



Технологічна підготовка виробництва літальних апаратів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	0505 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технологія виробництва літальних апаратів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/заочна/дистанційна
Рік підготовки, семестр	1 курс магістри, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4.5 кр. ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Диф. Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент кафедри ТВЛА Бородій Юрій Петрович borodiyuriv@ukr.net Telegram, Viber = 099-486-11-46
Розміщення курсу	Сайти кафедри ТВЛА, ММІ; АС Кампус; Telegram

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технологічна підготовка виробництва літальних апаратів» являє собою окремий курс, присвячений проблематиці і задачам проектування та постановки у виробництво нових типів літальних апаратів.

Наприкінці минулого століття в багатьох країнах світу існувала система бюджетного фінансування постановки у виробництво літальних апаратів (ЛА): дослідно-конструкторських робіт розробника ЛА, а також підготовки виробництва установочної партії ЛА на серійних авіаційних заводах.

Одночасно з цим необхідно відзначити, що іноземні фірми типу «Боїнг», «Локхід» та інші європейські авіакомпанії є одночасно розробником та виробником ЛА. Це дозволяє координувати дії та витрати на підготовку виробництва на стадії проектування, відпрацювання конструкції, дослідного та серійного виробництва.

Виходячи з цього, виникла потреба підходити до питання підготовки виробництва комплексно, розширюючи зону дії стандартів. Це дає можливість розробнику залучати на основі контрактів серійні заводи до підготовки дослідного виробництва (виготовлення оснащення, випробувальних стендів для статичних та динамічних випробувань тощо), а також виробництва окремих агрегатів дослідних зразків ЛА. У цьому випадку розробляються спеціальні математичні моделі агрегатів та систем ЛА, які можуть бути використані не тільки у дослідному виробництві, а й на серійних підприємствах.

Оснащення дослідного виробництва (розробника) разом з відпрацьованими техпроцесами та технологіями може бути використане при серійному виробництві. Ця обставина значно скорочує підготовку серійного виробництва: виконання плазово-розрахункових робіт, корегування конструкторської документації, проектування стапелів та складальних пристроїв. Потрібно відзначити, що виконання плазових робіт займає солідну частку часу підготовки виробництва і, як правило, стримує фронт робіт з проектування та виготовлення оснастки "0-ої черги".

Все вищевказане вкотре підтверджує, що технологічну підготовку виробництва на серійному авіаційному підприємстві не можна розглядати та вивчати у відриві від дослідного (у розробника) виробництва.

Завдання постановки виробництва нового ЛА є єдиним комплексним завданням двох підприємств: ДКБ (з дослідним заводом) і серійного заводу.

Метою навчальної дисципліни є формуванням у студентів володінням наступними знаннями та методами:

- Постановка на виробництво нового виробу (ЛА) – як загальне завдання для двох підприємств: розробника та серійного заводу.
- Технічна підготовка виробництва – як етап конструкторсько-технологічної підготовки виробництва на двох підприємствах.
- Технологічна підготовка виробництва - як комплекс організаційно-технічних заходів, що виконуються на серійному заводі.
- Основні етапи розробки ЛА та його дослідного виробництва.
- Принципові схеми конструкції ЛА (літаки, вертольота).
- Принципові засади проектування ЛА з використанням АСУ.

. **Основні завдання кредитного модуля.** Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання: знання з виробництва нових літальних апаратів, технічної підготовки виробництва, технологічної підготовки виробництва як комплексу організаційно-технічних заходів, основні етапи розробки ЛА та його дослідного, а також принципові схеми конструкції ЛА (літаки, вертольоти).

досвід: практичного застосування різних методів проектування для розрахунку, проектування та постановки у виробництво нових типів літальних апаратів.

Згідно зі стандартом вищої освіти України за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» дисципліна зможе сформувати та розвинути компетентності:

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- **ФК7.** Здатність виконувати інженерні та управлінські роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетнокосмічної техніки з використанням новітніх технологій.
- **ФК10.** Розробляти технічну й конструкторську документацію для виготовлення основних елементів АКТ.

Програмні результати навчання:

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Технологічна підготовка виробництва літальних апаратів» студенти зможуть:

- **ПРН2.** Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.
- **ПРН13.** Розуміти та обґрунтувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної техніки.
- **ПРН17.** Здатність 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.

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

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення дисципліни базується на знаннях наступних дисциплін «Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів», «Технологія холодного

листового штампування та конструювання штамів», «Основи технології штампувального машинобудування», «Проектування цехів», «Комп'ютерні технології проектування процесів і машин» та інші.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семинарські)	Лабораторні (комп'ютерні й практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ I. Основні відомості про технологію виробництва літаків					
Тема 1.1. Літак як об'єкт виробництва.		2	2		
Тема 1.2. Виробничий та технологічний процеси.		2	2		
Тема 1.3. Методи та засоби виробництва літаків.		2	2		
Тема 1.3.1. Методи виробництва.		2	1		

Тема 1.3.2. Засоби технологічного оснащення.		2	1		
Тема 1.4. Види виробництва.		2	2		
Тема 1.5. Типи виробництва.		2	2		
Тема 1.6. Виробничі та технологічні підрозділи літакобудівного підприємства.		2	2		
Тема 1.6.1. Виробничі підрозділи літакобудівного підприємства.		2	1		
Тема 1.6.2. Технологічні підрозділи літакобудівного підприємства		2	1		
Разом за розділом 1.		20			
Розділ 2. Забезпечення якості літаків		2			
Тема 2.1. Показники якості.		2			
Тема 2.2. Види технічного контролю.		2			
Тема 2.3. Управління якістю.		2			
Тема 2.4. Технічне регулювання, стандартизація та сертифікація.		2			
Разом за розділом 2		10			
Розділ 3. Точність розмірів складних частин планера.		2			
Тема 3.1. Основні поняття та визначення.		2			
Тема 3.2. Розмірні ланцюги.		2			
Тема 3.3. Аналіз технологічних процесів.		2			

Тема 3.4. Бази та базування.		2			
Розділ 4. Технологічність конструкції виробів.		2			
Тема 4.1. Основні поняття та визначення.		2			
Тема 4.2. Якісна оцінка технологічності.		2			
Тема 4.3. Кількісна оцінка технологічності.		2			
Розділ 5. Забезпечення взаємозамінності при виробництві літаків.		2			
Тема 5.1. Основні поняття та визначення.		2			
Тема 5.2. Способи побудови поверхонь.		2			
Тема 5.3. Плазово-шаблонний метод ув'язування.		2			
Тема 5.4. Еталонно-шаблонний метод ув'язування.		2			
Тема 5.5. Методи об'ємної ув'язки.		2			
Тема 5.6. Розрахунково-плазовий метод ув'язування.		2			
Тема 5.7. Методи безплазової ув'язки.		2			
Тема 5.8. Забезпечення взаємозамінності агрегатів по роз'ємам та стикам.		2			
Розділ 6. Напрямки вдосконалення виробництва літаків.		2			
Висновок		2			
Залік.		2	(2)		(6)
Всього годин		64	36		

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. А. В. В'ялов. Основи технології виробництва літаків, 2013.
2. Барвінок, В. А. Основи технології виробництва літальних апаратів: навч. для вищих технічних закладів / В. А. Барвінок, П. Я. Питьєв, Є. П. Корнєв, 1995. 400 с.
3. Вейдер, М. Інструменти ощадливого виробництва: міні-посібник з впровадження методик ощадливого виробництва / М. Вейдер; переклад. з англ. 7-е вид., 2011. 125 с.
4. Герасимов, Б. І. Управління якістю: навч. посібник / Б. І. Герасимов, Н. В. Злобіна, С. П. Спиридонів. КНОРУС, 2007. 272 с.

Допоміжна література

5. Гіссін, В. І. Управління якістю / В. І. Гіссін. М.: ІКЦ "Март", Ростов-н / Д: Бер, 2003. 400 с.
- Горбунов, М. Н. Основы технологии производства самолетов/ М. Н. Горбунов. М.: Машиностроение, 1976. 260 с.
6. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. Введ. 01.01.77. М.: Изд-во стандартов, 1990. 35 с.
7. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия термины и определения. Введ. 01.07.79. М.: Изд-во стандартов, 1979. 21 с.
8. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Введ. 01.01.81. М. : Изд-во стандартов, 1981. 28 с.
9. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. Взамен ГОСТ 3.1109-73; введ. 01.01.83. М. : Изд-во стандартов, 1982. 18 с.
10. ГОСТ 14.201-83. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. Взамен ГОСТ 14.201-73 ; введ. 01.01.84. М. : Изд-во стандартов, 1983. 13 с.
11. ГОСТ 14.205-83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения. Взамен ГОСТ 18831-73 ; введ. 01.07.83. М. : Изд-во стандартов, 1983. 5 с.
12. ГОСТ Р 50779.11-2000. Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения. Введ. 29.09.2000. М. : Госстандарт России. ИПК Центр, 2000. 37 с.
13. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. Введ. 15.04.1999. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. IV, 32 с.
14. ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Взамен ГОСТ Р ИСО 9000-2008 ; введ. 01.01.2013. М. : Стандартиформ, 2012. 32 с.
15. Избранные главы по авиа- и ракетостроению (в конспектах лекций) : учеб. пособие / А. С. Чумадин [и др.]. М. : Наука и технологии, 2005. 656 с.
16. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия / В. В. Бакаев [и др.] ; под ред. В. В. Бакаева. М. : Машиностроение 1, 2005. 624 с.
17. Клячкин, В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. пособие / В. Н. Клячкин. М. : Финансы и статистика, 2007. 304 с.
18. Лайкер, Дж. Дао Тойота: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Дж. Лайкер ; пер. с англ. 3-е изд. М. : Альпина Бизнес Брукс, 2007. 400 с.
19. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учеб. пособие / И. М. Лифиц. 10-е изд., перераб. и доп. М. : Издательство Юрайт, 2012. 393 с.
20. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов/ А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т. М. Раковщик. М. : Издательский центр «Академии», 2006. 384 с.
21. О техническом регулировании : федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (с изменениями от 30.12.2009 № 38-ФЗ).
22. Основы технологии производства летательных аппаратов (в конспектах лекций) : учеб. пособие / А. С. Чумадин [и др.]. М. : Наука и технологии, 2005. 912 с.
23. Приоритеты авиационных технологий : В 2 кн. / науч. ред. А. Г. Братухин. М. : Изд-во МАИ, 2004. Кн. 1, 2.
24. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов / А. И. Пекарш, Ю. М. Тарасов, Г. А. Кривов [и др.]. М. : Аграф- пресс, 2006. 304 с.
25. Рожков, В. Н. Контроль качества при производстве летательных аппаратов / В. Н. Рожков. М. : Машиностроение, 2007. 416 с.
26. Теоретические основы авиа- и ракетостроения (в конспектах лекций) : учеб. пособие для вузов / А. С. Чумадин [и др.]. М. : Дрофа, 2005. 784 с.

27. Технологическое обеспечение аэродинамических обводов современного самолета / колл. авторов. М. : Машиностроение-1, 2001. 432 с.
28. Технология машиностроения: учеб. для студ. вузов / Л. В. Лебедев [и др.]. М. : Академия, 2006. 528 с.
29. Технология самолетостроения: учеб. для вузов / А. Л. Абибов [и др.]; под ред. А. Л. Абибова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машино-строение, 1982. 551 с.
30. Технологичность конструкции изделия: спр ав. / Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков [и др.]; под ред. Ю. Д. Амирова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1990. 768 с.
31. Фатхутдинов, Р. А. Управление конкурентоспособностью организации: учеб. / Р. А. Фатхутдинов. М. : Эксмо, 2005. 544 с.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1. Основні відомості про технологію виробництва літаків. Літак як об'єкт виробництва. Виробничий та технологічний процеси.
2	Лекція 2. Методи та засоби виробництва літаків.
3	Лекція 3. Методи виробництва.
4	Лекція 4. Засоби технологічного оснащення.
5	Лекція 5. Види виробництва.
6	Лекція 6. Типи виробництва.
7	Лекція 7. Виробничі та технологічні підрозділи літакобудівного підприємства.
8	Лекція 8. Виробничі підрозділи літакобудівного підприємства.
9	Лекція 9. Технологічні підрозділи літакобудівного підприємства.
10	Лекція 10. Забезпечення якості літаків.
11	Лекція 11. Показники якості.
12	Лекція 12. Види технічного контролю.
13	Лекція 13. Управління якістю.
14	Лекція 14. Технічне регулювання, стандартизація та сертифікація.
15	Лекція 15. Точність розмірів складних частин планера.
16	Лекція 16. Основні поняття та визначення.
17	Лекція 17. Розмірні ланцюги.
18	Лекція 18. Аналіз технологічних процесів.
19	Лекція 19. Бази та базування.
20	Лекція 20. Технологічність конструкції виробів.
21	Лекція 21. Основні поняття та визначення.
22	Лекція 22. Якісна оцінка технологічності.
23	Лекція 23. Кількісна оцінка технологічності.
24	Лекція 24. Забезпечення взаємозамінності при виробництві літаків.
25	Лекція 25. Основні поняття та визначення.
26	Лекція 26. Способи побудови поверхонь.
27	Лекція 27. Плазово-шаблонний метод ув'язування.
28	Лекція 28. Еталонно-шаблонний метод ув'язування.

29	Лекція 29. Методи об'ємної ув'язки.
30	Лекція 30. Розрахунково-плазовий метод ув'язування.
31	Лекція 31. Методи безплазової ув'язки.
32	Лекція 32. Забезпечення взаємозамінності агрегатів по роз'ємам та стикам.
33	Напрямки вдосконалення виробництва літаків.

6. Практичні заняття. Теми практичних занять.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Основні відомості про технологію
2	Розгляд методів та засобів виробництва літаків.
3	Вивчення методів виробництва та засобів технологічного оснащення.
4	Вивчення видів, типів виробництва, а також виробничих та технологічних підрозділів літакобудівного підприємства.
5	Питання забезпечення якості літаків. Показники якості. Види технічного контролю. Управління якістю. Технічне регулювання, стандартизація та сертифікація. Точність розмірів складних частин планера.
6	Якісна та кількісна оцінка технологічності.
7	Вивчення питання забезпечення взаємозамінності при виробництві літаків.
8	Способи побудови поверхонь. Плазово-шаблонний метод ув'язування. Еталонно-шаблонний метод ув'язування.
9	Вивчення методів об'ємної ув'язки (розрахунково-плазовий метод ув'язування, метод безплазового ув'язування).
10	Забезпечення взаємозамінності агрегатів літальних апаратів по роз'ємам та стикам.
11	Напрямки вдосконалення виробництва літаків та інших літальних апаратів.

7. Семінарські заняття

Семінарські заняття в даному курсі не передбачено

8. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Лабораторні заняття в даному курсі не передбачаються.

Самостійна робота

Політика та контроль

1. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Модульна контрольна робота проводиться з метою виявлення знань студентів з основних розділів дисципліни. Основні цілі контрольних робіт – контроль за поточним засвоєнням знань, атестація студентів та ін. Результати контрольних робіт враховуються в рейтинговій системі оцінювання результатів навчання.

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

Шкала PCO кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді екзамену, формується як сума вагових балів контрольних заходів, проведених протягом семестру RC та вагового балу з екзамену RE

$$R=RC+ RE$$

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

шість відповідей (кожного студента в середньому) на практичних заняттях;

захист двох тем на практичних заняттях;

модульна контрольна робота, яка розбивається на дві по одній академічній годині;

відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –2.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює:

$$2 \text{ бали} \times 9 = 18 \text{ балів}$$

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті –

2 бали. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Захист трьох лабораторних робіт

Ваговий бал –7.

Максимальна кількість балів:

$$7 \text{ балів} \times 3 = 21 \text{ балів}$$

3. Модульний контроль

Ваговий бал –10.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи:

$$10 \text{ балів} \times 2 = 20 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання:

«відмінно» – 10 балів – повне розкриття всіх питань, які винесені на контрольну роботу;

«добре» – 8 балів – на 75% питань (серед них обов'язково головні) дано повні відповіді, на 25% часткові;

«задовільно» – 6 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки;

«незадовільно» – 0 балів – незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»).

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на практичному занятті без поважних причин – 1 бал;

участь у олімпіадах з дисципліни, участь у конкурсах робіт, підготовка рефератів та оглядів робіт від 5 до 10 балів;

Сума як штрафних так і заохочувальних балів не має перевищувати 10.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60. Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R, RE = 40 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RC = 12+28+20 = 60 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 30 = 15$ балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) –

10-9 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8-7 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

– «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів;

– «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 17-15 балів;

– «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів;

– «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Тематика завдань до самостійної роботи додається до робочої програми.

8. Індивідуальні завдання

Тематика індивідуальних завдань додається до робочої програми.

9. Контрольні роботи

Для контролю отриманих знань, крім опитів студентів під час лекцій і перед лабораторними заняттями, використовується одна модульна контрольна робота (МКР), результати виконання якої впливають на оцінку другої атестації і стартової рейтингової оцінки. МКР включає 4 теми першого розділу і теми 2.1 і 2.2 другого розділу. Всі питання МКР тестового типу, відповіді на які мають багатозначний характер.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

РСО надається у вигляді додатка до робочої програми.

11. Методичні рекомендації

Дисципліна «Технологічна підготовка виробництва літальних апаратів» будується на основі методичних матеріалів, які розробляються з метою закріплення знань та вдосконалення умінь, отриманих після вивчення кредитного модуля.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено, к.т.н., доц. Юрій Бородій

Ухвалено кафедрою ТВЛА (протокол № 16 від 06.07.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 29.08.2022)