

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем»
(№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Олег БАРАНОВ

(ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування гнучких автоматизованих виробництв

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G11 Машинобудування

Спеціалізація: G11.03 Технологічні машини та обладнання

Освітня програма: «Робототехнічні системи та комплекси»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Вводиться в дію з 01.09.2025

Харків - 2025

Розробник: професор каф. 202 Романов М. С., к.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус розглянуто на засіданні кафедри 202
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 26 » червня 2025 р.

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


(підпис)

Олег БАРАНОВ
(ім'я та прізвище)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лектор –



Романов Максим Сергійович, к.т.н., доцент. З 2008 з року викладає в університеті наступні дисципліни:

- фізико-технічні основи роботизованого виробництва;
- проектування гнучких автоматизованих виробництв;
- автономні мобільні роботи;
- різання металів.

Напрями наукових досліджень: нанесення покриттів іонно-плазмовим методом, керування густиною іонного струму в технологічних установках для нанесення покриттів, вплив покриттів на стійкість металорізального інструменту.

Семестр в якому викладається дисципліна – 2.

Код освітнього компонента – 202НМК1-В60/24-25.

Загальна кількість кредитів ЄКТС – 5, загальна кількість годин – 150.

Заплановані види навчальної діяльності – лекції – 16 (32 години), практичні заняття – 16 (32 години), поточний та підсумковий контроль у формі модульних робіт, виконання розрахунково-графічної роботи, екзамен.

Дисципліна може вивчатися за наступними формами здобуття освіти – денна, дистанційна, дуальна.

Пререквізити - Умовою для вивчення дисципліни є успішна атестація здобувача освіти за дисципліною "Проектування робототехнічних систем та комплексів".

Постреквізити – виконання кваліфікаційної роботи.

Мета: вивчення навчальної дисципліни "Проектування гнучких автоматизованих виробництв" полягає в формуванні у здобувача системи знань, умінь, способів мислення, спеціальних навичок для забезпечення спроможності проектувати гнучкі автоматизовані виробництва з урахуванням невеликої серійності та швидкої змінюваності виробів на виробництвах аерокосмічної галузі та інших машинобудівних виробництвах.

Завданням навчальної дисципліни є надання здобувачам глибоких знань щодо основних принципів створення гнучкого автоматизованого виробництва та тенденцій розвитку систем автоматизації основних та допоміжних виробничих процесів. Здобувачі повинні набути теоретичні знання та навички щодо проектування ГАВ для різних умов та етапів виробництв, з урахуванням особливих вимоги до продукції аерокосмічної галузі. Це обумовлює необхідність вивчення всіх стадій створення гнучких автоматизованих виробничих систем, а саме:

- дослідження об'єкту/об'єктів виробництва;
- проектування та конструювання виробів (адаптація до автоматизованого виробництва);
- технологічної підготовки виробництва;
- проектування основного та допоміжного виробництва;
- організації й функціонування виробництва;
- забезпечення організаційно-управлінської діяльності

Очікувані результати навчання

Після опанування дисципліни здобувач поглибить розуміння раніше набутих компетентностей та набуде нових компетентностей. **Перелік компетентностей**, на набуття яких при вивченні дисципліни ставиться акцент:

- здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми;
- здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність розробляти проекти та управляти ними;
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог;
- здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук;
- здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи;

- здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності;
- здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації;
- здатність застосовувати поняттєве-категоріальний апарат, загальну методологію та методи організації інженерної діяльності, аналізувати потреби та можливості автоматизації виробництва.

Очікується, що після опанування дисципліни студентом будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- уміти розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення;
- застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;
- розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів;
- оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах;
- розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки;
- вміти вибирати основне технологічне обладнання для виготовлення необхідної партії запуску деталей;
- володіти основами організації матеріальних та інформаційних потоків автоматизованого машинобудівного виробництва;
- оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва;
- здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів.

Мова викладання

Українська.

Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни "Проектування гнучких автоматизованих виробництв". Сучасні принципи управління виробництвом (Індустрія 4.0)

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Деякі відомості з історії автоматизації виробничих процесів. Верстати з ЧПК та їх розвиток. Основні та допоміжні технологічні операції, автоматизація цих операцій. Концепції типових та групових технологічних процесів, дискретизація технологічних процесів. Автоматизація транспортних операцій та операцій завантаження, встановлення та вивантаження деталей (роботизація). Гнучкі виробничі модулі (ГПМ) та гнучкі виробничі системи (ГПС). Індустрія 4.0. Навчальна гра – моделювання процесів на виробництві "Менеджер та виконавець".

Тема 2. Послідовність виконання проєктних робіт з розроблення гнучкого автоматизованого виробництва

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні*

Загальні положення. Послідовність проектування гнучкого автоматизованого виробництва. Розгляд етапів проектування та загальних вимог до проектування.

Тема 3. Аналіз та підготовка початкових даних проєкту. Аналіз виробу. Оцінка техніко-економічних показників виробництва

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні*

Проведення аналізу конструкції виробу та деталей, які входять до нього (номенклатурний аналіз). Програма випуску та програма запуску деталей у виробництво. Визначення типу виробництва. Визначення форми організації виробництва.

Тема 4. Розрахунок верстатоемності (станкоємності) процесу механічної обробки деталей

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Розрахунок верстатоемності (станкоємності) процесу механічної обробки деталей та трудоємності складальної операції. Розрахунок за технологічним

процесом (унормований час на технологічні операції). Визначення верстатоемності (станкоємності) процесу механічної обробки шляхом порівняння.

* - допускається та вітається використання матеріалів з курсових та розрахунково-графічних робіт з бакалаврської програми «Роботомеханічні системи та логістичні комплекси».

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Під час контролю перевіряється знання питань за темами 1-4.

Змістовний модуль 2.

Тема 5. Проектування складів та складських систем в гнучких автоматизованих виробництвах

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Класифікація складів. Типи автоматичних та автоматизованих складів. Структура складської системи. Складське обладнання. Приклади стандартизації складського обладнання. Класифікація накопичувачів. Структурні схеми накопичувальних підсистем. Основні схеми розміщення накопичувачів в гнучких виробничих системах. Транспортно-складська тара. Послідовність проектування складу. Вихідні дані. Склад підсистем виробничих складів. Підсистема прокату та штучних заготовок. Підсистема напівфабрикатів та готових виробів. Підсистема зберігання технологічного оснащення та допоміжних матеріалів.

Тема 6. Проектування транспортно-накопичувальної системи автоматизованого виробництва

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Класифікація транспортно-накопичувальної системи (ТНС) по способам транспортування. Технічні засоби ТНС. Конвеєри. Завантажувально-розвантажувальні пристрої: лоткові завантажувальні пристрої, бункерні завантажувальні пристрої, вібраційні завантажувальні пристрої. Транспортно-перевантажувальні пристрої: транспортні роботи та їх класифікація, пристрої заміни заготовок в основному технологічному обладнанні. Розрахунок кількості транспортних засобів.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Під час контролю перевіряється знання питань за темами 5-6.

Змістовний модуль 3.

Тема 7. Інструментальне забезпечення автоматизованих ділянок та цехів

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Призначення системи інструментального забезпечення. Визначення номенклатури та кількості інструментів, що використовуються. Організаційні принципи роботи системи інструментального забезпечення. Системи оперативного забезпечення інструментами верстатів з ЧПК: системи інструментального забезпечення гнучкої виробничої системи, організація подачі інструментів з центрального складу на верстати, кодування інструментів, організація заміни інструментів, організація контролю стану ріжучого інструмента. Ділянка розмірного налаштування інструментів для верстатів з ЧПК. Структура та алгоритми функціонування системи інструментального забезпечення. Визначення місткості центрального магазину інструментів. Рухомі транспортні механізми. Визначення кількості автооператорів. Розрахунок ділянки налаштування інструментів. Проектування заточувального відділення.

Тема 8. Метрологічне забезпечення виробництва

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Основні техніко-організаційні напрямлення автоматизації контрольних операцій. Структурно-функціональний алгоритм контрольної системи. Основні параметри та планувальні рішення системи контролю якості виробів. Випробування. Кількість обладнання та кількість персоналу.

Тема 9. Ремонтно-технічне обслуговування автоматизованих ділянок та цехів

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Надійність та ремонтпридатність обладнання. Призначення та обґрунтування структури системи ремонтно-технічного обслуговування. Категорії складності ремонту та трудоемність ремонтних робіт. Планування тривалості ремонтних циклів та простоїв під час ремонту обладнання. Техніко-організаційні напрямлення ремонтно-технічного обслуговування: організаційні форми

ремонту, діагностування обладнання. Проектування цехової ремонтної бази: склад підрозділів цехової ремонтної бази, річна програма ремонтів, режими роботи, фонди часу, трудоемність та станкоємність та завантаженість обладнання, розрахунок кількості та складу ремонтного обладнання, розрахунок чисельності та складу працюючих. Площа, розміщення та компоновка цехової ремонтної бази.

Тема 10. Розробка компоновочного плану ГВС та РТК з урахуванням допоміжних систем та служб

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Ознайомлення з необхідними допоміжними системами та службами, які необхідні для організації автоматизованого виробництва. Збір стружки на виробництві. Конвеєри для збору та транспортування стружки. Розрахунок продуктивності конвеєрів для збору та видалення стружки. Відділення з приготування, зберігання, передачі, очищення та регенерації змащувально-охолоджуючих рідин та мастил. Організація енергопотоків в цеху. Система охорони праці – призначення та структура. Основні принципи розміщення приміщень та засобів охорони праці. Розробка компоновочного плану гнучкої виробничої системи та робототехнічних комплексів: вибір параметрів будівлі, типи типових будівель для цехів машинобудівних заводів. Основні дані щодо елементів будівництва: основа будівель та споруд, фундаменти будівель та споруд, фундаменти під верстати та обладнання, стіни та колони, поли, двері та ворота, прилади освітлення. Розроблення компоновочного плану цеху. Визначення площі цеху. Планування розміщення обладнання. Компоновка гнучких виробничих систем та її типи. Умовні позначення на кресленнях та схемах.

Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота. Під час виконання РГР здобувачі аналізують виріб щодо технологічності, розраховують станкоємність виготовлення деталей та час на складальну операцію й випробування. Визначають кількість основного технологічного обладнання. Після чого проводяться розрахунки складської та транспортно-накопичувальної системи. Проектується система інструментального забезпечення. Також в роботі проектується допоміжні виробничі системи. Підсумком виконання роботи є розроблена компоновочна схема механоскладального виробництва у вигляді креслення. Також відається створення 3-D моделей робототехнічних комплексів, ділянок, загалом цеху.

Методи контролю

Проведення поточного контролю, модульного контролю, підсумкового контролю у вигляді іспиту.

Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	8	0...6 (6 максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...25	1	0...25
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	12	0...6 (6 максимальна кількість балів за цим показником)
Модульний контроль	0...25	1	0...25
<i>Змістовний модуль 3</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...2	12	0...8 (8 максимальна кількість балів за цим показником)
Розрахунково-графічна робота	0...50	1	0...50
<i>За семестр</i>			0...100

** - За умови виконання розрахунково-графічної роботи, написання двох модульних контрольних робіт, а також за наявності балів активності, що в загальній сумі з оцінкою за РГР дає більше ніж 60 балів, студент може отримати відповідну оцінку й не складати екзамен. Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.*

** - у випадку коли здобувач під час роботи в семестрі набирає кількість балів більшу ніж 100, здобувачеві виставляється підсумкова оцінка 100 балів.*

Сумарна оцінка отримана за РГР, модулі та активну роботу переводиться у семестрову оцінку відповідно до такої рекомендованої шкали переведення:

Прийнята шкала оцінювання: бальна та традиційна

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
75-89	добре	
60-74	задовільно	
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно (60-74) - мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати та здати розрахуково-графічну роботу. Написати дві модульні роботи. Знати послідовність проектування гнучкого автоматизованого виробництва. Уміти проводити базовий аналіз виробу. Вміти описати структуру складської системи автоматизованого виробництва та скомпонувати склад зі стандартних елементів, які пропонуються виробниками. Вміти підібрати транспортно-накопичувальну систему з існуючих стандартних рішень. Вміти підбирати металорізальні інструменти з каталогів, що пропонуються виробниками та використовувати норми часу, надані виробником обладнання та інструментів. Вміти проводити розрахунок необхідної кількості основного технологічного обладнання. Вміти компоувати основне та допоміжне технологічне обладнання у єдині виробничі комплекси.

Добре (75-89) - мати знання і уміння й навички для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати та здати розрахуково-графічну роботу. Написати дві модульні роботи. Додатково до вимог, які визначено для задовільної оцінки: уміти проводити ґрунтовний аналіз виробу, який потрібно виготовити; уміти самостійно проектувати роботехнічне обладнання та елементи ТНС та складської системи з урахуванням особливостей виробу; знати структуру допоміжних систем автоматизованого виробництва; уміти проводити базовий розрахунок допоміжних систем автоматизованого виробництва.

Відмінно (90-100) – мати знання, уміння й навички, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на будь які питання щодо проектування

гнучких автоматизованих виробництв з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів. Виконати та здати розрахунково-графічну роботу. Написати дві модульні роботи. Уміти самостійно пропонувати комплекс конструкторсько-технологічних рішень, які можуть підвищити ефективність виробничих процесів у порівнянні з рішеннями, які пропонуються виробниками стандартного обладнання для автоматизації основного та допоміжного обладнання виробництва, складської системи та її елементів, ТНС та її елементів. Уміти проводити аналіз скомпонованого гнучкого автоматизованого виробництва, формувати завдання для його додаткового дослідження. Уміти організовувати фахові комунікації з потенційними користувачами та замовниками ГАВ.

Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1147>

Література

Основна література

1. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування: навчальний посібник / Є.С. Пуховський, Ю.М. Малафєєв.. – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 286 с.
2. Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв : навчальний посібник / В. О. Іванов, І. М. Дегтярьов. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 203 с.
3. Процеси гнучких виробництв: навч. посібник / Ю.Д. Абрашкевич, Л.Є. Пелевін, О.А. Марченко. – Київ: КНУБА, 2019. – 212 с.

Додаткова література

1. Гнучкі автоматизовані цехи механічної обробки. Частина перша: рукопис/навчальні матеріали / О. Баранов, М. Романов. – Х.: ХАІ, 2024.
2. Гнучкі автоматизовані цехи механічної обробки. Частина друга: рукопис/навчальні матеріали / О. Баранов, М. Романов. – Х.: ХАІ, 2024.