



ОСНАСТКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</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)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальний 4 кред.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц. Лашина Ю.В., lashyna.yuliia@lil.kpi.ua</i> Практичні: <i>к.т.н., доц. Лашина Ю.В., lashyna.yuliia@lil.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTkzNjMxMTEzODk5?cjc=3z5g3g7</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасний спеціаліст з технології машинобудування повинен знати, крім різних методів обробки деталей та проектування заготовок, ще і підходи до проектування оснастки автоматизованого виробництва, особливості технологічної підготовки автоматизованого виробництва та обладнання, пристрої і інструмент, які використовуються при виконанні переходів оброблення різанням та складальних робіт.

Мета дисципліни – вивчення особливостей технологічної підготовки автоматизованого механоскладального виробництва, проектування та вибору його оснащення, щоб у подальшому самостійно у виробничих умовах застосовувати отримані знання. Набуття знань: особливостей ходу технологічної підготовки автоматизованого виробництва; основних залежностей та взаємозв'язків, які виникають при проектуванні (в тому числі автоматизованому) технологічних процесів автоматизованого виробництва; основних методів забезпечення надійності складальних виробів та технології їхнього виготовлення; основних вимог, які пред'являються до технологічності конструкцій деталей, вузлів та машин; обладнання, пристрої та інструменти, які використовуються при виконанні автоматизованих робіт.

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

Дисципліна відноситься до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки. Вивчення дисципліни базується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін «Деталі машин і основи конструювання», «Метрологія, стандартизація і сертифікація», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Технологія машинобудування», «Теорія автоматичного управління». Знання, які

отримають студенти при вивченні цієї дисципліни, використовуються в подальшому при виконанні курсових та дипломного проектів, у виробничій діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Всього	Лекції	Практичні (семінарські)	СРС
Тема 1. Технологічні процеси як основа автоматизованого виробництва у машинобудуванні	12	4	4	4
Тема 2. Продуктивність автоматизованих систем і засоби їх оснащення	20	6	8	6
Тема 3. Умови застосування автоматичного складання	24	8	4	12
Тема 4. Автоматизація механоскладального виробництва	36	10	12	14
Тема 5. Управління технологічними об'єктами і процесами та надійність автоматизованих систем	14	4	4	6
Тема 6. Моделювання роботи автоматизованих систем і комплексна автоматизація	14	4	4	6
Всього годин	120	36	36	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Технологія автоматизованого виробництва: Підручник / О.О.Жолобов, В.А.Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
2. „Обладнання автоматизованого виробництва“ „Сучасні тенденції розвитку систем автоматизації“ для поглибленого вивчення дисципліни: Навчальний посібник / І.І. Верба, О.В. Даниленко, О.В. Самойленко. – КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 260 с
3. Наукові основи складання машин: конспект лекцій / укладачі: В. І. Савчук, О. В. Івченко – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 212 с.

Додаткова література

4. Boothroyd, G. Assembly automation and product design / Geoffrey Boothroyd. 2nd ed. ISBN 1-57444-643-6, CRC Press Taylor & Francis Group, 2005
5. Савуляк, В. В. Складальні процеси в машинобудуванні : навчальний посібник / укладач: В. В. Савуляк – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 99 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Тема 1. Технологічні процеси як основа автоматизованого виробництва у машинобудуванні	
1	Лекція 1. Технологічні процеси в умовах автоматизованого виробництва 1.1. Особливості проектування технологічних процесів в умовах автоматизованого виробництва 1.2. Основні принципи побудови технології механічної обробки в автоматизованих виробничих системах 1.3. Типові та групові технологічні процеси Дидактичні засоби: Електронна презентація.
2	Лекція 2. Організація механічного оброблення та складання в автоматизованих виробничих системах 2.1. Основні вимоги до технології та організації механічної обробки в переналагоджуваних автоматизованих виробничих системах 2.2. Особливості розробки технологічних процесів автоматизованого та роботизованого складання 2.3. Напрями розвитку машинобудівного виробництва Дидактичні засоби: Електронна презентація.
Тема 2. Продуктивність автоматизованих систем і засоби їх оснащення	
3	Лекція 3. Вибір технологічного обладнання автоматизованих виробничих систем 3.1. Технологічне обладнання та принципи побудови автоматизованих виробничих систем. 3.2. Продуктивність автоматизованих систем 3.3 Вибір технологічного оснащення та промислових роботів в автоматизованому виробництві. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
4	Лекція 4. Особливості конструкцій інструменту та пристроїв в автоматизованому виробництві 4.1. Автоматизація завантаження, транспортування та складування виробів в умовах автоматизованого виробництва. 4.2. Особливості конструкцій інструменту та пристроїв в автоматизованому виробництві Дидактичні засоби: Електронна презентація.
5	Лекція 5. Компонівка автоматизованих виробничих систем 5.1. Схеми компоновки автоматизованих виробничих систем. 5.2. Економічна ефективність автоматизації виробництва Дидактичні засоби: Електронна презентація.
Тема 3. Умови застосування автоматичного складання	
6	Лекція 6. Технологічність конструкцій виробів при автоматичному складанні 6.1. Види технологічності. 6.2. Технологічність конструкцій складальних одиниць. 6.3. Технологічність конструкцій з'єднань. 6.4. Технологічність деталей при складанні. 6.5. Оцінювання технологічності конструкції. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
7	Лекція 7. Умови виконання автоматичного складання 7.1. Просторове відношення деталей. 7.2. Загальні умови можливості автоматичного складання деталей. 7.3. Параметри, що впливають на можливість

	автоматичного складання. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
8	Лекція 8. Етапи процесу автоматичного з'єднання деталей 8.1. Послідовність автоматичного з'єднання деталей. 8.2. Вплив виникаючих інерційних похибок. 8.3. Геометричні параметри автоматичного складання деталей. 8.4. Сили, що виникають при автоматичному з'єднанні деталей, та їх вплив. 8.5. Вплив динаміки утворення з'єднання на умови автоматичного складання. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
9	Лекція 9. Базування та відносне орієнтування деталей при автоматичному складанні 9.1. Способи та схеми базування деталей складального виробу. 9.2. Способи відносної орієнтації деталей при складанні. 9.3. Вибір раціональних схем базування та відносної орієнтації деталей складального виробу. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
Тема 4. Автоматизація механоскладального виробництва	
10	Лекція 10. Автоматизація складання типових з'єднань 9.1. Складання різьбових з'єднань. 9.2. Складання циліндричних з'єднань. 9.3. Складання шпонкових та шліцьових з'єднань. 9.4. Складання заклепкових з'єднань. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
11	Лекція 11. Автоматичне складальне обладнання 10.1. Класифікація та характеристика складального обладнання. 10.2. Складальне обладнання агрегатно-модульного типу. 10.3. Складальні верстати. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
12	Лекція 12. Роботизація складальних робіт 11.1. Складальні роботи. 11.2. Складальні лінії. 11.3. Роботизовані технологічні комплекси складання. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
13	Лекція 13. Типові елементи автоматичного складального обладнання 12.1. Автоматичні завантажувальні пристрої. 12.2. Пристрої базування. 12.3. Пристрої відносної орієнтації деталей. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
14	Лекція 14. Пристрої складання груп деталей 13.1. Складальні головки. 13.2. Пристрої одночасного завантаження і складання групи деталей. 13.3. Пристрої контролю Дидактичні засоби: Електронна презентація.
Тема 5. Управління технологічними об'єктами і процесами та надійність автоматизованих систем	
15	Лекція 15. Засоби управління технологічними об'єктами і процесами 14.1. Загальне уявлення про управління технологічними об'єктами. 14.2. Виконавчі механізми систем управління технологічними об'єктами. 14.3. Вимірювальні пристрої, датчики зворотного зв'язку. 14.4. Розвиток систем управління технологічними об'єктами. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
16	Лекція 16. Надійність, контроль і діагностика в автоматизованому виробництві 15.1. Економічні та соціальні аспекти надійності. 15.2. Зв'язок надійності з продуктивністю. 15.3. Методи підвищення надійності автоматизованих систем. 15.4. Стендові випробування на надійність. 15.5. Контроль та діагностика якості продукції Дидактичні засоби: Електронна презентація

Тема 6. Моделювання роботи автоматизованих систем і комплексна автоматизація	
17	Лекція 17. Математичне моделювання автоматизованих систем 17.1. Вимоги до математичних моделей та їх класифікація. 17.2. Структурні моделі. 17.3. Математичні моделі на різних ієрархічних рівнях. 17.4. Моделювання роботи автоматизованих систем. Дидактичні засоби: Електронна презентація.
18	Лекція 18. Віртуальні виробничі системи 18.2. Інтеграція автоматизованого проектування виготовлення деталей. 18.3. Розвиток інформаційних технологій та створення віртуальних виробничих систем. 18.4. Основні аспекти і технології Індустрії 4.0. Дидактичні засоби: Електронна презентація.

5.2 Практичні заняття

Практичні заняття охоплюють основні теми лекційного матеріалу і розглядають питання практичного застосування отриманих знань. Їх тематика така:

№ №	Назва і зміст	З якою темою пов'язане	К-сть годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення з силабусом, видача варіантів завдань.	1	2
2	Аналіз технологічності конструкції виробу в умовах автоматизації	3	4
3	Моделювання процесу складання деталей з компонентом Assembly Station (в середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation)	2	4
4	Моделювання процесу демонтажу деталей із компонентом DismantleStation (в середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation)	2	4
5	Моделювання встановлення однакових деталей за допомогою роботів (в середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation)	4	4
6	Моделювання встановлення різних деталей за допомогою роботів (в середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation)	4	4
7	Переміщення складальних виробів між позиціями складання на конвейєрі (в середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation)	4	4
8	Вивчення автоматичного маніпулятора із програмним керуванням	5	4
9	Вивчення роботи і визначення характеристик вібраційного бункерного живильника	6	4
	Останнє заняття - залікове	1	2
Всього:			36

5.3. Лабораторні заняття

Не передбачені

5.4. Індивідуальні завдання

Не передбачені

5.5. Контрольні роботи

МКР виконується на 7 тижні навчання. Запитання МКР відповідають тематиці лекційних та практичних занять.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<p>Тема 1. Технологічні процеси як основа автоматизованого виробництва у машинобудуванні</p> <p>Завдання на СРС: Розглянути особливості проектування технологічних процесів в умовах автоматизованого виробництва. Ознайомитись з прикладами типових та групових технологічних процесів. Вивчити основні вимоги до технології та організації механічної обробки в переналагоджуваних автоматизованих виробничих системах.</p> <p>Дидактичні засоби: Електронна презентація.</p> <p>Література: [1-2].</p>	4
2	<p>Тема 2. Продуктивність автоматизованих систем і засоби їх оснащення</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з особливостями вибору технологічного обладнання автоматизованих виробничих систем. Розібратись з особливостями конструкцій інструменту та пристроїв в автоматизованому виробництві, розглянути приклади. Вивчити схеми компоновки автоматизованих виробничих систем.</p> <p>Дидактичні засоби: Електронна презентація.</p> <p>Література: [1-2].</p>	6
3	<p>Тема 3. Умови застосування автоматичного складання</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з основними вимогами до технологічності конструкцій виробів при автоматичному складанні. Розглянути приклади. Виконати аналіз технологічності конструкції відповідно до варіанту завдання. Ознайомитись з умовами виконання автоматичного складання. Розглянути етапи процесу автоматичного з'єднання деталей. Вивчити особливості базування та відносного орієнтування деталей при автоматичному складанні.</p> <p>Дидактичні засоби: Електронна презентація.</p> <p>Література: [2-3, 4, 5].</p>	12
4	<p>Тема 4. Автоматизація механоскладального виробництва</p> <p>Завдання на СРС: Ознайомитись з особливостями автоматизації складання типових з'єднань та механізованим обладнанням, яке використовується. Розглянути автоматичне складальне обладнання та особливості роботизації складальних робіт. Вивчити типові елементи автоматичного складального обладнання. Ознайомитись з конструкціями пристроїв, призначених для складання груп деталей. Ознайомитись з середовищем Siemens Tecnomatix Plant Simulation (Student Edition) та особливостями роботи в ньому. Виконати індивідуальні завдання практичних робіт.</p> <p>Дидактичні засоби: Електронна презентація. Довідка Siemens Tecnomatix Plant Simulation.</p> <p>Література: [1-3, 4, 5].</p>	14
5	<p>Тема 5. Управління технологічними об'єктами і процесами та надійність автоматизованих систем</p> <p>Завдання на СРС: Повторити основи управління технологічними об'єктами. Розглянути виконавчі механізми систем управління технологічними об'єктами. Ознайомитись з вимірювальними пристроями, датчиками зворотного зв'язку. Розглянути економічні та соціальні аспекти надійності, а також зв'язок</p>	6

	надійності з продуктивністю. Ознайомитись з методами підвищення надійності автоматизованих систем. Дидактичні засоби: Електронна презентація. Література: [1-3].	
6	Тема 6. Моделювання роботи автоматизованих систем і комплексна автоматизація Завдання на СРС: Вивчити вимоги до математичних моделей та їх класифікацію. Розглянути структурні моделі та математичні моделі на різних ієрархічних рівнях. Ознайомитись з особливостями моделювання роботи автоматизованих систем. Розглянути розвиток інформаційних технологій та створення віртуальних виробничих систем. Ознайомитись з основними аспектами і технологіями Індустрії 4.0. Дидактичні засоби: Електронна презентація. Література: [1-3].	6
	Всього:	48

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;
- 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) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>, ;
- правила захисту індивідуальних завдань: кожен студент особисто здає індивідуальні роботи;
- в даному кредитному модулі наявні штрафні і заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37>;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170;

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом
Таблиця 8.1.

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять			
		Лек.	Прак.	Лаб.	СРС
8	120	36	36	-	48

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 8 практичних робіт.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

8.1. Практичні роботи (r_1)

Ваговий бал однієї практичної роботи для робіт становить 10 балів (табл. 8.2).

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи: $r_1 = 8 \text{ робіт} \times 10 \text{ балів} = 80 \text{ балів}$.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Таблиця 8.2

Бали	Критерій оцінювання
10	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
9	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
8	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
7	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
6	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.

8.2. Модульний контроль (r_2)

Модульна контрольна робота виконується протягом двох академічних годин і має на меті перевірку теоретичних знань студентів. Ваговий бал МКР становить 20 балів (табл. 8.3).

$r_2 = 20 \text{ балів}$.

Рейтингові бали МКР Таблиця 8.3

Бали	Критерій оцінювання
20	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
18	Вірна відповідь на 90 % питань
16	Вірна відповідь на 80 % питань
14	Вірна відповідь на 70 % питань
12	Вірна відповідь на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній без поважної причини

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл.8.3). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (-5)$ балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+5)$ балів.

Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 8.3

Дія	Бали
Несвоєчасне подання результатів практичного заняття*. * на період воєнного стану не діє	- 1 (але в сумі не більш ніж «- 5» балів)

Участь у модернізації практичних робіт	+ 2 бали
Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	+ 3...5 балів
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	+1 бал

8.4 Умови рубіжної атестації

Не передбачено

8.5. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_d):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_d = R_c = r_1 + r_2 = 80 \text{ пр} + 20 \text{ мкр} = 100 \text{ балів.}$$

Залік виставляється на останньому за розкладом занятті відповідно до набраних студентом балів протягом семестру.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 36	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою розглядається в індивідуальному порядку.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Лашина Ю.В.

Ухвалено кафедрою технології машинобудування (протокол № 1 від 29.08.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 1 від 30.08.2022)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.