

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, МЕРЕЖ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

ДИСЦИПЛІНИ

"РОБОТОТЕХНІЧНІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ"

Спеціальність - 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітній ступень – „Магістр”

Київ 2022

Національний університет біоресурсів і природокористування України

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, МЕРЕЖ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету інформаційних технологій



проф. О.Г. Глазунова

25 _____ 2022 р.

СХВАЛЕНО

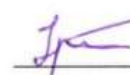
на засіданні кафедри
комп'ютерних систем,
мереж та кібербезпеки

Протокол №12 від «11» травня» 2022р.

Завідувач кафедри
(проф. Лахно В.А.)

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Комп'ютерні системи і мережі»

 _____ (Гусєв Б.С.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
" РОБОТОТЕХНІЧНІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ "**

Спеціальність - 123 – Комп'ютерна інженерія

Факультет інформаційних технологій

Розробник доцент, д.т.н. Болбот І.М.

1. Опис навчальної дисципліни
«Робототехнічні операційні системи»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Галузь знань	12 - Інформаційні технології	
Спеціальність	123 – «Комп'ютерна інженерія»	
Освітня програма	“Комп'ютерні системи і мережі”	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	20 год.	
Практичні, семінарські заняття	-	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	70 год.	
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	10 год. (5 тижн.)	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Робототехнічні операційні системи" є вибірковою навчальною дисципліною спеціальності - 123 «Комп'ютерна інженерія» у вищих закладах освіти при підготовці фахівців освітнього рівня "Магістр".

Місце дисципліни в реалізації основних завдань освітньої професійної програми (ОПП).

Серед основних завдань освітньої професійної програми необхідно виділити такі, як: вивчення операційних систем управління, аналіз можливостей різних кінематичних схем роботів, розуміння принципів функціонування електричних приводів, аналіз можливостей різних типів обчислювальних систем, розуміння принципів функціонування та робота з різними типами датчиків робототехнічних комплексів, розуміння принципів функціонування системи управління, розробка алгоритмів керування для найпростішого колісного робота, використання зворотного зв'язку в контурі управління, придбання базових навичок програмування низького рівня, програмна реалізація алгоритмів керування з використанням готових бібліотек, доробка та налагодження реалізованих алгоритмів за результатами експериментальних даних, оцінка якості реалізованих алгоритмів. Завдяки вивченню вищевказаних питань, студент здобуває знання та навички, необхідні для вивчення інших, більш спеціалізованих професійних дисциплін, а також набуває навик розробки і дослідження реального найпростішого робототехнічного комплексу в цілому.

Місце дисципліни в забезпеченні освітніх інтересів особистості студента з даної ОПП.

Дисципліна є одним з основних теоретико-практичних курсів з майбутньої спеціальності і дозволяє студенту освоїти мову теорії і практики розробки робототехнічних комплексів, скласти уявлення про зміст майбутньої спеціальності і представити своє місце в майбутній праці.

Місце дисципліни в задоволенні вимог замовників випускників університету даної ОПП.

Оскільки в процесі навчання студент отримує базові навички користування операційними системами та алгоритмічної розробки управління та програмної

реалізації низького рівня для робототехнічних комплексів з різними сенсорними системами, то його резюме зацікавить багатьох замовників.

Зазначене вище обумовлює необхідність ознайомлення студентів, що навчаються спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія, з основами і тенденціями розвитку теорії і практики реалізації робототехнічних систем.

Мета викладання курсу

Мета курсу "Робототехнічні операційні системи" полягає у вивченні студентами базових принципів програмування робототехнічних комплексів та отримання ними практичних навичок щодо вирішення конкретних завдань організації управління роботом.

Завдання курсу

В результаті вивчення дисципліни "Робототехнічні операційні системи" студент повинен:

- мати поняття про систему управління;
- знати основні типи апаратного забезпечення роботів;
- знати основні типи датчиків робототехнічних комплексів і принципів їх функціонування;
- мати знання роботи з датчиками
- мати базові знання програмування робототехнічних систем.

Набуття компетентностей.

Відповідно до освітньої програми підготовки фахівців за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» навчальна дисципліна забезпечує формування загальних і фахових компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до адаптації та дій в новій ситуації.
- ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК3. Здатність проектувати комп'ютерні системи та мережі з урахуванням цілей, обмежень, технічних, економічних та правових аспектів.

СК9. Здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.

СК11. Здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент набуде певні програмні результати, а саме

РН2. Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

РН10. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

Самостійна робота передбачає не тільки вивчення окремих теоретичних питань, але й виконання курсової роботи, орієнтованих на обов'язкове використання обчислювальної техніки і максимально наближених до реальних інженерних задач майбутньої спеціальності (спеціалізації).

Вивчений теоретичний матеріал з дисципліни повинен використовуватися і закріплюватися під час проведення лабораторних занять.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Механічна частина промислових робототехнічних комплексів														
Тема 1. Основні терміни та визначення.	1	24	4		6		14							
Тема 2. Склад та будова промислових роботів.	2	24	4		6		14							
Разом за змістовим модулем 1	48		8		12		28							
Змістовий модуль 2. Управління промисловими робототехнічними комплексами														
Тема 1. Датчики інформації промислових роботів.	3	24	4		6		14							
Тема 2. Елементи штучного інтелекту промислових роботів.	4	24	4		6		14							
Тема 3. Проектування промислових роботизованих систем.	5	24	4		6		14							
Разом за змістовим модулем 2	72		12		18		42							
Усього годин			20		30		70							

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення принципів роботи основних датчиків та виконавчих механізмів роботів	2
2	Розробка програми для забезпечення руху для робота Pololu m3pi	4
3	Операційна система для промислових роботів та маніпуляторів	4
4	Розробка 3D зображень з EinScan Se 3D Scanner	2
5	Комп'ютерне моделювання роботів та створення комп'ютерної 3D моделі робота з 3D Printer Anet E12	4
6	Створення інтерфейсу програми управлінням робота	2

7	Операційна система та розробка програми для робота андроїда XYZrobot	4
8	Операційна система робота Makeblock Music Robot Kit V2.0	2
9	Операційна система програмування робота LaserBot	4
10	Операційна система програмування робота Makeblock XY Plotter	2
Разом		30

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Робототехнічний комплекс для обстеження ґрунту.
2. Програмне забезпечення для маніпулятора розфасовки молочної продукції.
3. Робототехнічна система виміру показників мікроклімату в пташнику.
4. Прототип інтелектуальної системи для робототехнічного комплексу роздачі кормів на молочної фермі.
5. Експертна система робототехнічного комплексу для роботи у агресивному середовищі.
6. Розробка інтерфейсу для інтелектуальної робототехнічної системи моніторингу в тепличному комплексі.
7. Інформаційна система управління робототехнічним комплексом виміру показників мікроклімату в теплиці.
8. Інтерфейс для інтелектуальної робототехнічної системи візуалізації.
9. Підвищення ефективності роботи та розрахунок робототехнічного комплексу по сортуванню продукції АПК.
10. Робототехнічний комплекс для збирання продукції АПК.
11. Робототехнічна автоматизована лінія фасування продукції АПК.
12. Робототехнічний комплекс та програмне забезпечення управління технологічним процесом в галузі АПК.
13. Інформаційна система управління маніпулятором для переміщення продукції АПК.
14. Робототехнічна система складування продукції АПК.
15. Інформаційна система для управління робототехнічним комплексом прибирання кормів.

«Бланк тестових завдань»
 НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій _____
 Спеціальність 123
 Форма навчання денна
 Семестр 2 Курс 1
 ОС «Магістр»
 Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки _____
 Дисципліна Робототехнічні операційні системи
 Викладач (Болбот І.М.)
 «Затверджую»
 Завідувач кафедри _____(____)
 « 25 » травня 2022 р.

Білет № _____

Питання 1.

	Інтерактивні роботи на відміну від біотехнічних мають пристрої пам'яті для автоматичного виконання окремих дій і можуть управлятися по чергово оператором або автоматично.
1	Так
2	Ні

Питання 2.

	За типом управління робототехнічних системи поділяються на:
1	автоматичні
2	адаптивні
3	біотехнічні
4	інтерактивні
5	всі перелічені вище

Питання 3.

	(свій варіант відповіді) – складова частина маніпулятора, призначена для безпосереднього захоплення й утримання об'єктів, що переміщуються у просторі, а також виконання різних технологічних, спеціальних і дослідницьких операцій.
--	---

Питання 4.

	(свій варіант відповіді) – пристрій, що призначений для захоплення об'єктів маніпулювання, надійного їхнього втримання в процесі зміни просторового положення, а також забезпечення їхньої установки із заданою точністю щодо базових поверхонь.
--	---

Питання 5.

	Програма для моделювання робототехнічних систем
1	WinOLPC
2	ABB RobotStudio
3	Microsoft Robotics Developer Studio
4	PC ROSET

Питання 6.

	Скільки обов'язкових правил поведінки для роботів ви знаєте - (свій варіант відповіді)
--	---

Питання 7.

	Інформаційно-вимірювальна, або сенсорна система - це штучні органи почуттів робота, призначені для сприйняття й перетворення інформації про стан зовнішнього середовища й самого робота.
1	Так
2	Ні

Питання 8.

	Вкажіть елемент що відноситься до виконавчого механізму
1	маніпулятор
2	пристрій пересування
3	електричний двигун
4	система програмного керування
5	інформаційно-вимірювальна система

Питання 9.

	Вкажіть зайвий тип для роботизованих біотехнічних систем:
1	командні
2	інтелектуальні
3	копіюючі
4	напівавтоматичні
5	нема зайвого типу

Питання 10.

	Роботи, що призначенні для виконання певної, жорстко запрограмованої послідовності операцій, технологічного процесу, називаються - (свій варіант відповіді) .
--	--

Питання 11.

	До якого типу відноситься робот, що зображений на малюнку
	

Питання 12.

	Вкажіть відмітні ознаки роботів:
1	автономність
2	рухомість
3	універсальність
4	подібність
5	адаптивність

Питання 13.

	(свій варіант відповіді) - автономний пристрій, що складається з механічного маніпулятора і системи управління що перепрограмується, застосовується для переміщення об'єктів у просторі і для виконання різних виробничих процесів.
--	--

Питання 14.

	Штучний інтелект робота - це алгоритмічне й програмне забезпечення його інформаційно-керуючої системи, що володіє здатністю моделювати (відобразити) навколишнє середовище й вирішувати широкий клас інтелектуальних завдань за допомогою навчання на власному досвіді й адаптації до умов, що змінюються.
1	Так
2	Ні

Питання 15.

	Електроніка +Механіка + Програмування = (свій варіант відповіді)
--	---

Питання 16.

	Антропоморфні конструкції, зазвичай "що намагаються" на тіло людини й керовані їм, значно розширювальні його фізичні й рухові можливості це – <i>(свій варіант відповіді)</i>
--	---

Питання 17.

	Робот служить для вироблення законів керування механізмами виконавчої системи на основі закладеної програми з урахуванням сигналів зворотного зв'язку від сенсорної системи.
1	Так
2	Ні

Питання 18.

	<i>(свій варіант відповіді)</i> – прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем.
--	--

Питання 19.

	До елементи сенсорної системи робота відносяться телевізійні й оптико-електронні пристрої, лазерні й ультразвукові далекоміри, акустичні датчики й гідролокатори, тактильні, контактні й індукційні датчики, а також датчики положення, швидкості, сил і моментів, потенціометри, тахометри, акселерометри, крокові двигуни й т.п.
1	Так
2	Ні

Питання 20.

	<i>(свій варіант відповіді)</i> – автономно функціонуюча універсальна автоматична машина, призначена для відтворення фізичних, рухових і розумових функцій людини, наділена здатністю до адаптації й навчання в процесі активної взаємодії з навколишнім середовищем.
--	---

Питання 21.

	Назвіть способи переміщення роботів:
1	ползучі
2	колісні
3	стрибаючі
4	гусеничні
5	крокуючі

Питання 22.

	Вкажіть зайвий параметр, що визначає технічний рівень робота:
1	надійність
2	час програмування
3	потужність
4	габаритні розміри
5	автоматизованість
6	нема зайвого типу

Питання 23.

	Знайдіть відповідність пар класифікації промислових роботів за їх ознаками:	
1	За характером виконуваних технологічних операцій:	1 ✓ надлегкі (до 10 Н); ✓ легкі (до 100 Н); ✓ середні (до 2000 Н); ✓ важкі (до 10000 Н); ✓ надважкі (понад 10000 Н).
2	За видом виробництва:	2 ✓ електромеханічний; ✓ пневматичний; ✓ гідравлічний; ✓ комбінований.
3	За системою координат руки маніпулятора:	3 ✓ основні; ✓ допоміжні; ✓ універсальні.
4	За вантажопідйомністю:	4 ✓ прямокутна; ✓ циліндрична; ✓ сферична; ✓ сферична кутова (ангулярна) та ін.

5	За типом силового приводу:	5 ✓ з жорсткою програмою; ✓ перепрограмовувани; ✓ адаптивні; ✓ з елементами штучного інтелекту.
6	За видом програми:	6 ✓ ливарні; ✓ зварювальні; ✓ ковальсько-пресові; ✓ фарбувальні; ✓ транспортно-складські та ін.
7	За характером керування:	7 ✓ позиційні; ✓ контурні; ✓ комбіновані.

Питання 24.

	Як називається робот, що зображений на малюнку
	

Питання 25.

	Робот, який активно взаємодіє з навколишнім середовищем, у загальному виді повинен містити наступні системи:
1	керуючу
2	інформаційно-вимірювальну
3	систему зв'язку
4	виконавчу
5	всі перелічені

Питання 26.

	<i>(свій варіант відповіді)</i> – галузь науки і техніки, заснована на синергетичному об'єднанні вузлів точної механіки з електронними, електротехнічними і комп'ютерними компонентами, що забезпечують проектування і виробництво якісно нових модулів, систем і машин з інтелектуальним управлінням їх функціональними рухами.
--	--

Питання 27.

	Вкажіть зайвий тип для роботизованих інтелектуальних систем:
1	автоматизовані
2	супервізорні
3	інтелектуальні
4	діалогові
5	нема зайвого типу

Питання 28.

	Спеціальні крани-роботи відносяться до -
1	Роботів спеціального призначення
2	Маніпуляторів
3	Сільськогосподарських роботів
4	Промислових роботів
5	Транспортних роботів

Питання 29.

	Знайдіть відповідність пар між системами управління:	
1	автоматичні	1 супервізорні
2	біотехнічні	2 копіюючі
3	інтерактивні	3 інтелектуальні

Питання 30.

	Автооператори - непрограмувальні автоматичні маніпулятори, тобто пристрої, що виконують цикл нескладних дій по жорстко заданій, незмінній програмі, до роботів ставляться досить умовно.
1	Так
2	Ні

6. Методи навчання

При вивченні дисципліни «Робототехнічні операційні системи» використовуються 4 групи методів навчання:

▲ I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

Словесні	Наочні	Практичні
<ul style="list-style-type: none"> розповідь-пояснення бесіда лекція 	<ul style="list-style-type: none"> ілюстрація демонстрація 	<ul style="list-style-type: none"> лабораторні роботи практичні роботи реферати
Індуктивні методи		Дедуктивні методи
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних		розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
Репродуктивні методи		Творчі, проблемно-пошукові методи
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна, творча пізнавальна діяльність
Навчальна робота студентів під керівництвом НПП		Самостійна робота студентів

▲ II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

методи стимулювання інтересу до навчання	методи стимулювання обов'язку й відповідальності
<ul style="list-style-type: none"> створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу пізнавальні ігри навчальні дискусії аналіз життєвих ситуацій 	<ul style="list-style-type: none"> роз'яснення мети навчального предмета вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) заохочення та покарання в навчанні

▲ III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

Компетенції	Функції оцінювання навчальних досягнень студента
<ul style="list-style-type: none"> соціальні полікультурні комунікативні інформаційні 	<ul style="list-style-type: none"> контролююча; навчальна діагностично-коригуюча

<ul style="list-style-type: none"> • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності 	<ul style="list-style-type: none"> • стимулюючо-мотиваційна • виховна
--	---

▲IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети.

7. Форми контролю

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля 1 – результати семінарських виступів, тестових завдань, виконання лабораторних робіт. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання практичних робіт, тестових завдань, виконання лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється **на заліку**.

Оцінка **"Відмінно"** виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може

без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

8. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.12.2019 р. табл. 1.

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	Екзамен	Залік
90-100	Відмінно	зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$

9. Методичне забезпечення

1. Робототехнічні операційні системи (курс лекцій) (для студентів зі спеціальності - 123 – Комп'ютерна інженерія) – додається.

2 Робототехнічні операційні системи (лабораторний практикум) (для студентів зі спеціальності - 123 – Комп'ютерна інженерія) – додається.

3. Робототехнічні операційні системи (методичні вказівки для самостійної роботи студентів) (для студентів зі спеціальності - 123 – Комп'ютерна інженерія) – додається.

10. Рекомендована література

1. Asimo. Режим доступу: <http://asimo.honda.com/default.aspx>.
2. Ayres, Robert, and Steve Miller. «Industrial robots on the line.» The Journal of Epsilon Pi Tau 8.2 (1982): 2-10.
3. Chatterjee, N. (2014). Global industrial robotics market (product types, application, technology, end users and geography) - Global share, size, industry analysis, trends, opportunities, growth and forecast, 2013-2020. Portland, OR: Allied Market Research.
4. da Vinci Surgery. Режим доступу: <http://www.davincisurgery.com/>
5. E-Course Introduction to Microcontroller Programming. Режим доступу: <http://www.matrixsl.com/courses/itm>
6. Eric the Robot and the Future of Robotics in Industrial Automation. Режим доступу: <http://kingstar.com/ericrobot-humans-robots-living-harmoniously/>
7. Flexible robot manipulators: modelling, simulation and control. – (IET control series) Manipulators (Mechanism) Manipulators (Mechanism) -

- Automatic control I. Tokhi, A.K.M. ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ 148
Azad, Abul III. Institution of Engineering and Technology 629.8'92.
8. Flowcode. Режим доступу: <https://www.matrixsl.com/flowcode/>
 9. HAL robotics. Режим доступу: <http://www.hal-robotics.com>.
 10. Hiroshi Ishiguro Laboratories. Режим доступу: <http://www.geminoid.jp/en/index.html>.
 11. IDC FutureScape. Режим доступу: <https://www.idc.com/events/futurescapes>.
 12. International Views of STEM Education. Szu-Chun Chaniel Fan, John M. Ritz. Режим доступу: <http://www.iteea.org/Conference/PATT/PATT28/Fan%20Ritz.pdf>
 13. Introducing Kirobo Mini. Режим доступу: <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/articles-news-events/introducing-kirobo-mini>.
 14. Koch, D., Ollison, T., Berisso, K., Dalton, A., & Washer, B. (2015). ROBOTICS IN EDUCATION: A postsecondary perspective. *Techniques*, 90(7), 34-37.
 15. Matrix Technology Solutions. Режим доступу: <http://www.matrixsl.com/eblocks/boards/>
 16. Panasonic Revives Hospital Delivery Robot. Режим доступу:
 17. Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'backdoor' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
 18. RP-VITA ROBOT EXTENDS SPECIALIZED MEDICAL CARE. Режим доступу: <https://medtechboston.medstro.com/blog/2014/08/26/rp-vita-robot-extends-specialized-medical-care>.
 19. Valero, R., et al. «Robotic surgery: History and teaching impact.» *Actas Urológicas Españolas (English Edition)* 35.9 (2011): 540-545.
 20. Вікіпедія. Режим доступу: [uk.wikipedia.org/wiki/Скретч_\(мова_програмування\)](http://uk.wikipedia.org/wiki/Скретч_(мова_програмування)) ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ 150
 21. Електронний журнал 3DNews. Режим доступу : <http://www.3dnews.ru/658701>