


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства
та роботомеханічних систем» (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектно́ї групи

 Руденко Н.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

30 вересня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

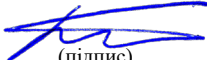
Робоча програма Основи проектування робототехнічних систем
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 131 «Прикладна механіка»

освітньою програмою: «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»

“ 18 ” червня 2021 року – 12 с.

Розробник: Баранов О.О., завідувач кафедри теоретичної механіки, машино-
знавства та роботомеханічних систем, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)




(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем

(назва кафедри)

Протокол № 11 від «30» червня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

О.О. Баранов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p>Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність 131 «Прикладна механіка» (код і найменування)</p> <p>Освітня програма «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси» (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>Виконання розрахунково-графічної роботи з проектування складального роботизованого технологічного комплексу</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 80/150		5
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4,375		Лекції*
		32 години
		Практичні*
		32 години
		Лабораторні*
	16	
	Самостійна робота	
	70 година	
	Вид контролю	
	Модульний контроль іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

$$\text{для денної форми навчання} - 80/70 = 1,14.$$

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – засвоєння основних положень щодо методів проектування автоматизованих систем та комплексів в машинобудуванні; а також методів проектування типових роботизованих комплексів для складання.

Завдання – вивчення структури гнучкого автоматизованого виробництва, доцільного рівня автоматизації та роботизації у залежності від типу виробництва, принципів проектування гнучких систем на рівні роботизованого технологічного модуля, методів забезпечення автоматизованої зборки, принципів вибору деталей та методи їх орієнтування для роботизованої зборки, правил побудування часових діаграм, основ економічної ефективності автоматизованих систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданою рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

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.

Програмні результати навчання:

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

РН13. Оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва.

РН14. Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Основи проектування робототехнічних систем» базується на загальних знаннях з дисциплін «Вступ до фаху» і «Математичні основи робототехнічних систем» та є базою для вивчення курсів «Основи конструювання роботів», «Інформаційні пристрої технічних систем», а також для дипломної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи ефективності процесу автоматизації та роботизації виробництва.

Тема 1. Робототехнічні системи як розвиток технічних систем. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Визначення робототехнічної системи як різновиду технічної системи. Визначення технологічного процесу, деталі, складальної одиниці та інших, необхідних для подальшого аналізу ефективності робототехнічних систем.

Тема 2. Основні поняття та визначення. Аналіз поняття «продуктивність». На основі наведених вище визначень аналізуються поняття технологічної, циклової, технічної та фактичної продуктивності. Аналіз коефіцієнту використання обладнання.

Тема 3. Типи виробництва та їх характеристики. Основні джерела підвищення ефективності виробництва та економії. Визначення типу виробництва. Графік розподілу часу завантаження виробництва. Аналіз чотирьох основних джерел підвищення ефективності виробництва та економії.

Тема 4. Автоматизація та її рівні (етапи). Склад гнучких роботизованих технічних систем (ГРТС). Визначення механізації та автоматизації виробництва. Рівні механізації та автоматизації. Структурна схема гнучких РТС.

Тема 5. Доцільний рівень автоматизації та застосування робототехнічних систем в залежності від типу виробництва. Аналіз доцільності впровадження різних рівнів автоматизації в залежності від типу виробництва. Рекомендовані границі практичного використання різних типів обладнання та рівнів автоматизації.

Тема 6. Основні схеми використання промислових роботів (ПР). Визначення та склад обладнання роботизованих технологічних комплексів. Аналіз найбільш типових схем використання ПР для виконання основних або допоміжних операцій. Типові структури РТК. Короткий перелік типового обладнання РТК.

Тема 7. Комплекс заходів під час підготовки виробництва до застосування промислових роботів (ПР). Типові структури РТК. Типове обладнання РТК.

Тема 8. Загальна схема функціонально повної системи автоматичної загрузки (САЗ) РТС. Аналіз функціональних пристроїв та обладнання САЗ РТС.

Тема 9. Накопичувальні та транспортні пристрої САЗ РТС. Механізми орієнтування заготовок. Касети, палети, магазини, контейнери. Конвеєри перервної та безперервної дії. Їх типи та варіанти. Тактові столи, лотки, підйомники. Пристрої, що реалізують такі схеми орієнтування заготовок, як надівання заготовки на крючок, западання у щілину, западання у фасонний виріз по профілю заготовки, поворот заготовки на фасонних губках та інших опорах, за центром тяжіння, западання заготовки у трубку, особі випадки орієнтування.

Тема 10. Завантажувально-орієнтуючі та допоміжні пристрої САЗ РТС. Т Бункерно-завантажувальні орієнтуючі пристрої. Вібраційні пристрої. Схеми та принцип роботи. Поворотні столи. Системи забезпечення безпеки життєдіяльності.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Складальні роботизовані технологічні комплекси

Тема 11. Загальна характеристика та структура складальних роботизованих технологічних комплексів (СРТК). Технологічні пристрої СРТК. Типові компоновки СРТК. Особливості автоматизації процесів складання. Стадії та елементи роботизованого складання. Вимоги до виробів, що підлягають роботизованого складання. Вимоги до ПР. Вимоги до технологічних пристроїв СРТК. Пристрої для виконання різноманітних технологічних операцій складання. Аналіз типових варіантів компоновок СРТК.

Тема 12. Складальні промислові роботи, що взаємодіють зі впорядкованим середовищем. Адаптивні та інтелектуальні складальні промислові роботи. Покоління ПР. Структурна схема взаємодії. Вимоги до ПР. Типи та моделі ПР. Орієнтування дотиком, пневматичні пристрої, фотоелектричний, акустичний, інфрачервоний, телевізійний, голографічний методи орієнтування. Екстремальні пристрої. Загальний вид ПР з адаптивним управлінням.

Тема 13. Етапи проектування архітектури складальних РТК. Аналіз комплексу документації на виробі. Розробка блок-схем технологічного процесу складання. Розробка часових діаграм. Перша економічна оцінка. Визначення вимог до системи. Побудова архітектурної моделі системи. Друга економічна оцінка. Розрахунок економічної ефективності СРТК. Вимоги до роботів, основного та допоміжного обладнання. Вибір промислових роботів. Відбір накопичувальних та транспортних пристроїв та механізмів орієнтування заготовок САЗ РТС. Розрахунок завантажувально-орієнтуючих та допоміжних пристроїв САЗ РТС. Проектування компонувальної схеми РТК.

Тема 14. Технічні системи як кінцеві автомати. Основні визначення. Стани автомата. Типи кінцевих автоматів. Представники кінцевих автоматів.

Тема 15. Аналіз кінцевих автоматів. Визначення реакції автомату на послідовність команд. Визначення минутого, тупикового та ізольованого підавтоматів.

Тема 16. Синтез кінцевих автоматів. Кодування команд, реакцій та станів автомату. Розробка комбінаційної схеми. Синтез схеми автомату.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л.		п.	лаб.	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основи ефективності процесу автоматизації та роботизації виробництва.					
Тема 1. Робототехнічні системи як розвиток технічних систем	4	1	1	–	2
Тема 2. Основні поняття та визначення. Аналіз поняття «продуктивність»	5	2	1	–	2
Тема 3. Типи виробництва та їх характеристики. Основні джерела підвищення ефективності виробництва та економії	5	2	1	–	2
Тема 4. Автоматизація та її рівні (етапи). Склад гнучких роботизованих технічних систем (ГРТС)	5	2	1	–	2
Тема 5. Доцільний рівень автоматизації та застосування робототехнічних систем в залежності від типу виробництва	4	1	1	–	2
Тема 6. Основні схеми використання промислових роботів (ПР). Визначення та склад обладнання роботизованих технологічних комплексів	6	2	1	1	2
Тема 7. Комплекс заходів під час підготовки виробництва до застосування промислових ро-	6	1	2	1	2

ботів (ІР)					
Тема 8. Загальна схема функціонально повної системи автоматичної загрузки (САЗ) РТС	7	1	2	2	2
Тема 9. Накопичувальні та транспортні пристрої САЗ РТС. Механізми орієнтування заготовок	8	2	2	2	2
Тема 10. Завантажувально-орієнтуючі та допоміжні пристрої САЗ РТС	8	2	2	2	2
Модульний контроль 1	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 1	60	16	16	8	20
Змістовий модуль 2. Складальні роботизовані технологічні комплекси					
Тема 11. Загальна характеристика та структура складальних роботизованих технологічних комплексів (СРТК). Технологічні пристрої СРТК. Типові компоновки СРТК	7	2	2	–	3
Тема 12. Складальні промислові роботи, що взаємодіють зі впорядкованим середовищем. Адаптивні та інтелектуальні складальні промислові роботи	9	2	2	2	3
Тема 13. Етапи проектування архітектури складальних РТК	9	2	2	2	3
Тема 14. Технічні системи як кінцеві автомати.	11	4	2	2	3
Тема 15. Аналіз кінцевих автоматів.	10	2	3	1	4
Тема 16. Синтез кінцевих автоматів.	12	4	3	1	4
Розрахунково-графічна робота	30	–	–	–	30
Модульний контроль 2	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 2	90	16	16	8	50
Усього годин	150	32	32	16	70

5. Теми семінарських занять (немає)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення в мову Python, дані та їх типи, основні математичні оператори, PER8. Приклади.	2
2	Оператор порівняння, оператори присвоювання, логічні оператори, оператори приналежності, оператори тотожності, бітові оператори.	2
3	Оператор розгалуження (If, elif, else). Приклади.	3
4	Цикли while, for. Використання else у циклах, нескінченні цикли, переривання циклів.	3
5	Функції у Python. Аргументи функцій. Область видимості змінних.	3
6	Абстракція списків (list comprehension).	3
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок та проектування кишенькового та гачкового бункера	4
2	Розрахунок та проектування секторного, шибєрного та щільового бункера	4
3	Розрахунок та проектування трубчатого бункера	2
4	Розрахунок та проектування вібраційного завантажувального пристрою	4
5	Проектування архітектури складального РТК	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення універсального ПР, спеціалізованого ПР, спеціального ПР, робочого простору та робочої зони ПР (Тема 1)	2
2	Способи підвищення продуктивності виробництва (Тема 2)	2
3	Основні джерела підвищення ефективності виробництва та економії (Тема 3)	2
4	Місце РТК у проблемі автоматизації машинобудування (Тема 4)	2
5	Характеристика типів виробництва (Тема 5)	2
6	Пристрої забезпечення безпеки життєдіяльності людини на роботизованому виробництві (Тема 6)	2
7	Комплекс заходів для підготовки механооброблюючого виробництва до застосування промислових роботів (Тема 7)	2
8	Історичний розвиток систем автоматичного завантаження (Тема 8)	2
9	Системи автоматичного завантаження конвеєрного виробництва (Тема 9)	2
10	Вторинне орієнтування заготовок (Тема 10)	2
11	Програмне, адаптивне, контурне та позиційне керування ПР, похибка позиціонування. Вакуумні та електромагнітні захватні пристрої роботів (Тема 11)	3
12	Телевізійні пристрої активного орієнтування. (Тема 12)	3
13	Зображення технологічних процесів за допомогою блок-схем та часових діаграм. Основні економічні показники виробництва під час впровадження нової техніки та розрахунок завантажувально-орієнтуючих пристроїв збирального РТК. Розробка компоувальної схеми системи автоматизованого складання (Тема 13)	3
14	Складальні РТК як кінцеві автомати (Тема 14)	3
15	Аналіз складальних РТК як кінцевих автоматів. Визначення станів. (Тема 15)	4
16	Синтез системи керування складального РТК (Тема 16)	4
	Разом	40

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічної роботи з проектування збирального роботизованого технологічного комплексу (Теми 11-17)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахунково-графічної роботи з проектування складального роботизованого технологічного комплексу (Теми 11-16)	30
	Разом	30

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Виконання та захист практичних робіт, виконання та захист РГР, письмового модульного контролю, фінальний контроль (іспит) у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).

12 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист практичних робіт	0..5	3	0..15
Виконання та захист лабораторних робіт	0..2,5	2	0..5
Модульний контроль	0..20	1	0..20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	0..5	3	0..15
Виконання та захист лабораторних робіт	0..2,5	2	0..5
Модульний контроль	0..20	1	0..20
Виконання та захист РГР	0..20	1	0..20
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту у вигляді письмового іспиту (комплексне завдання). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання 1	0..25	1	0...25
Теоретичне запитання 2	0..25	1	0...25
Вирішити задачу 1	0..25	1	0...25
Вирішити задачу 2	0..25	1	0...25
Всього за семестровий іспит			0...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи економічної ефективності автоматизованих систем
- етапи та рівні автоматизації
- структуру виробничого процесу автоматизованого машинобудівельного підприємства;
- правила вибору заготовок для автоматизованого виробництва.
- принципи організації впорядкованого робочого середовища роботів;
- принципи процесу орієнтації деталей в автоматизованих комплексах;
- принципи організації виробничого процесу на складальних роботизованих комплексах;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- обирати доцільний рівень автоматизації згідно з типом виробництва;
- організувати середовище промислового робота;
- організувати процес автоматизованого складання;
- обирати обладнання для автоматизованого складання;
- планувати компоновки роботизованих технологічних комплексів;

12.3. Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати модулі. Знати сутність й призначення принципи організації виробничого процесу, раціональних рівнів автоматизації, типові схеми застосування роботів, принципи організації впорядкованого середовища для функціонування промислових роботів, розробляти компонувальні схеми роботизованих технологічних комплексів, виконувати економічну оцінку, знати принципи роботи технологічних пристроїв складальних роботів.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти розраховувати бункерні завантажувальні пристрої.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. [Конструювання промислових робіт : навч. посіб. / Г. І. Костюк, О. О. Баранов, Ю. В. Широкий ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 136 с. - 978-966-662-757-8](#)
2. [Гнучкі робототехнічні комплекси для механічної обробки : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України / В. М. Павленко, Г. І. Костюк, О. О. Баранов \[и др. \] ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2014. - 168 с. - 978-966-662-335-8](#)
3. [Функціональні комплекси логістичних систем : навч. посіб. до практ. занять / Н. В. Руденко, Т. М. Соляник, О. О. Баранов ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 144 с. - 978-966-662-775-2](#)

14. Рекомендована література

Базова

1. Цвіркун Л. І. Робототехніка та мехатроніка : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. - Д. : НГУ, 2010.
2. Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун, Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. Варченко- Троценко, М.А. Гладун. Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с..
3. Мазепа С. С. Програмне керування роботами в РТК : навч. посібник для студ. вищих навч. закл.. - Л. : Видавництво Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2003.
4. Елементи робототехнічних пристроїв і модулі ГВС / Ямпольський Л.С., Поліщук М.М., Ткач М.М. — К.: Вища школа, 1992. — 431 с..

Допоміжна

1. Роботизированные технологические комплексы/ Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко, В.А. Фадеев. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. у-нт «Харьк.авиаци. ин-т», 2003.–214 с.
2. Загрузочно-ориентирующие устройства роботизированных технологических комплексов /Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко. – учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиаци. ин-т", 2004. – 114 с.

3. Костюк, Г.И. Гибкие производственные модули механической обработки. Часть 1: учеб. пособие / Г.И. Костюк, О.О. Баранов, М.С. Романов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – 92 с.
4. Костюк, Г.И. Гибкие производственные модули механической обработки. Часть 2: учеб. пособие / Г.И. Костюк, О.О. Баранов, М.С. Романов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – 92 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.tilda.ws/>

Сайт дисципліни <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2737>