)

Лазуренко О. П.

(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

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

**Мета:** Сформувати у студентів поняття й надати знання про основи мехатроніки, структури і принципи створення технічних об'єктів, що поєднують в собі елементи точної механіки, електроніки, електромеханіки, інформаційних технологій.

**Компетентності:** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесом використання і споживання електроенергії засобами електропривода з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії. Здатність провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем. Здатність складати та розраховувати схеми електротехнічних установок різного призначення, визначати склад їх обладнання та оптимізувати режими їх роботи.

**Результати навчання:** Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем. Знати і розуміти процеси використання і споживання електроенергії засобами електропривода з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії. Вміти проводити розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем. Знати і розуміти принципи складання та розрахунку схем електротехнічних установок різного призначення, визначати склад їх обладнання та оптимізувати режими їх роботи.

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

<b>Попередні дисципліни:</b>	<b>Наступні дисципліни:</b>
Основи метрології та електричних вимірювань	Промислові роботи
Основи теорії комп'ютерних систем в мехатроніці	Системи автоматизованого проектування в мехатроніці
Силові елементи систем мехатроніки та робототехніки	Електрообладнання автомобіля і електромобіля
Теорія автоматичного керування	

## 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	150/5	64	86	32	16	16	Р	–	–	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 43 (%):  $(64/150) \cdot 100 = 43 \%$

## 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
1	Л	2	<b>Тема 1. Загальні відомості про мехатроніку.</b> Історія розвитку мехатроніки. Загальні поняття та термінологія мехатроніки. Структура і принципи побудови мехатронних систем. Мехатроніка та електропривод.	1, 2, 3, 9, 10
2	Л	2	<b>Тема 2. Мехатронні системи в різних сферах виробничої діяльності.</b> Загальна характеристика роботів. Класифікація промислових роботів. Робототехнічні комплекси. Мехатроніка в медицині. Периферійні пристрої комп'ютерів як мехатронні об'єкти. Мехатронні системи в побуті. Транспортні мехатронні системи.	1, 2, 3, 9, 10
3	Л	4	<b>Тема 3. Методи побудови мехатронних систем.</b> Основи конструювання мехатронних систем. Метод виключення проміжних перетворювачів та інтерфейсів. Метод об'єднання елементів мехатронного модуля. Метод перенесення функціонального навантаження на інтелектуальні пристрої.	1, 2, 3, 11, 12
4	Л	4	<b>Тема 4. Мехатронні модулі руху.</b> Класифікація мехатронних модулів. Модулі руху. Мехатронні модулі руху. Склад мехатронного модуля руху.	1, 2, 3, 4, 5
5	Л	4	<b>Тема 5. Електродвигуни мехатронних модулів.</b> Електродвигуни кутового руху. Лінійні електродвигуни. Енергетичний розрахунок мехатронного модуля.	1, 2, 3, 4, 5
6	ПЗ	2	Розробка електричних схем з колекторними мікродвигунами постійного струму.	15, 16, 17, 18
7	ПЗ	2	Розробка електричних схем з електромагнітними реле та перемикачами.	15, 16, 17, 18
8	ПЗ	2	Розробка електричних схем з транзисторами для керування колекторними мікродвигунами постійного струму.	15, 16, 17, 18
9	ПЗ	2	Розробка електричних схем з ШИМ контролером для колекторних мікродвигунів постійного струму.	15, 16, 17, 18
10	ЛРЗ	4	Дослідження динамічних режимів колекторного мікродвигуна змінного струму.	6, 7, 14
11	Л	4	<b>Тема 6. Перетворювачі руху.</b> Рейкова передача. Планетарна передача. Хвильова зубчаста передача. Передача гвинт-гайка кочення. Передача гвинт-гайка ковзання. Диференціальна і інтегральна передачі гвинт-гайка. Передачі з гнучким зв'язком.	1, 2, 3

12	Л	2	<b>Тема 7. Кінематична точність мехатронних модулів</b> Похибка системи керування і двигуна. Мертвий хід перетворювачів руху. Похибка, викликана податливістю перетворювача руху. Похибка мехатронного модуля.	1, 2, 15, 16
13	Л	4	<b>Тема 8. Інформаційні пристрої мехатронних систем</b> Датчики технологічних параметрів. Датчики інформації. Датчики тактичного і стратегічного рівня управління роботів.	11, 12, 13, 14
14	ПЗ	2	Розробка електричної схеми та програмного забезпечення для мікроконтролера АТМega328 та ультразвукового далекоміра.	8, 11, 18
15	ПЗ	2	Розробка електричної схеми та програмного забезпечення для мікроконтролера АТМega328 з датчиком руху.	8, 11, 18
16	ПЗ	2	Розробка електричної схеми та програмного забезпечення для мікроконтролера АТМega328 з фоторезистором.	8, 11, 18
17	ПЗ	2	Розробка електричної схеми та програмного забезпечення для мікроконтролера АТМega328 з датчиком температури.	8, 11, 18
18	ЛРЗ	4	Дослідження мехатронних датчиків тиску, оптичного датчика положення та температури з використанням тренажера QNET МЕСНКІТ.	14
19	ЛРЗ	2	Дослідження мехатронних датчиків кута оберту вала електродвигуна: енкодера та потенціометру з використанням тренажера QNET МЕСНКІТ.	14
20	ЛРЗ	2	Дослідження локаційних датчиків ближньої дії для виміру відстані до контрольованого об'єкту без безпосереднього контакту з ним: ультразвукового (сонару) та інфрачервоного з використанням тренажера QNET МЕСНКІТ.	14
21	ЛРЗ	2	Дослідження ваговимірюваних датчиків: п'єзодатчику та тензодатчику з використанням тренажера QNET МЕСНКІТ.	14
22	ЛРЗ	2	Дослідження віртуальних датчиків в Online платформі Tinkercad.	18
23	Л	2	<b>Тема 9. Мікропроцесорні системи керування</b> Мікропроцесорні системи керування. Інтеграція мехатронних модулів. Мікромехатронні пристрої.	8, 12, 13, 14
24	Л	2	<b>Тема 10. Інтелектуальні мехатронні модулі</b> Інтелектуальні мехатронні модулі. Приклади інтелектуальних мехатронних модулів.	8, 12, 13, 14
25	Л	2	<b>Тема 11. Онлайн платформи для проєктування та моделювання мехатронних систем</b> Можливості використання Online платформи Tinkercad.	8, 18
Разом (годин)		64		

#### Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.



## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до лабораторних та практичних занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	-
4	Виконання індивідуального завдання	30
5	Інші види самостійної роботи (складання звітів до лабораторних та практичних робіт)	32
	Разом	86

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання  
(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	<p><b><i>Розробка та моделювання електричної схеми мехатронного пристрою.</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– видача завдання</li> <li>– розробка електричної принципової схеми</li> <li>– розробка програмного забезпечення на мові C++</li> <li>– моделювання роботи схеми</li> <li>– захист завдання</li> </ul>	<p>2</p> <p>4</p> <p>8</p> <p>12</p> <p>14-16</p>

## **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

(надається опис методів навчання)

Процес навчання по даній дисципліні передбачає проведення лекцій, лабораторних робіт, практичних робіт, виконання розрахункового завдання, самостійну роботу та консультації.

При проведенні лекцій використовується пояснювально-ілюстраційний метод, при якому викладач доводить готову інформацію різними засобами, а студенти її сприймають, усвідомлюють та фіксують у пам'яті. Цей метод передбачає використання таких засобів інформації, як слово (усне і друковане), різні наочні посібники (автономні мобільні роботи, промислові маніпулятори), комп'ютерний ілюстраційний матеріал та ін.

При проведенні лабораторних занять використовується активний метод, при якому студенти інтегрують теоретико-методичні знання, практичні вміння та навички в єдиному процесі діяльності учбово-дослідницького характеру. Цей метод передбачає проведення експериментів в умовах спеціальних лабораторій із застосуванням технічних засобів для міцного засвоєння теоретичних знань, придбання навичок, забезпечується пряме включення студентів в процеси «добування» знань, раніше отриманих наукою. Експеримент в його сучасній формі грає велику роль в підготовці студентів інженерних напрямків, які повинні мати навички дослідницької роботи з перших кроків своєї професійної діяльності.

Практичні заняття пов'язані з розробкою електричних принципових схем мехатронних пристроїв, моделюванням схем, розробкою програмного забезпечення на мові C++.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових видів навчальної діяльності. Студент повинен вивчити теми за рекомендованою літературою, зазначеною робочою програмою навчальної дисципліни.

## **МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

(надається опис методів контролю)

Система контролю якості навчання студентів включає проведення поточного контролю та підсумкового контролю у вигляді екзамену.

Поточний контроль реалізується на кожному занятті у формі тестування попереднього лекційного матеріалу, проведення тематичних контрольних робіт, захисту лабораторних робіт. Результати поточної успішності враховуються як інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента із додатковим лекційним матеріалом, проводиться шляхом перевірки конспектів.

Семестровий контроль проводиться в усній формі в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою у терміни, встановлені навчальним планом.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену із навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх лабораторних та практичних занять, передбачених навчальною програмою із дисципліни.

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

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Практичні заняття	Лабораторні роботи	РГЗ	Іспит	Сума
20	10	20	30	20	100

\* На залік виділення балів не обов'язково. Залік може бути отримано за накопиченням балів.

\*\* На іспит потрібно обов'язково виділити бали (кількість балів індивідуально для кожної дисципліни на розсуд викладача)

### **Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.**

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

**Критерії оцінювання** – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F) (табл. 3).

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

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	- <b>Глибоке знання</b> навчального матеріалу модуля, що містяться в <b>основних і додаткових літературних джерелах</b> ; - <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b> ; - <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно послідовні</b> ; - <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b>	Відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b>
82-89	B	Добре	- <b>Глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b> , що передбачений модулем; - <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b> ; - <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b>	Відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b> ;
75-81	C	Добре	- <b>Міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b> ; - <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b> ; - <b>вміння вирішувати практичні задачі.</b>	- <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для вирішення <b>складних практичних задач.</b>
64-74	D	Задовільно	- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b> ; - <b>вміння вирішувати прості практичні задачі.</b>	Невміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання; - <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b> ; - <b>невміння вирішувати складні практичні задачі.</b>

60-63	Е	Задовільно	- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші <b>практичні задачі</b> .	Незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу модуля; - невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	<b>Додаткове вивчення</b> матеріалу модуля може бути виконане <b>в терміни, що передбачені навчальним планом</b> .	Незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу модуля; - <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b> .
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- <b>Повна відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу модуля; - <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	
60 ... 63	E	задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

Навчально-методичне забезпечення навчальної дисципліни включає:

- текст лекцій;
- методичні вказівки до практичних занять;
- методичні вказівки та завдання для виконання лабораторних робіт;
- питання для поточного модульного контролю;
- питання для підсумкового контролю знань студентів у формі екзамену.

Складові навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни розташовані на сайті кафедри АЕМС: <http://web.kpi.kharkov.ua/aems/uk/complecs-uk/>

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1.	Грабченко А.І., Клепиков В.Б., Доброскок В.Л., Крижний Г.К., Аніщенко М.В., Кутовий Ю.М., Пшеничников Д.О., Гаращенко Я.М. Вступ до мехатроніки. Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – 274 с.
2.	Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – Київ, 2012. – 357 с.
3.	Артюх О. М., Дударенко О. В., Кузьмін В. В. Основи мехатроніки. Навчальний посібник. – Запоріжжя, НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 372 с.
4.	Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І., Синявський О.Ю., Войтюк Д.Г. Лисенко В.П. Електропривод: підручник (за ред. Лавріненка Ю.М.). – К.: вид-во Ліп-К., 2009. – 504 с.
5.	Губарев О.П. Мехатроніка: циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова. – К.: НТТУ «КПІ». – 2016. – 160 с.
6.	Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод. – К.: Либідь, 2005. – 678 с.
7.	Аніщенко М.В. Комп'ютерне моделювання електроприводів побутової техніки. Навчальний посібник. – Харків: «Підручник НТУ «ХПІ», 2015. – 88 с.
8.	Трофименко О.Г., Прокоп Ю.В., Швайко І. Г., Буката Л.М. С++. Теорія та практика. Навчальний посібник. – Одеса, 2011. – 587 с.
9.	Robert H. Bishop. Mechatronics. An Introduction. Boca Raton: CRC Press, 2006. 285 p.
10.	Robert H. Bishop. Mechatronic System Control, Logic, and Data Acquisition. Boca Raton: CRC Press, 2008. 755 p.
11.	Robert H. Bishop. Mechatronic Systems, Sensors, And Actuators. Boca Raton: CRC Press, 2007. 656 p.
12.	David G. Alciatore. Introduction to mechatronics and measurement systems. New York: McGraw-Hill Education, 2018. 609 p.
13.	Erika Ottaviano. Mechatronics for cultural heritage and civil engineering. Cham: Springer International Publishing, 2018. 372 p.
14.	Тренажер QNET Мехатронні датчики. Лабораторний практикум QNET-МЕСНКІТ – керівництво для викладача. 2015. – 120 с.

### Допоміжна література

15.	Цвіркун Л.І., Грулер Г. Робототехніка та мехатроніка. Навчальний посібник. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
16.	Ткачук В. Електромеханотроніка. Навчальний посібник – Львів: «Львівська політехніка», 2001. – 404 с.
17.	Алексієв В.О., Волков В.П., Калмиков В.І. Мехатроніка транспортних засобів та систем. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 176 с.



## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

18.	Платформа Tinkercad. – URL: <a href="https://www.tinkercad.com">https://www.tinkercad.com</a>
19.	Mechatronics - an international journal. – URL: <a href="https://www.journals.elsevier.com/mechatronics">https://www.journals.elsevier.com/mechatronics</a>
20.	IEEE Robotics and Automation Society. – URL: <a href="http://www.ieee-ras.org">http://www.ieee-ras.org</a>
21.	The IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS is a bimonthly periodical source. – URL: <a href="http://www.ieeeasme-mechatronics.org">http://www.ieeeasme-mechatronics.org</a>