

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


_____ *Сергій НИЖНИК*
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 2025 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЯ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань	<u><i>G «Інженерія виробництво та будівництво»</i></u> (шифр і найменування галузі знань)
Спеціальність	<u><i>G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»</i></u> (код та найменування спеціальності)
Освітня програма	<u><i>Авіаційні двигуни та енергетичні установки</i></u> (найменування спеціальності)
Рівень вищої освіти	<u><i>перший (бакалаврський)</i></u>

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків 2025 рік

Розробник: Невешкін Юрій Олександрович, доцент професор, к.т.н.



(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

(підпис)

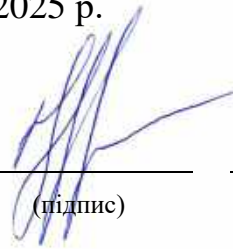
Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри

(№204) технології виробництва авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 12 від « 26 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(наукова ступінь
і вчене звання)



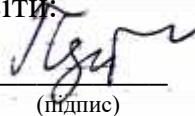
(підпис)

Сергій НИЖНИК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Представник студентства



(підпис)

Роман ПЕТРОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Невешкін Юрій Олександрович

Посада: доцент

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: -

Перелік дисциплін, які викладає:

Постпроцесінг в сучасних САМ-системах

Постпроцесінг в сучасних САМ-системах (КП)

Програмування верстатів з ЧПК з використанням САД/САМ систем (КП)

Системи інженерного аналізу в проектуванні технологічних процесів лиття

Системи інженерного аналізу в проектуванні технологічних процесів штампування

Комп'ютерні технології розробки та виробництва авіаційних двигунів

Напрями наукових досліджень:

– оптимізація траєкторій оброблення на верстатах з системами ЧПК;

– об'ємне штампування з використанням енергії вибуху БВР

Контактна інформація:

E-mail: yu.neveshkin@khai.edu

ORCID ID: 0000-0002-0193-293X

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	7-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 кредитів ЄКТС / 150 годин (72 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 40, СРЗ – 78);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні та самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	<i>«Технологічне оснащення», «Металорізальні верстати та верстати з ЧПК», «Методи та параметри формоутворення поверхонь», «Різання металів та різучий інструмент»</i>
Кореквізити	<i>«Комп'ютерні технології розробки та виробництва авіаційних двигунів», «Технологія двигунобудування (КП)», «Технологічне оснащення (КП)»</i>
Постреквізити	<i>Кваліфікаційна робота.</i>

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – Технологічна підготовка спеціалістів у галузі авіаційного двигунобудування з використанням комп'ютерної техніки..

Завдання – придбання фундаментальних знань про формування поверхонь та методи обробки деталей на металорізальних верстатах, загальній устрій та компоновку верстатів. Отримання початкових відомостей про верстати з ЧПК та перспективи розвитку технологічного обладнання.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності:

- Здатність генерувати нові ідеї;
- Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Фахові (спеціальні) компетентності:

- Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем;
- Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціального програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

Програмні результати навчання:

- Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і не фахівцям в ясній і однозначній формі;
- Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу;
- Володіти навичками визначення навантаження на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу;
- Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій;
- Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Розуміти теоретичні принципи та практичні методи інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Мати навички розробки технологічних процесів в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування та виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Оптимізація точності та технологічні розмірні розрахунки у технологічних операціях формоутворення поверхонь деталей АД

Тема 1. Основи технології виробництва авіаційних двигунів.

Теми лекцій: Класифікація, характеристики та елементи технологічних процесів і операцій. Класифікація та характеристики типів виробництва авіаційних двигунів (АД). Характеристики та категорії точності формоутворення поверхонь деталей авіадвигунів. Терміни, визначення та приклади. Конструкторські та технологічні розміри. Бази. Технологічний контроль конструкторської документації і аналіз технологічності об'єкта виробництва. Види і структура технологічних процесів виробництва. Техніко-економічні принципи технологічного проектування. Вихідні дані і стадії розроблення технологічних процесів.

Самостійна робота: додаткове опрацювання лекційних тем.

Теми практичних занять: Визначення ймовірності браку для формоутворюючих операцій, що виконуються в умовах несуміщення конструкторських і технологічних баз.

Тема 2. Точність та припуски у виробництві деталей АД.

Теми лекцій: Фактори, що впливають на дійсну похибку формоутворення поверхонь. Методи дослідження факторів, що впливають на дійсну похибку формоутворення поверхонь деталей. Принципи визначення очікуваної точності при автоматичному забезпеченні координуючого розміру. Підсумовування складових очікуваної похибки. Поняття мінімального припуску. Структура припуску.

Самостійна робота: додаткове опрацювання лекційних тем.

Теми практичних занять: Перерахунки та оптимізації операційних розмірів з метою отримання 100 %-й придатності деталей, що обробляються в умовах несуміщення конструкторських і технологічних баз.

Тема 3. Розмірний аналіз технологічних процесів виготовлення деталей АД.

Теми лекцій: Особливості, розроблення та аналіз конструкторсько-технологічних розмірних зв'язків торцевих поверхонь у формоутворюючих операціях деталей АД. Розроблення та аналіз розмірних схем формування розмірів-координат плоских торцевих поверхонь деталей та відповідних конструкторсько-технологічних розмірних ланцюгів та їх перевірка на відповідності основному рівнянню розмірного аналізу, максимальному і мінімальному значенням замикаючої ланки, правилу “короткого розмірного ланцюга” та правилу вибору замикаючого ланцюга для всіх операцій формоутворення торців. Методика визначення та обґрунтування припусків на формоутворення та операційних розмірів-координат і допусків на них для плоских торцевих поверхонь деталей з використанням теорії та методик конструкторсько-технологічних розмірних ланцюгів.

Самостійна робота: додаткове опрацювання лекційних тем.

Теми практичних занять: Оптимізація технологічних розмірів-координат для мінімізації браку за розмірами кресленника деталі в умовах несуміщення конструкторських і технологічних баз при дотриманні правила єдиної установочної бази. Оптимізація технологічних розмірів-координат для мінімізації браку за розмірами кре-

сленика деталі в умовах несуміщення конструкторських і технологічних баз при порушенні умови найменшої похибки та правила єдиної установочної бази

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Прикладна теорія базування деталей у двигунобудуванні

Тема 4. Теорія базування та принципи вибору баз у двигунобудуванні.

Теми лекцій: Загальні положення прикладної теорії базування – основні поняття, терміни, визначення. Способи розподілу похибок взаємного розташування двох взаємозв'язаних установочних баз. Принципи сумісності та постійності баз. Геометрична інтерпретація та сутність принципу сумісності баз (ПСБ). ПСБ та раціональна послідовність операцій формоутворення поверхонь деталей. ПСБ при проектуванні технологічних операцій формоутворення поверхонь та контролю деталей.

Самостійна робота: додаткове опрацювання лекційних тем.

Теми практичних занять: Аналіз, розрахунки та оптимізація конструкторсько-технологічних розмірних ланцюгів корпусних деталей авіаційних двигунів.

Тема 5. Методологія вибору та обґрунтування технологічних баз.

Теми лекцій: Загальні правила, вибір та обґрунтування установочних баз. Вибір та обґрунтування установочних баз в умовах несумісності баз: правило першочерговості, умова найменшої похибки, правило єдиної установочної бази і принцип постійності установочних баз. Вибір та обґрунтування початкових координуючих баз. Перерахування розмірів при виборі координуючої бази. Розподіл похибок взаємного положення двох установочних баз. Розполовинювання похибки, зв'язаної з установленням деталі.

Самостійна робота: додаткове опрацювання лекційних тем.

Теми практичних занять: Аналіз, розрахунки та оптимізація конструкторсько-технологічних розмірних ланцюгів тіл обертання авіаційних двигунів.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання (розрахунково-графічна робота – самостійна робота поза розкладом занять) на тему: “Розрахунки параметрів одиничного маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення деталі авіаційного двигуна”

6. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні роботи;
- самостійна робота студента;
- іспит.

На лекціях здобувачеві даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання практичних робіт, самостійної роботи.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення практичних робіт базується на описанні об'єкта, а також й на матеріальному його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (розрізні макети, плакати та ін.).

Проведення практичних робіт базується на виконанні моделювання технологічної операції.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи здобувачі поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до практичних робіт.

7. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістовних модулі:

1. Оптимізація точності та технологічні розмірні розрахунки у технологічних операціях формоутворення поверхонь деталей АД.

2. Прикладна теорія базування деталей у двигунобудуванні.

Складання модуля 1 – на 8-му тижні 7 семестру (один раз), складання модуля 2 – на 15-му тижні 7 семестру (один раз).

До складання модулів студент допускається за умови виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Оформлення практичних робіт – *письмово*, захист – *усно*.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сума балів
Модуль 1: Змістовий модуль 1			
Складання модульного контролю	0 ... 10	2	0 ... 20
Виконання лабораторних практикумів	0...3	3	0 ... 9
Робота на практичних заняттях	0 ... 2	6	0 ... 12
Модуль 1: Змістовий модуль 2			
Складання модульного контролю	0 ... 10	2	0 ... 20
Виконання лабораторних практикумів	0...3	3	0 ... 9
Робота на практичних заняттях	0 ...2	6	0 ... 12
Модуль 2			
Виконання і захист РГР	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0 ... 100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту.

При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 4 питань. За кожне питання студент може одержати максимальну кількість балів – 25.

Якщо протягом семестру студент накопив менше 60 балів, то для допуску на іспит має виконати всі завдання практичних занять та дати відповіді на контрольні питання.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Студент має оволодіти і практично підтвердити мінімум програмних знань та умінь. Виконати всі практичні завдання, дати стабільні і умотивовані задовільні відповіді на контрольні питання до практичних занять і самостійної роботи. Оцінка виставляється студенту, відповідь якого базується на рівні репродуктивного мислення, коли студент не впевнений у відповідях, порушує послідовність викладання матеріалу, слабо пов'язує теорію з практикою.

Добре (75-89). Студент має оволодіти і вільно та професійно підтвердити програмні знання, уміння, професійні навички і компетенції. Виконати всі практичні завдання в обумовлені строки графіка освітнього процесу з обґрунтуванням рішень. Дати стабільні і компетентно умотивовані відповіді на контрольні питання до практичних занять і самостійної роботи. Відповідь студента базується на рівні самостійного мислення, коли він знає матеріал, правильно пов'язує теорію з практикою, але допускає незначні помилки.

Відмінно (90-100). Студент має оволодіти і вільно та професійно підтвердити програмні знання, уміння, професійні навички і компетенції. Виконати всі практичні завдання в обумовлені строки графіка освітнього процесу з обґрунтуванням рішень. Дати стабільні і компетентно умотивовані відповіді на контрольні питання до практичних занять і самостійної роботи. Студент відповідає на питання послідовно і чітко. Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

9. Політика навчального курсу

Політика курсу базується на гуманістичній освітній парадигмі, суть якої полягає у повазі до особистості здобувача, у праві й можливості майбутнього фахівця самостійно обирати спосіб засвоєння навчального матеріалу, у навчанні у співробітництві, тобто спільній із викладачем діяльності; у розвиткові критичного мислення здобувачів. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік інди-

відуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Будь-які форми порушення академічної доброчесності не толеруються. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагиату чи обману.

Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Точність формоутворення поверхонь і базування деталей [Електронний ресурс]: навч. посібник / В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін, С. В. Худяков, В. В. Третяк; за заг. редакцією В. Д. Сотникова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2018. – 206 с.

2. Технологія двигунобудування. Механічна обробка [Текст]: навчальний посібник / В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2022. – 224 с.

3. Сотников, В. Д. Розрахунки розмірних ланцюгів з використанням графів / В. Д. Сотников. – Харьков : ХАІ, 1994. – 24 с.

– Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2020. – 218 с.

4. Проектування технологічних процесів в САПР ТП. [Текст] / В. В. Третяк, В. Д. Сотников, С. В. Худяков, І. В. Скорченко. Навчальний посібник до дипломного проектування. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського. Харків. авіац. ін.-т», 2020, с. 80.

11. Рекомендована література

Базова

1. Точність формоутворення поверхонь і базування деталей [Електронний ресурс]: навч. посібник / В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін, С. В. Худяков, В. В. Третяк; за заг. редакцією В. Д. Сотникова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2018. – 206 с.

2. Технологія двигунобудування. Механічна обробка [Текст]: навчальний посібник / В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін.-т», 2022. – 224 с.

Допоміжна

1. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Електронний ресурс] : підручник. Ч. 1 / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, О. К. Горлов, К. В. Ма-

- йорова, С. Ю. Миронова, О. В. Шипуль. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 232 с.
2. Технологія, устаткування і оснащення для виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Електронний ресурс] : підручник / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько, О. К. Горлов, К. В. Майорова, С. Ю. Миронова, О. В. Шипуль. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 177 с.
3. Якімов, О.В. і ін. Технологія машино- та двигунобудування [Текст]: Підручник / Якімов О.В. і інш. – Одеса, ОНПУ, 2005. – 720 с.
4. Руденко, П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні [Текст]: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 414 с.
5. Mechanical Engineering Handbook. Frank Kreith Ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999
6. Теорія різання: методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студ. напряму підготовки бакалаврів 0505 «Інженерна механіка» / Уклад.: В.Г. Біланенко, О.О. Мельник, В.М. Кореньков. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010 – 116 с.
7. Родін П.Р. і др. Металорізальні інструменти. В 2-х ч. / П.Р. Родін, Ю.М. Бугай, Н.С. Равська, В.І. Солодкий. – Київ, «Вища школа», 1993. – Ч.1 – 226 с.
8. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С.. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014 – 353 с., іл.
9. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с., іл.
10. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М., С.С. Добрянський. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей. / Частина II. / Під редакцією Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 204 с., іл.
11. Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник для студентів / Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц., Фролов В.К. к.т.н., доц., Гриценко В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 112 с.
12. ДСТУ 2232–93. Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення. – Введ. 01.07.94. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 35 с.
13. ДСТУ 2233–93. Інструменти різальні. Терміни та визначення. – Введ. 01.07.94. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 43 с. ДСТУ 2249–93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення. – Введ. 01.01.95. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 63 с.
14. ДСТУ 2298–93. Верстати металорізальні. Терміни та визначення. – Введ. 01.01.95. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 32 с. ДСТУ 2391–94. Система технологічної документації. Терміни та визначення. – Введ. 22.10.94. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 47 с.
15. ДСТУ 2579–94. Цифрова індикація та цифрове керування устаткуванням. Терміни та визначення. – Введ. 01.07.95. – Київ : Держстандарт України, 1995. – 48 с