



# Стандартизація в літакобудуванні

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Гараненко Тетяна Романівна, 068 860 51 43, <a href="mailto:tetiana.garanenko@gmail.com">tetiana.garanenko@gmail.com</a> , <a href="mailto:@tetiana_garanenko_tvla">@tetiana_garanenko_tvla</a> Кліско Андрій Валерійович, <a href="mailto:andrey.klisko@gmail.com">andrey.klisko@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<i><a href="https://mpm-rp.kpi.ua/">https://mpm-rp.kpi.ua/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

##### Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей

- формування у студентів знань про технології виготовлення деталей і збирання авіаційних конструкцій, по організації авіаційного виробництва; ознайомлення з методами проектування технологічних процесів і технологічного оснащення; розвиток навиків практичного застосування знань для вирішення технологічних задач, що дозволяють проектувати збиральне і технологічне оснащення, а також технологічні процеси виготовлення деталей і збирання авіаційних конструкцій з урахуванням заданої точності, вести розрахунки режимів технологічних операцій і процесів;
- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань;
- застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;
- використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації;
- оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах;
- навчитися вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію;

- розуміти та обґрунтувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної техніки;
- навчитися обґрунтовано обирати та розробляти математичні моделі для опису складних зв'язаних задач, що відносяться до процесів проектування, виробництва випробування та сертифікації авіаційної техніки;
- навчитися визначати причинно-наслідкові зв'язки між характеристиками технологічних систем та об'єктів авіаційної техніки, розуміння та навички використання принципів системного аналізу їх для удосконалення та розвитку.

Студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- основних положень вибору технічного контролю при виробництві авіаційної техніки;
- основних методик вибору засобів технічного контролю під час виробництва авіаційної техніки;
- основних алгоритмів вибору видів та методів технічного контролю під час виробництва авіаційної техніки;
- основних положень систем документів якості продукції;
- розробляти документацію, спрямовану на підвищення якості продукції.

**уміння:**

- виконувати інженерні та управлінські роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетнокосмічної техніки з використанням новітніх технологій;
- розробляти технічну й конструкторську документацію для виготовлення основних елементів АКТ;
- застосовувати різні методи технічного контролю під час виробництва авіаційної техніки;
- компетентно подавати та обґрунтовувати інформацію (усно та письмово) про методи вибору засобів технічного контролю під час виробництва авіаційної техніки;
- застосовувати знання основних положень систем документів якості продукції на практиці;
- використовувати інформаційні ресурси у документованих системах якості продукції;
- компетентно представляти та обґрунтовувати вибір документованих систем якості продукції на виробничих ділянках підприємств авіабудування.

**досвід:**

- застосування знань і умінь при розробці методик та технологічних процесів для виготовлення авіаційної та ракетнокосмічної техніки.

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

Навчальна дисципліни є базовим у підготовці фахівців освітньої програми «Технології виробництва літальних апаратів». Отримані знання та навички після засвоєння кредитного модуля використовуються при вивченні дисциплін «Комп'ютерні методи моделювання процесів виготовлення конструкцій літальних апаратів», «Теоретичний аналіз процесів обробки металів тиском», «Теоретичні основи деформування композиційних матеріалів», «Технологічна підготовка виробництва літальних апаратів» та виконанні магістерських дисертаційних робіт.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
<b>Розділ 1. Загальні поняття та визначення</b>					
<i>Тема 1. Метрологія. Стандартизація. Сертифікація.</i>	18	8	2	-	8
<b>Розділ 2. Інтегроване проектування літака</b>					
<i>Тема 2. Технологія виготовлення літака</i>	51	29	8	-	14
<i>Контрольна робота 1</i>	16	1	-	-	15
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>67</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>29</b>
<b>Розділ 3. Метрологічне забезпечення</b>					
<i>Тема 3. Засоби виміральної техніки</i>	26	8	4	-	14
<b>Розділ 4. Інтегроване проектування гвинтокрилих літальних апаратів</b>					
<i>Тема 4. Технологія виготовлення гвинтокрилих літальних апаратів</i>	25	7	4	-	14
<i>Контрольна робота 2</i>	16	1	-	-	15
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>41</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>29</b>
<i>Залікова робота/ Екзамен</i>	28	-	-	-	28
<b>Всього годин</b>	<b>180</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова

1. Основи метрології та метрологічна діяльність :підручник /О.М. Величко, Л.В. Коломієць, Т.Б. Гордієнко. – Херсон: Олді-Плюс, 2021. – 575 с.
2. Допуски і посадки в машинобудуванні (міжнародні та національні аспекти стандартизації): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів /С.С. Дубровський. - Львів: Видавництво "Новий Світ -2000",2021. – 241 с.
3. Інженерія забезпечення якості деталей, вузлів та агрегатів у машинобудуванні :монографія /О.В. Мамлюк, А.П. Кудрін, Г.М. Зайвенко. – Київ :НАУ,2021. – 138 с.
4. Метрологія, стандартизація, сертифікація і управління якістю :навчальний посібник /В.Г. Топольник, М.А. Котляр. – Львів :Магнолія-2006.2021. – 209 с.

## Допоміжна

1. Сертифікація та підтвердження відповідності /Р.М. Трищ, Г.С. Грінченко. - Харків: Мадрид, 2021. – 226 с.
2. Основи метрології та стандартизації / В.М. Жихарев, Р.Є. Павлишин. – Ужгород: РІК-У,2020. – 279 с.
3. Основи метрології, взаємозамінність та стандартизація :навчальний посібник /Л.О. Кошева. – Київ : НАУ, 2019. – 227 с.
8. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація/О.І. Макота, Л.П. Олійник, З.М. Комаренська.– Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 169 с.
9. Типові технологічні процеси та системи автоматизованого проектування при виготовленні повітряних суден / О.В. Мамлюк, А.П. Кудрін, С.О. Дмитрієв, І.А. Гриценко, Г.М. Зайвенко. – Київ: НАУ,2019. – 251 с.
11. Основи технології виробництва і ремонт повітряних суден :навчальний посібник /А.А. Астанін, М.М. Бородачов, Г.А. Волосович, М.І. Савченко, М.М. Свирид. – Київ: НАУ, 2018. – 314 с.
12. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань :навчальний посібник машинобудівних та приладобудівних спеціальностей /А.О. Железна, В.А. Кирилович. – Київ: Кондор,2018. – 796 с.
13. Експериментальні випробування та дослідження систем. Методи ідентифікації складних систем: навчальний посібник / О.А. Сущенко. – Київ: НАУ, 2018. – 164 с.
14. Допуски, посадки та технічні вимірювання :практикум /Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. - Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 163 с.
21. Технологія виробництва авіаційних двигунів / В. О. Богуслаєв. – Запоріжжя: Мотор Січ, 2015. – 329 с.
22. Технологія виробництва авіаційних двигунів /В. О. Богуслаєв. – Запоріжжя: Мотор Січ, 2013. – 330 с.
25. Ефективне використання верстатів ЧПК у авіаційному агрегатобудуванні / Карпусь В. Є., Границя В. О. – Харків :ФЕД,2009. – 228 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Тема 1. Метрологія. Стандартизація. Сертифікація.

Лекція 1. Технологічні аспекти проектування літального апарату.

Лекція 2. Основи метрології. Вимірювання і метрологічні характеристики. Забезпечення єдності вимірів.

Лекція 3. Основи стандартизації. Теоретичні і правові основи стандартизації. Міжнародні, європейські та міжнародні стандарти.

Лекція 4. Основи сертифікації. Сутність та завдання сертифікації.

#### Тема 2. Технологія виготовлення літака

Лекція 5. Взаємозамінність і стандартизація в літакобудуванні. Загальні положення.

Лекція 6. Принцип будування єдиної системи допусків та посадок.

Лекція 7. Оцінка геометричної структури обробленої поверхні. Загальні підходи.

Лекція 8. Загальні вимоги до взаємозамінності агрегатів, вузлів та деталей в виробництві літака.

Лекція 9. Технологічні методи підвищення точності та ступеня взаємозамінності та ув'язування.

Лекція 10. Використання методів ув'язування для досягнення геометричної взаємозамінності в авіабудуванні.

Лекція 11. Об'ємні плази (макети, еталони, поверхні) і технологія їх виготовлення. Використання методу поверхонь.

Лекція 12. Система координат деталі, планера.

Лекція 13. Технологічні методи переносу (ув'язування) геометричної інформації від конструкторської документації на елемент літака.

Лекція 14. Вимоги до геометричних параметрів планера літальних апаратів.

Лекція 15. Вимоги до якості поверхні та взаємному розташуванню агрегатів літальних апаратів.

Лекція 16. Збирання вузлів, панелей, агрегатів та їх стиків.

Лекція 17. Методи збирання та структура похибок.

Лекція 18. Засоби механізації, які використовують при збиранні. Підйомно-транспортне обладнання та оснащення.

Лекція 19. Випробування літака. Загальні вимоги.

### **Тема 3. Засоби вимірювальної техніки**

Лекція 20. Методи контролю матеріалів та виробів.

Лекція 21. Технічні вимірювання та контроль геометричних параметрів.

Лекція 22. Засоби вимірювальної техніки.

Лекція 23. Особливості технологічних процесів агрегатної та кінцевого збирання.

### **Тема 4. Технологія виготовлення гвинтокрилих літальних апаратів**

Лекція 24. Технологічні методи забезпечення якості гвинтокрилого літального апарату як об'єкта виробництва та експлуатації.

Лекція 25. Сучасні тенденції в проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей гелікоптерів.

Лекція 26. Характеристика складально-монтажних процесів в вертольотобудуванні. Проектування гвинтокрилих літальних апаратів.

Лекція 27. Методи забезпечення взаємозамінності форм і розмірів складальних частин гелікоптера і технологічного оснащення.

## **6. Практичні роботи**

Основні завдання циклу практичних занять закріпити знання студентів щодо уміння враховувати та призначати вимоги до точності виготовлення планера літального апарату, допустимі відхилення від заданого теоретичного контуру, загальні вимоги та допуски на геометричні розміри агрегатів та розташування деталей каркасу, спеціальні вимоги до точності, збиральні бази, визначати схеми базування, використовувати технічну документацію, довідкову літературу, стандарти, методика, нормативні матеріали в процесі конструювання вузлів машин та типових деталей, виконувати креслення деталей, технологічного обладнання та устаткування, уміння впорядковувати документацію.

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість ауд. годин
1.	Контрольні символи (GD and T). Основні терміни	2
2.	Модифаєри. Посадки.	2
3.	Базування. Ступінь свободи.	2
4.	Допуски форми. Допуски профіля.	2
5.	Допуски орієнтації. Биття.	2
6.	Допуски положення. Позиційний допуск	2
7.	Методика розрахунку геометричних параметрів типових складальних одиниць гелікоптера	2
8.	Методика розрахунку геометричних параметрів типових складальних одиниць, що збираються за БО	2
9.	Розрахунок точності зовнішнього контуру відсіку фюзеляжу гелікоптера	2

## 7. Самостійна робота студента/аспіранта

Виносяться наступні теми для самостійного опрацювання, як підготовка до аудиторних занять. Перелік тем наведено в таблиці.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Бали
1.	Класифікація технологічних процесів та загальні принципи їх проектування.	2
2.	Класифікація деталей, які використовуються в авіабудуванні.	2
3.	Особливості технологічних процесів агрегатного та кінцевого збирання.	2
4.	Технологічна підготовка виробництва.	2
5.	Процеси виготовлення деталей. Основні закономірності пружньопластичного гнуття.	2
6.	Методи контролю утворення заклепувальних з'єднань.	2
7.	Процеси виготовлення криволінійних профільних деталей.	2
8.	Сучасні контрольно – вимірювальні системи в збиральних процесах.	2

## Політика та контроль

### 8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти проводиться на основі рейтингової системи. В основу рейтингової системи оцінювання (PCO) результатів навчання покладено поопераційний контроль за визначеними критеріями і накопичення рейтингових балів за різнобічну навчально-пізнавальну та практичну діяльність у процесі навчання. PCO передбачає оцінювання результатів навчальної діяльності впродовж семестру – проходження або виконання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю. Результати поточного контролю регулярно заносяться викладачем у модуль «Поточний контроль» Електронного кампусу.

Календарний контроль проводиться два рази впродовж навчального семестру для визначення рівня відповідності поточних досягнень встановленим і визначеним в PCO критеріям. Результати календарного контролю заносяться викладачем у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100 бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою.

Якщо здобувач не проходив або не з'явився на контрольний захід його результат оцінюється у 0 балів.

Заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не може перевищувати 10% рейтингової шкали.

Штрафні бали передбачені тільки за несвоєчасний захист або несвоєчасне виконання індивідуального семестрового завдання. Присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті не оцінюється, в тому числі не нараховуються заохочувальні або штрафні бали.

Здобувач не допускається до семестрового контролю, якщо не виконав визначені PCO умови допуску. Залік проводиться на останньому за розкладом занятті. Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені PCO.

Якщо здобувач виконав умови PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг за семестр менше 60 балів або хоче підвищити оцінку, він виконує залікову контрольну роботу (співбесіду) на останньому за розкладом аудиторному занятті.

На залікову контрольну роботу здобувач зобов'язаний надавати залікову книжку, або документ, що посвідчує особу. В іншому разі, здобувач до залікової контрольної роботи не допускається.

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

*Поточний контроль: 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: семестровий рейтинг більше 24 балів.*

PCO з дисципліни, семестровий контроль з якої передбачений у вигляді заліку, включає оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру. Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів.

$$PCO = 2(MKP) \times 30 + 24(\text{індив.завдання}) + 16(\text{опитування}) = 100$$

$PCO > 60$  - здобувач отримує відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

$PCO < 60$ , або здобувач бажає підвищити свою рейтингову оцінку, - проходить семестровий контроль у вигляді співбесіди.

У разі проходження семестрового контролю, рейтингова система визначається як сума індивідуального семестрового завдання та балів співбесіди. Якщо оцінка за результатами співбесіди менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів співбесіди.

Заохочувальні бали:

1. Написання наукової статті згідно тематики дисципліни - 10;
2. Подання тез або матеріалів згідно тематики дисципліни до міжнародної науково-технічної конференції - 5;
3. Оформлення патенту згідно тематики дисципліни - 10;
4. Підготовка тем для самостійного опрацювання та зроблена доповідь (див. пункт 6)

Штрафні бали нараховується за не своєчасне виконання індивідуальної роботи – бали знижуються в двічі.

Дві односторонні письмові модульні контрольні роботи (МКР) проводяться з метою поточного контролю якості засвоєння здобувачем матеріалу по розділах дисципліни. МКР складається з двох питань. Кожне запитання оцінюється у 15 балів за такими критеріями:

- повна відповідь на питання (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;
- достатньо повна відповідь на питання (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними помилками – 10-14 балів;
- неповна відповідь на питання (не менше 60% потрібної інформації) та є помилки – 5-9 балів;
- не вірна відповідь на питання або здобувач не проходив, не з'явився на МКР– 0 балів.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є значення поточного рейтингу здобувача не менше ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю тобто - 1 календарний контроль  $\geq 21$ , 2 календарний контроль  $\geq 42$ .

Семестровий контроль проходить в формі співбесіди. Перелік запитань наведений у додатку до силабусу.

$$CK = 4(\text{запитання}) \times 19 + 24(\text{індив.завдання}) = 100$$

Кожне запитання оцінюється у 19 балів за такими критеріями:

- повна відповідь на питання (не менше 90% потрібної інформації) – 19 балів;
- достатньо повна відповідь на питання (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними помилками – 10-18 балів;
- неповна відповідь на питання (не менше 60% потрібної інформації) та є помилки – 5-9 балів;
- не вірна відповідь на питання або здобувач не проходив, не з'явився на МКР– 0 балів.

Загальна сума балів отриманих здобувачем переводиться до оцінки згідно таблиці 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

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

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (додаток до силабусу);*

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

Складено старший викладач, Гараненко Тетяна Романівна

Ухвалено кафедрою ТВЛА (протокол № 5 від 09.11.2021 )

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 5 від 17.12.2021 )

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.