



Технології літакобудування. Прогрестех-Україна

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузі знань	13 Механічна інженерія
Спеціальності	131 Прикладна механіка
Освітні програми	Технології виробництва літальних апаратів
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: Представники стейкхолдера (компанія Progresstech-Ukraine) к.т.н., доцент, доцент каф. Лавріненко Антон Дмитрович, a.lavrinenkov@kpi.ua Практичні (семінарські): Представники стейкхолдера (компанія Progresstech-Ukraine) к.т.н., доцент, доцент каф. Лавріненко Антон Дмитрович, a.lavrinenkov@kpi.ua
Розміщення курсу	https://ptu.matrixlms.com/instructor_course/show/910837

Програма навчальної дисципліни

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

Предметом навчальної дисципліни «Технології літакобудування. Прогрестех-Україна» є поглиблене вивчення технологій, які використовуються при виготовленні літаків включно з елементами конструкції планера, бортовими системами та інтер'єром салону.

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної та практичної підготовки. Предмет навчальної дисципліни: вивчення основних способів обробки металів і сплавів, композиційних та порошкових матеріалів, пластмас, технологій виготовлення з них заготовок та деталей необхідних форм, розмірів та шорсткості поверхні, які застосовуються в точному

ракетно-космічному та авіабудуванні, з використанням сучасного обладнання. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів здатності визначати способи виготовлення деталей машин з використанням технологій ливарного виробництва, порошкової металургії, обробки металів тиском, зварювального виробництва, обробки різальними та абразивними інструментами, поверхневим пластичним деформуванням, електрофізичними та електрохімічними методами, нанесення покриттів.

У рамках навчальної дисципліни «Технології літакобудування. Прогрестех-Україна» майбутні бакалаври ознайомлюються з сучасним станом літакобудування, технологіями та технологічним обладнанням, яке використовується при виготовленні елементів крила літака, елементами хвостового оперення, фюзеляжу та внутрішнім елементами компонування пасажирського літака.

Метою дисципліни є формування у студентів знань, необхідних для вирішення конструкторських та технологічних задач підприємств високотехнологічних секторів економіки, зокрема в області авіабудування.

Результати навчання, які мають продемонструвати студенти після засвоєння дисципліни:

Компетентності:

- Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів
- Здатність обирати оптимальні типові технологічні процеси при виготовленні деталей ЛА
- Здатність проектувати технологічні операції обробки деталей літаків
- Здатність прогнозувати якісні показники спроектованих технологічних операцій
- Здатність вдосконалювати методи обробки деталей ЛА

Програмні результати навчання:

- Обґрунтовувати можливості та принципи застосування методів обробки матеріалів
- Оцінювати параметри процесу для здійснення технологічних операцій
- Визначати мету технологічного проекту та розробляти алгоритм його виконання
- Вміти виконувати проектування режимів обробки технологічної операції за умови оцінки її результату за одним критерієм (технологічним або техніко-економічним);
- Знати перелік методів обробки деталей літаків.

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

Для опанування дисципліни «Технології літакобудування. Прогрестех-Україна» необхідно мати знання з наступних дисциплін: «Інженерна графіка та комп'ютерна графіка», «Нарисна геометрія», «Фізика», «Математика», «Матеріалознавство

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, курсовому проектуванні та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи, забезпечують помітну перевагу в конкуренції на ринку праці у сфері інтелектуальних послуг.

2. Зміст навчальної дисципліни

• Тема 1. Конструктивно-технічні особливості літальних апаратів.

Основні терміни та поняття. Сучасний стан літакобудування. Повітряні судна різних типів, такі як літаки, гелікоптери, квадрокоптери, дирижаблі. Матеріали, які використовуються для будівництва літальних апаратів, таких як легкі композитні матеріали, алюміній, титан, а також сучасні технології виготовлення, включаючи 3D-друк. Порівняння розвитку літальних апаратів від їхнього винайдення до сучасних тенденцій у розробці та використанні. Вимоги до якості ЛА та її окремих елементів. Особливості технологічної документації. Світова кооперація

виробництва літальних апаратів. Виробнича структура літакобудівного підприємства. Етапи виготовлення літальних апаратів.

- **Тема 2. Заготівельно-штампувальні роботи.**

Розкрій матеріалу. Розкрій на пильних верстатах. Розкрій на фрезерних верстатах. Криволінійний розкрій на вібраційних ножицях та на дискових ножицях. Плазмове різання металів. Лазерне різання металів. Гідроабразивне різання металів. Холодне листове штампування. Координатно-пробивні роботи.

- **Тема 3. Виготовлення деталей гнуттям та витягуванням**

Гнуття деталей із листа. Листозгинальне обладнання. Штампування еластичним середовищем. Виготовлення деталей витягуванням. Процеси штампування на молотах. Особливості штампування деталей із титанових та магнієвих сплавів. Отримання профілів із листа методом стисненого вигину. Вальці листозгинальні. Виготовлення оболонок розтягуванням. Згинання труб та профілів. Кільцева обтяжка. Видавлювання обкаткою.

- **Тема 4. Механічна обробка**

Заготовки для деталей авіаційних виробів. Припуски на механічну обробку. Механообробка на класичних верстатах (без ЧПК). Механообробка на верстатах ЧПК. Металорізальний інструмент. Оснастка для обробки. Точіння. Фрезерування. Свердління. Зенкування. САМ. Бази та принципи базування. Шорсткість поверхні. Точність обробки.

- **Тема 5. Виготовлення деталей із пластмас та гуми**

Типи пластмас. Вакуумне та пневматичне формування. Лиття пластмас під тиском. Видавлювання. 3D друк.

- **Тема 6. Виготовлення деталей із композитних матеріалів**

Типи композитів. Властивості композитних матеріалів. Армуючі волокна. Матриця. Напівфабрикати. Стільникові панелі. Методи виготовлення. Підготовка тканин та препрегів. Автоматизоване різання. Вакуумна інфузія. Автоматична викладка. Затвердіння та спікання. Автоклавне формування. Протяжка. Формовка під тиском. Механічна обробка композитних матеріалів.

- **Тема 7. Складальні роботи**

Специфіка складальних робіт. Технологічне членування планера літака. Організація та етапи складальних робіт. Вимоги до точності при складанні планера. З'єднання елементів планера. Способи базування при складанні. Забезпечення взаємозамінності у літакобудуванні. Методи ув'язування геометричних параметрів елементів планера літака.

- **Тема 8. Матеріали. Термообробка**

Теорія сплавів. Вплив структури на міцність. Трикомпонентні сплави. Авіаційні сталі та сплави. Системи маркування. Термообробка. Кольорові авіаційні метали та сплави. Термообробка кольорових сплавів. Неметалічні авіаційні матеріали

- **Тема 9. Хіміко-термічна обробка. Корозія. Покриття. Тенденції технологій та нові матеріали**

Хіміко-термічна обробка. Теоретичні основи корозійних процесів. Нанесення покриттів. Фарби, ґрунтівки, герметик. Тенденції технології та нові види матеріалів

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Технологія виробництва літальних апаратів: Підручник: У 2 кн. – Кн. 1. Технологія виробництва деталей літальних апаратів / І.А. Гриценко, В.М. Король, О.В. Мамлюк, Ю.М.

Терещенко; за ред. Ю.М. Терещенка – К.: Вища освіта, 2004. – 448 с.

2. Технологія заготівельно-штампувальних робіт у виробництві літальних апаратів. Ч1.: навч. посібник / В. Г. Данченко, В. В. Коллеров, О. М. Мещеряков та ін.. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т „ХАІ”, 2007. – 106 с.
3. Проектування технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПК / В. П. Божко. Навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Х.: Харк. авіац. ін-т. – 1997 – 131 с.
4. Бойко А. П. Конструкція літальних апаратів [текст] / А. П. Бойко, О. В. Мамлюк, Ю. М. Терещенко, В. М. Цибенко; за ред. Ю. М. Терещенка. – К. : Вища освіта, 2001. – 383 с.

Допоміжна література:

1. Sadraey Mohammad H. Aircraft design : a systems engineering approach. Daniel Webster College, New Hampshire, USA, 2013. 799 p.
2. Pilot's handbook of aeronautical knowledge. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION Flight Standards Service, USA, 2003. 353 p.
3. Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, volume 1. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION Flight Standards Service, USA, 2012. 588 p.
4. Sadraey Mohammad H. Aircraft Performance : Analysis. VDM Verlag Dr. Müller, 2009. 476 p.
5. Richard Young (NASA) Fuselage Design 101: Basic Terms and Concepts, Presented at NTSB Airplane Fuselage Structural Integrity Forum Washington, D.C., Sept. 21, 2011.
6. Житомирский, Г. И. Конструкция самолетов : учебник / Г. И. Житомирский. – Москва : Машиностроение, 2005. – 406 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, семінарські заняття та самостійна робота студентів. На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Основні терміни та поняття. Сучасний стан літакобудування. Повітряні судна різних типів, такі як літаки, гелікоптери, квадрокоптери, дирижаблі. Матеріали, які використовуються для будівництва літальних апаратів, таких як легкі композитні матеріали, алюміній, титан, а також сучасні технології виготовлення, включаючи 3D-друк.
2. Порівняння розвитку літальних апаратів від їхнього винайдення до сучасних тенденцій у розробці та використанні. Вимоги до якості ЛА та її окремих елементів. Особливості технологічної документації. Світова кооперація виробництва літальних апаратів. Виробнича структура літакобудівного підприємства. Етапи виготовлення літальних апаратів.
3. Заготівельно-штампувальні роботи. Розкрій матеріалу. Розкрій на пильних верстатах. Розкрій на фрезерних верстатах. Криволінійний розкрій на вібраційних ножицях та на дискових ножицях. Плазмове різання металів. Лазерне різання металів.
4. Гідроабразивне різання металів. Холодне листове штампування. Координатно-пробивні роботи
5. Виготовлення деталей гнуттям та витягуванням. Гнуття деталей із листа. Листозгинальне обладнання. Штампування еластичним середовищем. Виготовлення деталей витягуванням. Процеси штампування на молотах
6. Особливості штампування деталей із титанових та магнієвих сплавів. Отримання профілів із листа методом стисненого вигину. Вальці листозгинальні..
7. Виготовлення оболонок розтягуванням. Згинання труб та профілів. Кільцева обтяжка. Видавлювання обкаткою
8. Механічна обробка. Заготовки для деталей авіаційних виробів. Припуски на механічну обробку. Механообробка на класичних верстатах (без ЧПК). Механообробка на верстатах ЧПК.

9. Металорізальний інструмент. Оснастка для обробки. Точіння. Фрезерування. Свердління. Зенкування. САМ. Бази та принципи базування. Шорсткість поверхні. Точність обробки.
10. Виготовлення деталей із пластмас та гуми. Типи пластмас. Вакуумне та пневматичне формування. Лиття пластмас під тиском. Видавлювання. 3D друк
11. Виготовлення деталей із композитних матеріалів. Типи композитів. Властивості композитних матеріалів. Армуючі волокна. Матриця.
12. Напівфабрикати. Стільникові панелі. Методи виготовлення. Підготовка тканин та препрегів. Автоматизоване різання.
13. Вакуумна інфузія. Автоматична викладка. Затвердіння та спікання. Автоклавне формування. Протяжка. Формовка під тиском. Механічна обробка композитних матеріалів
14. Складальні роботи. Специфіка складальних робіт. Технологічне членування планера літака. Організація та етапи складальних робіт.
15. Вимоги до точності при складанні планера. З'єднання елементів планера. Способи базування при складанні. Забезпечення взаємозамінності у літакобудуванні. Методи ув'язування геометричних параметрів елементів планера літака
16. Теорія сплавів. Вплив структури на міцність. Трикомпонентні сплави. Авіаційні сталі та сплави. Системи маркування.
17. Термообробка. Кольорові авіаційні метали та сплави. Термообробка кольорових сплавів. Неметалічні авіаційні матеріали
18. Хіміко-термічна обробка. Теоретичні основи корозійних процесів. Нанесення покриттів. Фарби, ґрунтівки, герметик. Тенденції технології та нові види матеріалів

Семінарські заняття:

1. Класичне та сучасне літакобудування.
2. Процеси обробки матеріалів без зняття стружки
3. Формоутворення деталей
4. Механічна обробка матеріалів
5. Виготовлення пластмасових деталей
6. Технології виготовлення композитних деталей
7. Матеріали
8. Хіміко-термічна обробка

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, а також самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 66 години, з яких 16 годин – на підготовку до заліку і 50 годин на опрацювання матеріалів лекцій, семінарів та навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

9. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- правила поведінки на заняттях:
- забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або підтримання здоров'я;
- дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в мережі Інтернет;
- забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- правила роботи на семінарських заняттях:
- перелік тем надається викладачем, за кожним студентом затверджуються індивідуальні теми;
- кожен студент виконує на семінарському занятті презентацію своєї теми відповідно до встановленого викладачем календарного плану;

- відсутність на контрольному заході вважається незадовільним виконанням семінарського завдання і оцінюється в 0 балів;
 - правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
- штрафні бали призначаються за несвоєчасну презентацію семінарського завдання, заохочувальні – за виконання творчих робіт з дисципліни;
- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - політика дедлайнів та перескладань:
- перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
- вчасним вважається представлення презентації протягом виділеного для поточної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче представити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
- невчасним вважається представлення презентації в межах двох наступних семінарських занять, порушення даного дедлайну вважається незадовільним захистом і оцінюється в 0 балів; політика округлення рейтингових балів:
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
 - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
 - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- політика оцінювання контрольних заходів:
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Презентація семінарських завдань	8	7,5	60
2	Поточний експрес-контроль	8	5	40
Усього:				100

1. Презентація семінарських завдань.

За умови вчасного та правильного виконання згідно завдання – 7,5 балів повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками – 5 балів;

повне виконання завдання з незначними помилками але з запізненням виконання – 2,5 бали (за кожні 2 дні затримки виконання знімається 1 бал)

2. Поточний експрес-контроль (тести)

За кожний поточний експрес-контроль (тест) нараховується 5 балів (кожен тест містить 10 питань, на виконання тесту надається 10 хвилин, тести відкриті для виконання впродовж 4 діб, з моменту появи відповідної лекції в курсі за тижнем вивчення).

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент матиме на менш ніж 12 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 24 бали).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менш 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 48 балів).

Семестровий контроль: залік (оцінюється в 40 балів).

Умови допуску до семестрового контролю:

- зарахування усіх семінарських завдань;
- семестровий рейтинг 20 балів і більше.

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Технології літакобудування. Прогрестех-Україна» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) складено:

к.т.н., доцентом, заступником директора Progresstech-Ukraine

Гладським Максимом Миколайовичем

к.т.н., доцентом, доцентом кафедри технології виробництва літальних апаратів

Лавріненковим Антоном Дмитровичем

Ухвалено кафедрою ТВЛА (протокол № 5 від 05.12.2023 року)

Погоджено Методичною комісією навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (протокол № 4 від 22.12.2023 року)