

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК



(підпис)

Руденко Н.В.

(ініціали та прізвище)

«30» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ

(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 та комплекси»
«Інженерія логістичних систем»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

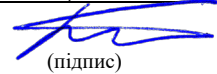
Робоча програма Проектування робототехнічних систем та комплексів
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 131 «Прикладна механіка»

освітньою програмою: «Роботомеханічні системи та комплекси»

“ 18 ” червня 2021 року – 11 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)



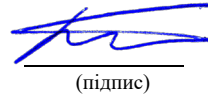
(підпис)

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 – 7	<p>Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність 131 «Прикладна механіка» (код і найменування)</p> <p>Освітня програма «Роботомеханічні системи та комплекси» (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>Виконання розрахунково-графічної роботи з проектування гнучкої автоматизованої лінії та ділянки механічної обробки</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 96/210		1
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6		Лекції*
самостійної роботи студента – 7,125		32 години
		Практичні*
		32 години
		Лабораторні*
	32 години	
	Самостійна робота	
	114 година	
	Вид контролю	
	Модульний контроль іспит	

Примітка

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

для денної форми навчання – $96/114 = 0,84$.

*Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на 1 годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – засвоєння положень щодо гнучких виробничих систем та методів проектування типових гнучких виробничих систем механічної обробки.

Завдання – вивчення структури гнучкого виробництва, принципів проектування гнучких виробничих ліній та ділянок, правил вибору основного технологічного обладнання, обладнання автоматизованих складів та транспортних шляхів, системи інструментального забезпечення, системи видалення залишків виробництва, контрольно-діагностичного обладнання гнучкого виробничого модуля, а також планування гнучкого виробництва.

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

ЗК2 – здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК5 – здатність розробляти та управляти проектами.

ФК1 – спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.

ФК3 – застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв’язків.

ФК7 – здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК9 – здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи чи структурного підрозділу при виконанні виробничих завдань, комплексних проектів, наукових досліджень. Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – показати знання методології, методів і методики розробки і постановки на виробництво нового виду продукції, зокрема на етапах виконання дослідно-конструкторських робіт та/або розробки технологічного забезпечення процесу її виготовлення.

ПРН9 – продемонструвати знання та розуміння основ організації виробничого процесу.

Міждисциплінарні зв’язки: вивчення курсу «Проектування робототехнічних систем та комплексів» базується на загальних знаннях з освітньої програми «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси» та є базою для вивчення курсів «Проектування гнучких автоматизованих виробництв», «Керування технічними об’єктами та процесами», а також для дипломної роботи магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Гнучкі виробничі системи (ГВС).

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Основи гнучкого виробництва». Загальні положення. Структура ГВС.

Тема 2. Види ГВС. Синхронні автоматичні лінії. Гнучкі автоматизовані лінії. Гнучкі автоматизовані ділянки. Гнучкі виробничі модулі. Області ефективного застосування. Структурна схема ГВС механічної обробки.

Тема 3. ГВС механічної обробки. Структурна схема ГВС механічної обробки. Вимоги до технологічності деталей. Основні вимоги під час проектування ГВС.

Тема 4. Гнучкі виробничі модулі (ГВМ). Функціональна структура ГВМ як основного елемента ГВС. Склад обладнання. Операційні та багатоопераційні верстати.

Тема 5. Організація потоку деталей та заготовок ГВМ. Способи базування та закріплення заготовок. Пристрої зміни та закріплення заготовок. Роботи. Автооператори. Прийомно-передаючі агрегати. Пристрої накопичення деталей та заготовок. Основні схеми роботизованих технологічних комплексів (РТК) механічної обробки.

Тема 6. Система інструментального забезпечення ГВМ. Пристрої накопичення інструментів. Пристрої транспортування інструментів. Автооператори. Інструментальні магазини. Матеріали різальних інструментів. Види зносу різального інструменту та методи боротьби з ним. Покриття різальних інструментів.

Тема 7. Автоматизована система видалення залишків виробництва. Технологічні проблеми видалення стружки. Загальна структурна схема системи видалення залишків виробництва. Рекомендації щодо видалення стружки із зони різання станків з ЧПК. Пристрої для видалення стружки із зони різання та від станка. Переробка стружки.

Тема 8. Система автоматизованого контролю та діагностики. Основні положення. Структурна схема системи автоматизованого контролю. Перелік основних параметрів системи СПД (станок-пристрій-інструмент-деталь) та умови застосування пристроїв контролю.

Тема 9. Організація потоку деталей в гнучких автоматизованих ділянках. Основні положення. Транспортувальне та накопичувальне обладнання.

Тема 10. Організація потоку інструменту в гнучких автоматизованих ділянках. Основні положення. Транспортувальне та накопичувальне обладнання.

Змістовий модуль 2. Системи масового обслуговування (СМО).

Тема 11. Загальна характеристика процесів масового обслуговування. Загальні структура систем МО. Характеристика потоків.

Тема 12. Марковські процеси. Рівняння Колмогорова.

Тема 13. Система масового обслуговування з очікуванням. Стаціонарний режим.

Тема 14. Окремі випадки систем масового обслуговування. Чиста система з очікуванням. Система з відмовами. Система з обмеженою довжиною черги.

Тема 15. Приклади систем МО. Регулювання черги. Автоматична телефонна станція. Обслуговування верстатів.

Тема 16. Розрахунок показників ефективності систем масового обслуговування. Одноканальна СМО з відмовами. Багатоканальна СМО з відмовами. Одноканальна СМО з обмеженою чергою. Одноканальна СМО з необмеженою чергою. Застосування в гнучкому виробництві.

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. Гнучкі виробничі системи (ГВС)					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Основи гнучкого виробництва».	9	1	–	–	8
Тема 2. Види ГВС.	10	2	–	–	8
Тема 3. ГВС механічної обробки.	10	2	–	2	6
Тема 4. Гнучкі виробничі модулі (ГВМ).	10	2	–	2	6
Тема 5. Організація потоку деталей та заготовок ГВМ.	9	1	–	2	6
Тема 6. Система інструментального забезпечення ГВМ.	14	2	4	2	6
Тема 7. Автоматизована система видалення залишків виробництва.	11	1	2	2	6
Тема 8. Система автоматизованого контролю та діагностики.	11	1	2	2	6
Тема 9. Організація потоку деталей в гнучких автоматизованих ділянках.	12	2	2	2	6
Тема 10. Організація потоку інструменту в гнучких автоматизованих ділянках.	14	2	4	2	6
Модульний контроль 1	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 1	112	16	16	16	64
Змістовий модуль 2. Системи масового обслуговування (СМО)					
Тема 11. Загальна характеристика процесів масового обслуговування.	8	2	–	2	4
Тема 12. Марковські процеси.	10	2	2	2	4
Тема 13. Система масового обслуговування з очікуванням.	12	2	4	3	3
Тема 14. Окремі випадки систем масового обслуговування.	14	4	4	3	3
Тема 15. Приклади систем масового обслуговування.	10	2	2	3	3
Тема 16. Розрахунок показників ефективності систем масового обслуговування.	12	4	2	3	3
Розрахунково-графічна робота	30	–	–	–	30
Модульний контроль 2	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 2	98	16	16	16	50
Усього годин	210	32	32	32	114

5. Теми семінарських занять (немає)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Система інструментального забезпечення ГВМ.	4
2	Автоматизована система видалення залишків виробництва.	2
3	Система автоматизованого контролю та діагностики.	2
4	Організація потоку деталей в гнучких автоматизованих ділянках.	2
5	Організація потоку інструменту в гнучких автоматизованих ділянках.	4
6	Модульний контроль 1	2
7	Марковські процеси.	2
8	Система масового обслуговування з очікуванням.	4
9	Окремі випадки систем масового обслуговування.	4
10	Приклади систем масового обслуговування.	2
11	Розрахунок показників ефективності систем масового обслуговування.	2
12	Модульний контроль 2	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять (немає)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення в мову Python, дані та їх типи, основні математичні оператори, PER8. Приклади.	4
2	Оператор порівняння, оператори присвоювання, логічні оператори, оператори приналежності, оператори тотожності, бітові оператори.	4
3	Оператор розгалуження (If, elif, else). Приклади.	6
4	Цикли while, for. Використання else у циклах, нескінченні цикли, переривання циклів.	6
5	Функції у Python. Аргументи функцій. Область видимості змінних.	6
6	Абстракція списків (list comprehension).	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні джерела підвищення ефективності виробництва та економії (Тема 1)	8
2	Рівні та етапи автоматизації (Тема 2)	8
3	Місце РТК у проблемі автоматизації машинобудування Гнучкі роботизовано технологічні системи (Тема 3)	6
4	Верстати токарної, свердлильно-фрезерно-розточної групи, шліфувальні верстати. (Тема 3)	6
5	Транспортні та накопичувальні пристрої конвеєрних ліній (Тема 5)	6
6	Різальний і допоміжний інструмент верстатів з ЧПК (Тема 6)	6
7	Утворення стружки під час механічної обробки (Тема 7)	6
8	Штатні пристрої контролю стану верстатів з ЧПК (Тема 8)	6
9	Робокари та траси ГВС (Тема 9)	6
10	Інструментальні автооператори ГВС (Тема 10)	6
11	Розподіл Пуасона (Тема 11)	4
12	Нестационарні рівняння Колмогорова (Тема 12)	4
13	Система МО з очікуванням та необмеженою чергою (Тема 13)	3
14	Система з обмеженою довжиною черги (Тема 14)	3
15	Обслуговування верстатів (Тема 15)	3
16	Розрахунок запасу зберігання для міжопераційного складу (Тема 16)	3
	Разом	114

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
15	Виконання розрахунково-графічної роботи з проектування гнучкої автоматизованої лінії та ділянки механічної обробки (Теми 1–10)	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..2,5	2	0..5
Виконання та захист лабораторних робіт	0..5	3	0..15
Модульний контроль	0..20	1	0..20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	0..2,5	2	0..5
Виконання та захист лабораторних робіт	0..5	3	0..15
Модульний контроль	0..20	1	0..20
Виконання та захист РГР	0..30	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 організації гнучких виробничих систем механічної обробки;
- рівні керування гнучкими виробничими системами;
- склад та принципи функціонування гнучких автоматизованих систем;
- верстати та обладнання, придатні для застосування в гнучких виробничих модулях;
- організацію потоку заготовок, інструменту та залишків виробництва;
- організацію контрольно-діагностичного устаткування;
- принципи регулювання потоків виробництва;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- вибирати деталі, придатні для виготовлення на гнучких автоматизованих модулях;
- вибирати номенклатуру та кількість основного технологічного обладнання для виготовлення необхідної партії запуску заготовок;

- організувати середовище промислового робота в роботизованих технологічних комплексах механічної обробки;
- організувати процес між операційного транспортування заготовок та інструменту;
- вибирати обладнання для видалення залишків виробництва;
- планувати компоновки гнучких виробничих систем;

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 видів гнучкої автоматизації, принципи організації потоків заготовок, деталей та інструменту, видалення залишків виробництва, розробляти компонувальні схеми гнучких автоматизованих ліній та ділянок, організацію складських та транспортувальних систем.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти розраховувати показники ефективності гнучкого виробництва як системи масового обслуговування.

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 роботів : 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. Роботизированные технологические комплексы/ Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко, В.А. Фадеев. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003.–214 с.
2. 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.
3. 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.

Допоміжна

1. Роботизированные производственные комплексы/ Ю.Г. Козырев, А.А. Кудинов, В.Э. Булатов и др.; под ред. Ю.Г. Козырева, А.А. Кудинова. – м.: машиностроение, 1997. – 272 с.
2. Белянин П.Н. Робототехнические системы для машиностроения. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
3. Модульное оборудование для гибких производственных систем механической обработки: Справочник/ Р.Э. Сафраган, Г.А. Кривов, В.Н. Татаренко и др.; Под ред. канд. техн. наук Р.Э. Сафрагана. – К.: Аверс, 2009. – 175 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.tilda.ws/>

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