



# Технологія гнучкого автоматизованого виробництва

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Воронцов Б.С.. voronts@gmail.com Практичні / Семінарські: д.т.н., проф. Воронцов Б.С.. voronts@gmail.com Лабораторні: ст.викл. Бецко Ю.М., betsko.uri@gmail.com</i>
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Технологія гнучкого автоматизованого виробництва» належить до циклу професійної підготовки студентів, що навчаються по програмі освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр» по спеціальності 131 Прикладна механіка.

Предметом навчальної дисципліни Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв є основні закономірності та типові алгоритми проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин в умовах сучасного гнучкого виробництва на базі управління мікропроцесорною технікою, що працює автоматично з використанням безлюдних технологій, особливості технологічної підготовки таких виробництв та вибір технологічного обладнання та складання компоновок гнучких автоматичних виробництв.

Міждисциплінарні зв'язки: базується на наступних дисциплінах: технологія машинобудування, автоматизація машинобудівних підприємств, металорізальні верстати та обладнання, промислові роботи, промислова електроніка та електротехніка, інструментальне забезпечення технологічних процесів. Набуті знання та вміння практично використовуються студентами у курсовому та дипломному проектуванні при вирішенні завдань технологічного підготовки виробництва та безпосередньо в умовах реального машинобудівного виробництва. Процеси механічного оброблення різанням є найбільш трудомісткою часткою технологічних процесів оброблення деталей машин у світовому машинобудівному виробництві і за прогнозними дослідження будуть залишатись такими на протязі значного періоду часу.

Причому при подальшому розвитку технологій механічного оброблення альтернативи обладнанню з програмним управлінням наразі не існує.

**Мета** викладання кредитного модуля «Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв» полягає у формуванні необхідного рівня знань та практичних здатностей з вирішення типових технологічних завдань, які вирішуються при технологічному підготовленні виробництва по виготовленню деталей машин в умовах сучасного багатоменклатурного автоматизованого виробництва, яке використовують гнучкі виробничі комплекси, включаючи автоматичні складські та транспортні системи.

**Основні завдання** кредитного модуля «Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв».

Формування необхідного рівня теоретичних знань з засобів автоматизації машинобудівного виробництва та з технологічного підготовлення виробництва в умовах багатоменклатурного автоматизованого виробництва. За результатами вивчення кредитного модуля «Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв» студенту необхідно мати сформований рівень знань основних закономірностей проектування технологічних процесів ефективного оброблення деталей машин в умовах сучасного автоматизованого машинобудівного виробництва.

#### **Знання:**

- знати загальні закономірності проектування технологічних процесів багатоменклатурного машинобудівного виробництва;
- знати методологію вирішення типових технологічних завдань, які вирішуються при проектуванні технологічних процесів в умовах автоматизованого виробництва;
- знати структурні схеми гнучкого автоматизованого виробництва;
- знати основні алгоритми вибору елементів та оснащення гнучких виробничих комплексів;
- знати основні закономірності проектування типових матеріальних потоків в структурі гнучких виробничих комплексів;
- знати основні закономірності розрахунку технологічних можливостей та продуктивності гнучких виробничих комплексів;
- знати особливості економічних розрахунків впровадження гнучких виробничих комплексів;
- знати основні методи оптимізації технологічних рішень в умовах багатоменклатурного автоматизованого виробництва.

#### **Уміння:**

- сформувати групу деталей за результатами аналізу конструктивних особливостей конкретних деталей та технологічних підходів до їх виготовлення;
- розробити варіативний технологічний процес для оброблення групової деталі;
- визначати економічні показники щодо можливості запровадження гнучкого автоматизованого виробництва;
- розробити структурну схему гнучкого автоматизованого виробництва;
- визначати технічні показники основного обладнання, автоматизованої транспортної та складської систем;
- вибрати технологічне обладнання та оснащення;
- моделювати технологічний процес оброблення заготовок в умовах гнучкого автоматизованого виробництва з урахуванням часу знаходження заготовки на позиціях оброблення і на позиціях транспортно-складської системи;
- вміти визначати основні економічні показники при впровадженні багатоменклатурного автоматизованого виробництва;
- вміти визначати, а також формулювати проблемні завдання, які постають перед наукою в зв'язку з розвитком науково-технічного прогресу в машинобудівній галузі.

#### **Досвід:**

- теоретичні знання та практичні вміння формують практичний досвід проектування технологічних процесів оброблення деталей машин в умовах багатоменклатурного автоматизованого виробництва;
- формує можливість виконувати аналіз можливості групування деталей з метою оцінки можливості запровадження гнучкого автоматизованого виробництва;
- випрацьовує навички проектування технологічних процесів в умовах гнучкого автоматизованого виробництва;
- забезпечує успішне виконання реальних технологічних завдань в умовах реального автоматизованого виробництва.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Проектування технологічних процесів» є узагальнюючою дисципліною, яка базується на вміннях, які формуються наступними навчальними дисциплінами, що складають технологічну підготовку спеціалістів: «Теорія різання», «Технологія машинобудування», «Обладнання та транспорт механообробних цехів», «Інструментальне забезпечення технологічних процесів», «Технологічна оснастка», «Технологічні процеси для верстатів з ЧПК», «Основи автоматизації машинобудування», «Промислові роботи», «Промислова електроніка та електротехніка».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1. Основні характеристики ГАВ</b>					
<i>Тема 1.</i> Основні терміни та визначення гнучкості технологічних систем структура ГАВ. Інтеграція механо-складального виробництва. Місце ГВС у машинобудівному виробництві.	8	2	-	-	6
<i>Тема 2.</i> Вимоги до об'єктів і технологічних процесів гнучкого виробництва. Технологічні проблеми багатоменклатурного виробництва. Елементи технологічного процесу в умовах ГАВ. Елементи технологічного процесу в умовах ГАВ	14	4	2	2	6
<b>Розділ 2. Технологічні засоби гнучких виробничих систем</b>					

1	2	3	4	5	6
<i>Тема 1.</i> Основне технологічне обладнання. Автоматизована транспортно-складська система	14	4	2	2	6
<i>Тема 2.</i> Пристрої технологічного оснащення. Автоматизована система інструментального забезпечення	16	4	2	4	6
<i>Тема 3.</i> Система автоматизованого контролю. Допоміжні системи. Автоматизовані системи управління.	6	2		-	8
<b>Розділ 3. Технологічна підготовка ГАВ</b>					
<i>Тема 1.</i> Задачі технологічної підготовки виробництва. Банки даних технологічного призначення. Групова технологія-основа гнучкого виробництва.	18	4	4	2	6
<i>Тема 2.</i> Уніфікація і групування технологічних об'єктів і рішень. Оцінка технологічності об'єктів гнучкого виробництва. Гнучка технологія заготівельного виробництва. Проектування технологічних процесів в умовах ГАВ.	14	4	2	2	6
<b>Розділ 4. Проектування гнучких виробничих систем</b>					
<i>Тема 1.</i> Задачі та порядок проектування ГВС. Системні принципи проектування ГВС. Проектування елементної технології. Вибір основного технологічного обладнання. Проектування системи інструментального оснащення ТП гнучкого виробництва. Проектування транспортно-складських систем.	14	4	2	2	6
<i>Тема 2</i> Оптимізація компоновочних рішень ГВС. Моделювання в задачах проектування ГВС..	6	-		-	6
<i>Тема 3.</i> Якісні показники гнучкого виробництва. Точність основного технологічного обладнання. Вплив системи базування деталі на точність обробки. Керування точністю	14	4		-	10

1	2	3	4	5	6
обробки. Точність обробки на взаємопов'язаному обладнанні.					
<i>Тема 4.</i> Основні напрями організації гнучкого машинобудівного виробництва. Економічна ефективність ГВС. Оперативне планування та керування. Соціально-економічні аспекти ГАВ.	14	4		-	10
Всього:	150	36	18	18	78

### РЕКОМЕНДОВАНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тематика та організація практичних занять повинна забезпечувати формування здатностей проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин для різних техніко-економічних умов виробництва. Проектування технологічних процесів передбачає послідовне виконання типових технологічних завдань, а саме:

- групування деталей, класифікація елементів вихідної інформації в умовах ГАВ;
- аналіз технологічності конструкції групи деталей в умовах безлюдного виробництва;
- проектування групового технологічного процесу для ГВС;
- проектування варіантів типових технологічних послідовностей оброблення всіх обробних поверхонь деталі з метою забезпечення варіативних технологій;
- розробка плану ГВС;
- вибір основного технологічного обладнання ГВС;
- вибір обладнання транспортно-складських систем обслуговування ГВС;
- проектування технологічного оснащення і вибір інструментального оснащення;
- визначення основних економічних показників функціонування ГВС.

Наведений перелік типових технологічних завдань необхідно в повному обсязі виконати при виконанні контрольної роботи по дисципліні. Тому на практичних заняттях необхідно сформувати практичні здатності їх виконання.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Зазначається: базова (підручники, навчальні посібники) та додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни.

Можна надати рекомендації та роз'яснення:

- де можна знайти зазначені матеріали (бібліотека, методичний кабінет, інтернет тощо);
- що з цього є обов'язковим для прочитання, а що факультативним;
- як саме студент/аспірант має використовувати ці матеріали (читати повністю, ознайомитись тощо);
- зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни.

Бажаємо зазначати не більше п'яти базових джерел, які є вільно доступними, та не більше 20 додаткових.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><b>Лекція 1.</b> Основні терміни та визначення. Інтеграція механоскладального виробництва. Місце ГВС у машинобудівному виробництві.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 8.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: основні терміни та визначення; особливості інтеграції механоскладального виробництва, технологічні можливості ГВС.</p>
2	<p><b>Лекція 2.</b> Вимоги до об'єктів і технологічних процесів гнучкого виробництва. Технологічні проблеми багатомоделного виробництва. Елементи технологічного процесу в умовах ГАВ.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 4.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити вимоги до об'єктів і технологічних процесів гнучкого виробництва; елементи технологічного процесу в умовах ГАВ.</p>
3	<p><b>Лекція 3.</b> Основне технологічне обладнання. Автоматизована транспортно-складська система.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 5.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: основне технологічне обладнання в ГВС; склад АТСС, її основні функції, характеристики, класифікацію, обладнання; вимоги щодо технологічного оснащення ГВС.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 3, 4, 6, 9.</p> <p>вивчити: вимоги при створенні автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АТСПВ) та принципи її організації; особливості технології гнучкого виробництва, методи групування деталей та основні принципи розробки групового процесу.</p>
4	<p><b>Лекція 4.</b> Пристрої технологічного оснащення. Автоматизована система інструментального забезпечення (АСІЗ).</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 5.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> призначення і основні функції АСІЗ; системи інструментального забезпечення та контролю зносу інструмента; системи управління інструментальним забезпеченням.</p>
5	<p><b>Лекція 5.</b> Задачі технологічної підготовки виробництва. Банки даних технологічного призначення. Групова технологія – основа гнучкого виробництва.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 3, 4, 6, 9.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: вимоги при створенні автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АТСПВ) та принципи її організації; особливості технології гнучкого виробництва, методи групування деталей та основні принципи розробки групового процесу.</p>
6	<p><b>Лекція 6.</b> Уніфікація і групування технологічних об'єктів і рішень. Оцінка технологічності об'єктів гнучкого виробництва.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 3, 4, 6, 9.</p>

	<p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: види уніфікації, групування даних, вимоги до технологічності та її оцінка; методи проектування САПР ТП, організацію їх розробки, ситуативне проектування ТП, автоматизацію підготовки управляючих програм.</p> <p>Задачі та порядок проектування ГВС. Системні принципи проектування ГВС. Проектування елементної технології. Вибір основного технологічного обладнання. Проектування системи інструментального оснащення ТП гнучкого виробництва. Проектування транспортно-складських систем (АТСС).</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 3, 9.</p>
7	<p><b>Лекція 7.</b> Гнучка технологія заготівельного виробництва. Проектування технологічних процесів в умовах ГАВ.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 3, 4, 6, 9.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: задачі проектування ГВС, послідовність проектування і створення ГВС; задачі вибору ТО, організацію роботи АСІЗ та її основні функції; склад АТСС, основні етапи її проектування.</p>
8	<p><b>Лекція 8.</b> Якісні показники гнучкого виробництва. Точність основного технологічного обладнання. Вплив системи базування деталі на точність обробки. Керування точністю обробки. Точність обробки на взаємопов'язаному обладнанні.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 3, 9.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: основні складові сумарної похибки обробки; основні принципи адаптивного керування верстатами; основні характеристики точності верстатів; принципи організації ГАВ; джерела економічної ефективності ГВС; показники прямої та непрямої економії в ГВС.</p>
9	<p><b>Лекція 9.</b> Основні напрями організації гнучкого машинобудівного виробництва. Економічна ефективність ГВС. Оперативне планування та керування. Соціально-економічні аспекти ГАВ.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><u>Література:</u> 1, 2, 3, 4, 6, 9.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> вивчити: принципи моделювання функціонування ГВС, вичення на основі моделі основних показників ГВС; розрахунок економічних показників ефективності функціонування ГВС.</p>

## 12. Рекомендована література

### 12.1. Базова

1. Учебный посібник "Технологічні основи ГАВ", Пуховський Є.С., вид. "Техніка", 1989р., 232с.
2. Учебный посібник "Гнучкі виробничі системи машинобудівного виробництва", вид. Мінвузу, 1991р., 218с.
3. Учебный посібник "Проектування гнучких виробничих систем", вид. Мінвузу, 1991р., 208с.
4. Пуховский Е.С., Мясников Н.Н. Технология гибкого автоматизированного производства. - Киев: Техніка, 1989. -238с.
5. Станочное оборудование гибких производственных систем/ Е.С.Пуховский, А.Б.Кукарин, И.В.Вовченко, Г.С.Грачев; Под общ.ред. Е.С.Пуховского. -К.: Техника, 1990. -236с.
6. Пуховский Е.С., Кукарин А.Б. Проектирование станочных систем многономенклатурного производства. -К.: Техника, 1997-212с.
7. Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва до проведення практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт з курсу

*«технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва» для студентів спеціальності 7.090202 «Технологія машинобудування» всіх форм навчання /Укл. Є.С. Пуховський, Ю.М. Малафєєв, Ю.М. Бецко. – К. ІВЦ «Видавництво “Політехніка”», 2011. – 72с.*

*8. Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної і контрольної робіт з дисципліни «Технологічні основи ГАВ» для студентів спеціальності 7.090202 «Технологія машинобудування» усіх форм навчання /Укладачі: Є.С.Пуховський, Ю.М. Малафєєв, Ю.М.Бецко. – К. НТУУ «КПІ», 2012. - 72с.*

*12.2. Допоміжна*

*9. Системы управления гибким автоматизированным производством/ А.А.Краснопрошина, В.В.Крижановский, Л.Ф.Компанец и др.; Под общ.ред. А.А.Краснопрошиной. -К.: Вища шк., 1987. -363с.*

## **6. Самостійна робота студента**

*Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.*

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:*

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);*
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*
- правила захисту лабораторних робіт;*
- правила захисту індивідуальних завдань;*
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
- політика дедлайнів та перескладань;*
- політика щодо академічної доброчесності;*
- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.*

### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / семестровий рейтинг більше 36 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено



## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);*
- *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*
- *інша інформація для студентів/аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено д.т.н., проф. Воронцов Борис Сергійович

**Ухвалено** кафедрою Технології машинобудування (протокол № 1 від 31.08.2023)

**Погоджено** Методичною комісією НН ММІ (протокол № 1 від 31.08.2023)