

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми



(підпис)

С. М. Нижник

(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2021 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

САПР технологічних процесів

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань:

13 Механічна інженерія

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування напряму підготовки)

Освітня програма:

Технології виробництва авіаційних двигунів та  
енергетичних установок

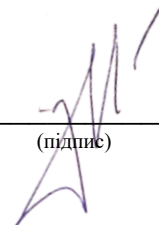
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) скорочений термін навчання

перший (бакалаврський) нормативний термін навчання

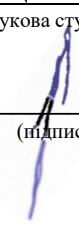
**Харків 2021 рік**

Розробник: І. В. Зорік, доцент каф.204   
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри \_\_\_\_\_  
Технології виробництва авіаційних двигунів  
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 » липня 2021 р.

Завідувач кафедри технології виробництва авіаційних двигунів д. т. н., професор  
(назва кафедри, наукова ступінь та вчене звання завідувача)

  
(підпис)

А.І. Долматов  
(ініціали та прізвище)

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                              | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                                                             | Характеристика навчальної дисципліни |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | денна форма навчання                 |
| Кількість кредитів 5                                                                                 | Галузь знань<br>13 «Механічна інженерія»<br>(шифр і назва)<br>Спеціальність<br>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»<br>(шифр і назва) | Вибіркова<br>(за вибором)            |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | Рік підготовки:                      |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | 2021/2022                            |
| Екзаменаційних модулів: 2                                                                            |                                                                                                                                              | Семестр                              |
| Змістових модулів 2                                                                                  |                                                                                                                                              | 6-й                                  |
| Загальна кількість годин 150                                                                         | Освітня програма:<br>«Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок»                                                  | Лекції                               |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | 32 год.                              |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | Практичні                            |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | 40 год                               |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | Лабораторні                          |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                      |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>Аудиторних – 4,5<br>самостійної роботи студента – 4,875 | Рівень вищої освіти:<br>перший (бакалаврський)                                                                                               | Самостійна робота                    |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | 78 год.                              |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | Індивідуальні завдання:              |
|                                                                                                      |                                                                                                                                              | Вид контролю: іспит                  |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: 72/78.

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета навчання** – є вивчення комплексу інформаційних технологій і систем технічній і технологічній підготовці виробництва виробів, структури, принципів побудови, стадій розробки, а також отримання практичних навичок роботи з системами автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП).

**Завдання** - вивчення дисципліни «САПР ТП» є оволодіння студентами комплексу знань, умінь і навичок в галузі використання інформаційних систем проектування, освоєння класифікації існуючих САПР і областей їх використання для вирішення комплексу завдань, пов'язаних з розробкою технологічних процесів (ТП) виготовлення виробів машинобудування; освоєння засобів підготовки вихідної інформації для автоматизованого проектування ТП; визначення характеристик функціональних підсистем САПР.

### **Компетентності, які набуваються:**

#### Інтегральні компетентності:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми при виробництві авіаційної та ракетно-космічної техніки в області технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок, з застосуванням сучасних САПР ТП.

#### Загальні компетентності:

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

#### Фахові компетентності:

ФК3. Здатність призначити оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК5. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

ФК6. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.

### **1.3. Очікувані результати навчання:**

Згідно з вимогами освітньої програми студенти повинні:

ПРН4 Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі.

ПРН8 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.

ПРН10 Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

ПРН12 Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів.

ПРН14 Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

ПРН15 Застосовувати у професійній діяльності сучасні

методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН17 Розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН20 Розуміти теоретичні принципи та практичні методи інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН21 Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

**Пререквізити** – Структурно-логічні міждисциплінарні зв'язки базуються на всіх навчальних дисциплінах попередніх семестрів, але в найбільшій мірі на професійно-орієнтованих з попередніх семестрів: «Технології конструкційних матеріалів», «Авіаційне матеріалознавство», «Взаємозамінність та стандартизація», «Механіка матеріалів та конструкцій», «Деталі машин та основи конструювання», «Методи і параметри формоутворення поверхонь» та курсових проектів і розрахунково-графічних робіт до них.

**Кореквізити** – «Технологія двигунобудування»

На вивчення навчальної дисципліни відводиться: 150 годин ( 5 кредитів ECTS).

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовний модуль №1**

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни. Основні поняття в галузі автоматизованих систем керування ТП. Поняття проектування; принципи системного підходу; рівні проектування; стадії проектування; моделі і їх параметри в САПР; проектні процедури; життєвий цикл виробів; структура САПР; введення в CALS -технології; етапи проектування автоматизованих систем. особливості ТПВ в сучасних умовах, склад завдань ТПВ, методи вдосконалення ТПВ, актуальність проблеми автоматизованого проектування технологічних процесів, застосування ЕОМ в ТПВ, історія розвитку автоматизованого проектування, автоматизоване проектування в сучасних умовах, визначення АП і проектного рішення,

ТЕМА 2. Технічне забезпечення САПР та вимоги до технічного забезпечення САПР. Вимоги до технічного забезпечення САПР; Вимоги до математичних моделей і методів в САПР; система класифікації і кодування; система класифікації і кодування галузі; система класифікації і кодування підприємства; система класифікації і кодування АСУ ТП; систему документації; система документації АСУ галузі; система документації АСУП; система документації САПР; система документації АСУ ТП; інформаційна база АСУ галузі; інформаційна база САПР; інформаційна база АСУ ТП.

ТЕМА 3. Життєвий цикл виробів. Структура САПР, автоматизовані системи в промисловості. Життєвий цикл виробу, стадії і його значення; поняття ЖЦВ; стадії життєвого циклу товару; дослідно-конструкторські роботи (ОКР); підготовка виробництва (ПП) і вихід на потужність; шляхи удосконалювання організації виробництва; Системи

ERP; логістичні системи; система управління виробничими ресурсами MRP - 2; АСУТП; автоматизовані системи діловодства; основні функції CAD систем; типи САПР в області машинобудування; функції САМ систем; функції САЕ систем.

ТЕМА 4. Методи і програми синтезу проектних рішень. Критерії оптимальності; завдання оптимізації з урахуванням допусків; класифікація методів математичного програмування; методи одновимірної оптимізації; методи безумовної оптимізації; підходи до рішення завдань структурного синтезу; альтернативні графи; числення; планування процесів і розподіл ресурсів; метод гілок і меж; методи локальної оптимізації і пошуку із заборонами; методи поширення обмежень.

ТЕМА 5. САПР ТП «Вертикаль», структура, огляд та можливості системи. Модулі «Вертикаль» та їх взаємодія. Принципи роботи системи. Створення ТП. Підключення 3D-моделі і креслення деталі. Наповнення дерева ТП з використанням довідника операцій і переходів Редагування тексту переходів. Імпорт параметрів з креслення деталі. Бібліотека користувача. Додавання устаткування, оснащення, інструменту, матеріалів в операції ТП. Пошук і фільтрація інформації в УТС Розрахунок режимів різання. Створення ескізів обробки.

## **Змістовний модуль №2**

ТЕМА 6. Проектування технологічних процесів механічної обробки. Загальні принципи побудови ТП при автоматизованому проектуванні. Створення ТП на основі ТП-аналога. Програмне забезпечення для стикування ВЕРТИКАЛЬ із зовнішніми системами управління документообігом. Бази даних. Можливості системи при проектування технологічних операцій та переходів (вибір обладнання та устаткування, різального та вимірювального інструментів, нормування технологічних операцій).

ТЕМА 7 Проектування технологічних операцій механічної обробки. Проектування технологічних токарної, фрезерної, свердлильної операцій. Вибір технологічного обладнання з бази даних обладнання за параметрами обробки. Вибір технологічного устаткування необхідного для проведення операції. Додавання допоміжних та основних технологічних переходів. Вибір ріжучого інструменту та розрахунок режимів різання. Нормування технологічних переходів та операцій.

ТЕМА 8.Формування технологічної документації. Одиничний технологічний процес, загальні поняття, та комплектність та види технологічної документації. Налаштування модуля формування технологічної документації з урахування діючих вимог СТП ХАІ.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Тема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | лекційних годин | годин практичних занять | годин самостійної роботи |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2               | 3                       | 4                        |
| 1. Вступ. Об'єкт, предмет та мета вивчення. Критерії оцінки знань. Терміни і визначення. Основні поняття.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1               |                         | 2                        |
| 2. Введення в автоматизоване проектування. Принципи системного підходу. Стадії та рівні проектування. Моделі та їх параметри в САПР ТП.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1               |                         | 2                        |
| 3. Життєвий цикл виробів. Структура САПР, автоматизовані системи в промисловості, огляд CALS-технологій. Ступені проектування автоматизованих систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1               |                         | 2                        |
| 4. Технології інформаційної підтримки життєвого циклу виробів. Системи та підсистеми ERP, стандарти MRP II.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1               |                         | 2                        |
| 5. Види забезпечення САПР: інформаційне, математичне, технічне та організаційно-методичне, лінгвістичне та програмне.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1               |                         | 2                        |
| 6. Типи, та порівняння сучасних САПР в галузі машинобудування. Основні функції CAD/CAE/CAM-систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1               |                         | 4                        |
| 7. САПР ТП «Вертикаль», структура, огляд та можливості системи. Взаємозв'язок ВЕРТИКАЛЬ з іншими системами. Інтерфейс системи і розміщення основних компонентів. Структура кореневого каталогу. Основні прийоми роботи з документами: створення нового техпроцесу, завантаження техпроцесу з серверного архіву, з програми «Електронний архів» та з локального архіву. Збереження змін до техпроцесу.                                                                                                                                                                                                                | 2               | 4                       | 8                        |
| 8. Структурні елементи технологічного процесу. Дерево конструкторсько-технологічного елемента (КТЕ), редагування складу дерева КТЕ, редагування розташування елементів в дереві КТЕ.<br>Дерево технологічного процесу (ТП), редагування складу дерева та розташування елементів.<br>Дерева комплектування, типових та групових технологічних процесів.                                                                                                                                                                                                                                                               | 4               | 8                       | 8                        |
| 9. Графічні елементи технологічних процесів:<br>ЗД-модель – підключення до техпроцесу, імпорт даних, оновлення даних;<br>креслення - підключення до техпроцесу, імпорт даних;<br>ескіз – підключення до операції, імпорт контрольованих параметрів.<br>Спільні операції з графічними документами<br>Вимірювання розмірів в графічних документах і їх імпорт в ТП.<br>Вимірювання та імпорт розмірів з ЗД-моделі, креслення і ескізу.<br>Налаштування зв'язків з елементами дерева КТЕ. Налаштування з зв'язків між елементами дерева КТЕ і дерева ТП, та між елементами дерева КТЕ і ЗД-моделлю (кресленням) деталі. | 4               | 8                       | 10                       |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>16</b>       | <b>20</b>               | <b>38</b>                |

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2         | 3         | 4         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 10. Методи проектування технологічних процесів. Формування дерева ТП. Додавання операцій і переходів в текст ТП. Додавання вживаного устаткування і виконавця. Додавання оснащення та допоміжних матеріалів . Вставка параметрів в текст переходу. Імпорт параметрів з графічних документів у техпроцес. Налаштування параметрів автоматичної нумерації операцій і переходів. Підключення допоміжних документів до техпроцесу. Додавання посилальної операції. | 4         | 4         | 8         |
| 11. Проектування ТП з використанням дерева КТЕ. Формування дерева КТЕ. Наповнення бібліотеки КТЕ. Використання VB сценаріїв для формування плану обробки КТЕ. Використання VB сценарію для розрахунку припусків на обробку.                                                                                                                                                                                                                                    | 4         | 4         | 8         |
| 12. Проектування ТП на основі техпроцесів-аналогів. Проектування ТП на основі одного техпроцесу-аналога. Проектування ТП на основі декількох техпроцесів-аналогів. Дерево технологій.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4         | 4         | 8         |
| 13. Проектування ТП за допомогою бібліотеки користувачів. Створення папок бібліотеки користувачів. Редагування бібліотеки користувачів. Наповнення бібліотеки користувачів. Копіювання даних з бібліотеки користувачів в проєктований техпроцес.                                                                                                                                                                                                               | 2         | 4         | 8         |
| 14. Особливості проектування техпроцесів. Колективна розробка ТП. Розробка спеціальних засобів технологічного оснащення. Перевірка даних у технологічному процесі. Розрахунок норм часу. Методи роботи в основних програмах САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ. Формування технологічної документації.                                                                                                                                                                          | 2         | 4         | 8         |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>16</b> | <b>20</b> | <b>40</b> |
| <b>Разом за бсеместр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>32</b> | <b>40</b> | <b>78</b> |

### 5. Лабораторні роботи:

| № з/п                   | Найменування лабораторних робіт | Кількість годин |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
|                         |                                 |                 |
| <b>Разом за семестр</b> |                                 |                 |

### 6. Теми практичних занять:

| № з/п                     | Найменування лабораторних робіт                                                                                                                                                                                                                                                           | Кількість годин |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.                        | Розробка технологічної операції токарної обробки (чорновий, напівчистовий та чистовий етапи):<br>вибір обладнання та устаткування технологічної операції; призначення ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання; вибір вимірювального інструменту; проведення нормування операції. | 8               |
| 2.                        | Розробка технологічної операції фрезерної обробки.                                                                                                                                                                                                                                        | 8               |
| 3.                        | Розробка технологічної операції свердлильної обробки.                                                                                                                                                                                                                                     | 6               |
| 4.                        | Розробка операцій формоутворення зубчастого вінця.                                                                                                                                                                                                                                        | 6               |
| 5.                        | Розробка технологічної операції круглошліфувальної обробки.                                                                                                                                                                                                                               | 6               |
| 6.                        | Розробка та формування технологічної документації.                                                                                                                                                                                                                                        | 6               |
| <b>Разом за 6 семестр</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>40</b>       |

## 7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми                                                                                                                                                                                                                                 | Кількість годин |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | ТПВ в сучасних умовах. Історія розвитку. Основи. САПР ТП : поняття, стадії створення, принципи побудови, склад і структура, класифікація.                                                                                                  | 20              |
| 2     | Методичне забезпечення САПР ТП. Лінгвістичне забезпечення САПР ТП. Математичне забезпечення САПР ТП. Програмне забезпечення САПР ТП. Технічне забезпечення САПР ТП. Інформаційне забезпечення САПР ТП. Організаційне забезпечення САПР ТП. | 20              |
| 3     | Сучасні САПР ТП. Автоматизація технологічного проектування: рішення двох - трьох технологічних завдань з використанням комп'ютерів. Експертні системи технологічного призначення. Перспективи розвитку. CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM системи.      | 20              |
| 4     | Технології інформаційної підтримки життєвого циклу виробів. Системи та підсистеми ERP, стандарти MRP II.                                                                                                                                   | 18              |
|       | <b>Разом:</b>                                                                                                                                                                                                                              | <b>78</b>       |

## 8. Індивідуальні завдання:

Проектування технологічних операцій механічної обробки за допомогою САПР ТП.

| № | Найменування розділів та зміст роботи                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Розробка технологічної операції токарної обробки за індивідуальним завданням: вибір обладнання та устаткування технологічної операції; призначення ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання; вибір вимірювального інструменту; проведення нормування операції. |
| 2 | Розробка технологічної операції фрезерної обробки.                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 | Розробка технологічної операції свердлильної обробки.                                                                                                                                                                                                                  |
| 4 | Розробка технологічної операції круглошліфувальної обробки.                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | Формування технологічної документації.                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | Висновки. Список використаної літератури. Підготовка та захист.                                                                                                                                                                                                        |

## 9. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій із застосуванням наглядних матеріалів, складання графічних схем; робота в Інтернет.

## 10. Методи контролю

**Розподіл балів, які отримують студенти (іспит)**

| Складові навчальної роботи                         | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>                         |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...1                           | 8                          | 0...8                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...3                           | 8                          | 0...24                  |
| Модульний контроль                                 | 10...20                         | 1                          | 10...20                 |
| <b>Змістовний модуль 2</b>                         |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...1                           | 4                          | 0...4                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...3                           | 8                          | 0...24                  |
| Модульний контроль                                 | 10...20                         | 1                          | 10...20                 |
| <b>Усього за семестр</b>                           |                                 |                            | <b>20...100</b>         |

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитань, наприклад:

1. Життєвий цикл виробів. Структура САПР, автоматизовані системи в промисловості, огляд CALS-технологій. 30 балів
2. САПР ТП «Вертикаль». Проектування ТП на основі техпроцесів-аналогів. Проектування ТП на основі одного техпроцесу-аналога. 30 балів
3. Розробити технологічну операцію токарної обробки (чорновий, або напівчистовий або чистовий етапи): вибір обладнання та устаткування технологічної операції; призначення ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання; вибір вимірювального інструменту; проведення нормування операції. (Ескіз операції видає викладач) 40 балів

### Якісні критерії оцінювання

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати принципи побудови в галузі використання інформаційних систем проектування, освоєння класифікації існуючих САПР і областей їх використання для вирішення комплексу завдань, пов'язаних з розробкою технологічних процесів (ТП) виготовлення виробів машинобудування; освоєння засобів підготовки вихідної інформації для автоматизованого проектування ТП; визначення характеристик функціональних підсистем САПР. Проводити розробку технологічних операцій середньої складності для металорізальних верстатів за допомогою системи САПР «Вертикаль».

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Проводити розробку технологічних операцій середньої складності для металорізальних верстатів за допомогою системи САПР «Вертикаль», з урахуванням специфіки виготовлення, застосовуючи як універсальний так і спеціалізований інструмент та технологічне оснащення.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі<br>види навчальної<br>діяльності | Оцінка<br>ECTS | Оцінка за національною шкалою                     |                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                    |                | для екзамену, курсового<br>проекту, практики      | для заліку                                         |
| 90 – 100                                           | <b>A</b>       | відмінно                                          | зараховано                                         |
| 83 – 89                                            | <b>B</b>       | добре                                             |                                                    |
| 75 – 82                                            | <b>C</b>       |                                                   |                                                    |
| 68 – 74                                            | <b>D</b>       | задовільно                                        |                                                    |
| 60 – 67                                            | <b>E</b>       |                                                   |                                                    |
| 1 – 59                                             | <b>FX</b>      | незадовільно з можливістю<br>повторного складання | не зараховано з можливістю<br>повторного складання |

## 11. Методичне забезпечення

1. Проектування технологічних операцій в програмі АСКОН-Вертикаль : навч. посіб. до курсового та диплом. проектування / А. І. Долматов, І. В. Зорік, С. М. Нижник, О. А. Клешньова ; М-во науки та освіти України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2018. - 65 с. - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>

## 12. Рекомендована література

### Базова.

2. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учеб. пособие для вузов/ В.И. Аверченков, И.А. Каштальян, А.П. Пархутик. - Мн.: Выш. шк., 1993. - 288с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
4. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. — СПб, Питер, 2003.
5. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. — М.: Анахарсис, 2002.
6. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
7. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007. -272с.

### Додаткова література.

8. Батищев Д.И., Львович Я.Е., Фролов В.Н. Оптимизация в САПР. — Воронеж, Изд-во Воронежского государственного университета, 1997.
9. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Под ред. И.П. Филонова. Издательство: УП ТЕХНОПРИНТ. 2003 -910с.
10. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР. — М.: Высшая школа, 1990. – 335с.
11. Тихонов А.Н. и др. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. М.: Машиностроение, 1990. -263с.
12. Дементьев Ю.В., Щетинин Ю.С. САПР в автомобиле- и тракторостроении. Издательство: Академия, 2004. -220с
13. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И., Мозговой В.Ф., Кореневский Е.Я. Технология производства авиационных двигателей в 3 частях.- Запорожье, изд. ОАО «Мотор Сич», 2007-08.

## 13. Інформаційні ресурси

Мережа Internet.

[Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ](#)