

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра технологій виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник робочої групи



В. Ф. Сорокін

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА **ВИБІРКОВОЇ** НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Системи автоматизованого проектування технологічних процесів  
виробництва двигунів та енергетичних установок»  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

15 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

151 «Автоматизація та комплексно-інтегровані технології»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

«Комп'ютерні технології проектування та виробництва»  
(найменування спеціальності)

Форма навчання

Денна

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Системи автоматизованого проектування технологічних процесів виробництва двигунів та енергетичних установок»  
для студентів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
освітньою програмою «Комп'ютерні технології проектування та виробництва»  
«10» від 02.07 2021 р, 18 с.

Розробник Третяк Володимир Васильович, професор, канд. техн. наук, доцент  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри  
технологій виробництва авіаційних двигунів

Протокол № 10 від « 02 » 07 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор Долматов А.А.  
(наукова ступінь та вчене звання)

## 1. Опис навчальної дисципліни

<p>Кількість кредитів: 6</p> <p>Екзаменаційних модулів: 2</p> <p>Змістових модулів: 2</p> <p>Загальна кількість годин: 180</p> <p>Тижневих годин для денної форми навчання студента:</p> <p>10-й семестр:</p> <p>самостійної роботи – 100;</p> <p>аудиторних - 80.</p>	<p><b><u>Галузь знань:</u></b></p> <p>15 «Автоматизація та приладобудування»</p>	Рік підготовки 2021 / 2022
	<p><b><u>Спеціальність</u></b></p> <p>151 «Автоматизація та компютерно-інтегровані технології»</p>	Семестр
	<p><b><u>Освітня програма</u></b></p> <p>«Комп’ютерні технології проектування та виробництва»-</p>	10-й
		Лекції:
		40
		Практичні заняття:
		40
		Індивідуальні заняття:
		1. Курсовий проект «Розробка технологічного процесу виготовлення деталей авіаційного двигуна методом синтеза з використанням системи «Технопро»
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	
		Самостійна робота
		140 / 160
		Вид контролю
		Іспит

\* - кількість годин на першу / другу половину семестру.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

10-й семестр - 80 / 100 - для очної форми навчання

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Об'єкт вивчення** - сучасні автоматизовані методи автоматизованої розробки технологічних процесів в авіадвигунобудуванні.

**Мета навчання** - навчання науковим і практичним сучасним методам автоматизованої підготовки виробництва в авіадвигунобудуванні.

**Завдання** вивчення сучасних методів автоматизованої конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, вивчення можливостей та отримання навичок роботи з сучасними САМ/CAD/CAE системами розробки перспективних технологічних процесів в авіадвигунобудуванні.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати

ЗК1 - здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3 - здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК5 - здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6 - здатність приймати обгрунтовані рішення.

ЗК7 - здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК8 - здатність працювати в команді, приймати рішення, у тому числі в екстремальній ситуації, та нести за них відповідальність.

ЗК9 - здатність робити довгострокове планування та розробляти стратегію професійної діяльності.

ЗК10 - здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі.

ЗК11 - здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК12 - здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

ЗК13 - здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК14 - прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК1 - здатність продемонструвати всебічні знання в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки та перспективи її розвитку.

ФК2 - здатність продемонструвати передові знання в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

ФК3 - здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення складних інженерних завдань з використанням спеціальних і загальнонавчаних методів.

ФК4 - здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з досягнень в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК5 - здатність аналізувати необхідну інформацію, технічні дані, показники та результати роботи, систематизувати їх і узагальнювати з метою покращення технологічних характеристик деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання, створення нових технологій і модернізації виробництва.

ФК6 - здатність розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування технологічних процесів виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання.

ФК8 - здатність розробляти методики розрахунків і проведення досліджень при проектуванні та експлуатації об'єктів і систем у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням сучасних САО/САМ/САЕ (інформаційних) систем.

ФК11 - здатність приймати оптимальні рішення в процесі виробництва енергетичної та технологічної продукції з урахуванням вимог якості, надійності й вартості, термінів виконання, охорони праці та екологічної чистоти виробництва в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН5 - вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.

ПРН6 - навички прийняття рішень при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності умов та вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

ПРН14 - розуміння принципів навички обгрунтованого призначення показників якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН18 - вміння застосовувати сучасні методи та засоби конструкторсько-технологічної підготовки

виробництва, в тому числі комп'ютеризованого гнучкого виробництва, складання і випробування елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для сучасного обладнання з числовим програмним керуванням.

**Міждисциплінарні зв'язки:** технології виробництва двигунів літальних апаратів, лопаткові машини, деталі машин, теоретична механіка, газодинаміки, теплопередача, електроніка, прикладна математика.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### 1. Змістовий модуль .

#### **Використання системи «Технопро» в технологічному проектуванні деталей авіаційних двигунів.**

**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; система 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 САД систем; типи САПР в області машинобудування; функції САМ систем; функції САЕ систем.

**ТЕМА 4. Принципи і задачі проектування в САПР ТП.** Рівні, аспекти і етапи проектування. Ієрархічні рівні описів у проектованих об'єктах. Приклади блоково-ієрархічної структури уявлень про об'єкти в різних областях техніки. Аспекти опису проектовань в САПР. Складові частини процесу проектування. Зовнішнє і внутрішнє проектування. Приклади параметрів проектованих об'єктів.

**ТЕМА 5. Типові проектні процедури і режими проектування в САПР.** Класифікація типових процедур (задач) проектування. Типова послідовність проектних процедур. Режими проектування. Ввиди математичних моделей. Вимоги до математичних моделей. Ознаки класифікації математичних моделей. Методика отримання математичних моделей елементів.

**ТЕМА 6. Методи структурного синтезу.** Класифікація задач структурного синтезу. Ознаки задач структурного синтезу. Рівні складності формалізації задач синтеза. Підходи до вирішення задач структурного синтеза.

**ТЕМА 7. Методи параметричного синтезу.** Класифікація задач параметричного синтезу. Основні і допоміжні задачі САПР. Структура інтелектуальної системи. Задачі інтелектуальних систем. Загальносистемні характеристики інформаційної системи.

**ТЕМА 8. 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 9** 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 10.** 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.

**ТЕМА 11.** Загальні зведення про систему Технопро. Основне меню і настроювання роботи системи. Керування вікнами. Керування даними. Використання функціональних клавіш. Робота Технопро в локальній мережі. Структура системи. Схема взаємодії інформації в Технопро.

**ТЕМА 12.** Діалогове і напівавтоматичне проектування ТП. Додавання операції. Додавання переходу. Уведення норм виготовлення і режимів обробки. Додавання з клавіатури. Розміщення введених даних у інформаційній базі (ІБ). Копіювання з загальних технологічних процесів (ЗТП). Копіювання операції ЗТП. Копіювання з конкретних технологічних процесів (КТП). Пошук Деталі і ТП. Вставка ескізів у карти ТП. Експорт/імпорт КТП. Діалогові сценарії. Перемінні в Умовах, текстах переходів і інструкцій. Одержання даних з таблиць і запитів. Умови підбора оснащення. Прискорений підбор оснащення в операції. Прискорений підбор оснащення в переході. Нормування переходів і операцій. Поділ Умов по типах ТП і користувачам.

**ТЕМА 13.** Інформаційна база системи. Класифікація в ІБ. Уведення рядків даних у ІБ. Перегляд ілюстрацій. Тексти переходів і інструкцій. Пошук у ІБ. Прискорений вибір оснащення. Паспортні дані устаткування. Роздрукування вмісту ІБ.

**ТЕМА 14.** Створення бази загальних технологічних процесів. Створення класифікації ЗТП. Введення операції. Уведення переходу операції. Копіювання ЗТП. Формування ЗТП. Обробка ЗТП при автоматичному проектуванні. Вибір операцій і переходів за Умовами. Шаблони кодів елементів. Макет ЗТП. Характеристики в Макеті ЗТП. Приєднані ЗТП. Вкладені операції. Припуски на обробку. Розрахунок режимів обробки і норм виготовлення. Параметри операцій і переходів. Витрата інструментів і матеріалів. Зображення Макета ЗТП і ескізи. Тексти переходів. Видача в карти ТП.

**ТЕМА 15.** База умов і розрахунків. Додавання умови. Вираження, що перевіряються. Виконувані вираження. Вкладені Умови. Спеціальні функції. Перемінні і побудовані умови. Структура умови. Призначення умов в ЗТП. Застосування умов на приєднаний ЗТП. Застосування умов на операцію. Застосування умов на перехід. Застосування умов на оснащення (підбор, режим, властивості, витрата). Властивості матеріалів і інших загальних зведень про деталь. Табличні дані. Створення таблиць. Журнал формування ТП. Створення таблиць у програмі ТехТаблиця.

**ТЕМА 16.** Автоматичне проектування технологічних процесів. Створення моделі нової деталі. Характеристики деталі і виробу. Опис конструкції деталі. Копіювання Макета ЗТП. Копіювання Деталі КТП. Проектування ТП. Журнал проектування ТП. Перерахування ТП. Видача ТП на печатку. Зміна конструкції деталі. Правила вибору операцій і переходів. Автоматичне формування текстів переходів. Вставка параметрів переходів у тексти. Нумерація розмірів для операційних ескізів. Правила кодування поверхонь деталей. Особливості кодування деяких поверхонь. Види зовнішніх поверхонь. Види внутрішніх поверхонь.

**ТЕМА 17.** Оформлення технологічної документації. Зміст документів, формованих для MS Word. Структура шаблонів документів для MS Word. Вставка графіки в карти ТП. Створення нового шаблону MS Word. Підключення шаблону MS Word до Технопро. Формування комплекту документів. Найменування полів висновку інформації в документи MS Word.

Створення форм із вертикальним поділом інформації. Формування відомостей.

**ТЕМА 18.** Графіка в Технопро: ескізи, креслення, ілюстрації. Призначення графіки в Технопро. Зображення Макета ОТП. Зображення деталі КТП. Операційні ескізи в ЗТП. Операційні ескізи в КТП. Вставка ескізів у карти ТП. Вставка ескізів у карти ТП засобами MS Word. Використання Техэскиз. Використання Техэскиз разом з T-FLEX CAD. Рекомендації зі створення Макета ескізу в T-FLEX CAD. Побудова елементів Макета ескізу в T-FLEX CAD. Зв'язок елементів Макета ескізу з Технопро. Бібліотека елементів операційних ескізів.

**ТЕМА 19.** Інтерфейс ТехноКад/TF взаємодії із системою T-FLEX CAD. Вікно інтерфейсу ТехноКад. Указівка параметрів елементів конструкції на кресленні. Зчитування значень елементів конструкції з креслення. Зчитування даних зі штампа креслення. Зчитування значень із креслень у форматах DXF і DWG.

## **Змістовий модуль 2.**

### **Використання САПР СПРУТ в технологічному проектуванні деталей авіаційних двигунів**

**ТЕМА 20.** Призначення і можливості менеджера проектів. Призначення менеджера ресурсів і його особливості роботи. Настроювання BASE I BDE. Робота з базою даних INTERBASE. Структура сучасної системи. Запуск системи. Робота з головним меню. Дерево ресурсів. Організація і визначення. Розробка нової групи. Розробка нового ресурса. Маніпуляції з ресурсами.

**ТЕМА 21.** Робота з конструктором таблиць ресурсів. Організація таблиць ресурсів із змінною структурою. Вікно конструктора. Атрибути полів. Розробка Наві гатора таблиць. Створення і редагування полів таблиць. Зміна порядку полів. Словник полів. Автозаповнення.

**ТЕМА 22.** Розробка бази даних технологічних ресурсів. Правила заповнення таблиць даними. Дублювання записом. Робота з полями, пов'язаними з таблицями, списками. Хранилища даних. Робота з генератором бланків.

**ТЕМА 23.** Розробка технологічних процесів з умовами і параметрами. Робота в технологічній САМ/CAD/CAE системі. Розробка умов і параметрів. Опис параметрів в системі. Формування параметризованого технологічного процесу. Розробка технологічної документації.

**ТЕМА 24.** Ідеологія і стратегія роботи в сучасній САМ системі. Можливості інтелектуальних САМ систем. Можливості 2.5-координатної обробки. Можливості 3-координатної фрезерної обробки. Можливості ротаційної обробки. Можливості 5 координатної індексної обробки. Можливості 5-координатної безперервної обробки.

**ТЕМА 25.** Робота з головним меню системи. Панелі управління. Системи координат. Панелі управління системами коорди. Створення фрезерної системи координат - за допомогою діалогового вікна. Створення токарної системи координат за допомогою діалогового вікна. Панель стандартних векторів погляду. Графічне вікно і управління візуалізацією. Графічне вікно. Управління візуалізацією.

**ТЕМА 26.** Робота з файлами і обмін даними. Робота з файлами проектів. Робота з файлами, що імпортуються. Робота з файлами настроювання постпроцесора. Робота з файлами управляючих програм. Експорт об'єктів в DFX. Підготовка геометричної моделі. Структура геометричної моделі. Типи геометричних об'єктів. Група. Вибір об'єктів. Редагування структури геометричної моделі. Імпорт геометричних об'єктів. Середовище двовимірних геометричних побудов..

**ТЕМА 27.** Створення технології обробки об'ємної деталі. Загальні принципи формування технології обробки. Формування послідовності операцій. Формування послідовності операцій. Створення нової операції. Виконання операції. Генерація управляючої програми. Генерація розрахунково-технологічної карти.

**ТЕМА 28.** Розробка типових технологічних процесів. Типи технологічних операцій.

Група операцій. Настроювання технологічних операцій. Геометричні параметри операції. Завдання деталі, заготовки і оснащення Робоче завдання для операцій 2D і 3D обробки кривих і операції. Вирізка. Робоче завдання для операції гравіювання і операції вибірки області. Робоче завдання для операцій об'ємної обробки. Робоче завдання для операцій 2.5D обробки. Робоче завдання для токарних операцій. Робоче завдання для операції обробки отворів.

**ТЕМА 39.** САПР «СПРУТ ОКП», структура, огляд та можливості системи. Модулі «СПРУТ ОКП» 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.

**ТЕМА 30.** Проектування технологічних процесів механічної обробки. Загальні принципи побудови ТП при автоматизованому проектуванні. Створення ТП на основі ТП-аналога. Програмне забезпечення для стикування «СПРУТ ОКП» із зовнішніми системами управління документообігом. Бази даних. Можливості системи при проектуванні технологічних операцій та переходів (вибір обладнання та устаткування, різального та вимірювального інструментів, нормування технологічних операцій).

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	КІЛЬКІСТЬ годин											
	денна форма						заочна форма					
	Усього	У тому числі					Усього	У тому числі				
		Л	П	лаб	інд	С.р.		Л	П	лаб	інд	С.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Використання системи «Технопро» в технологічному проектуванні</b>												
<b>Тема 1.</b> Вступ до навчальної дисципліни.	4	1	1	-	-	2						
<b>Тема 2.</b> Технічне забезпечення САПР та вимоги до технічного забезпечення САПР.	4	1	1	-	-	2						
<b>Тема 3.</b> Структура САПР в промисловості.	4	1	1	-	-	2						
<b>Тема 4.</b> Принципи і задачі проектування в САПР ТП.	4	1	1	-	-	2						
<b>Тема 5.</b> Типові проектні процедури і режими проектування в САПР.	4	1	1	-	-	2						
<b>Тема 6.</b> Методи структурного синтезу.	4	1	1	-	-	2						



<b>Тема 7.</b> Методи параметричного синтезу.	4	1	1	-	-	2							
<b>Тема 8.</b> Програми синтезу проектних рішень.	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 9.</b> Методи проектування технологічних операцій.	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 10.</b> Методи формування технологічної документації.	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 11.</b> Загальні зведення про систему «Технопро»	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 12.</b> Діалогове і напівавтоматичне проектування ТП.	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 13.</b> Інформаційна база системи.	5	1	1	-	-	3							
<b>Тема 14.</b> Створення бази загальних технологічних процесів.	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Тема 15.</b> База умов і розрахунків.	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Тема 16.</b> Автоматичне проектування технологічних процесів.	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Тема 17.</b> Оформлення технологічної документації.	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Тема 18.</b> Графіка в Технопро:	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Тема 19.</b> Інтерфейс ТехноКад/TF взаємодії із системою T-FLEX CAD.	4	0.5	0.5	-	-	3							
<b>Всього</b>	82	16	16			50							

**Змістовий модуль2. Використання САПР СПРУТ в технологічногму проектуванні деталей авіаційних двигунів**

<b>Тема 20.</b> Призначення і можливості менеджера проєктів.	8	2	2	-	-	4						
<b>Тема 21.</b> Робота з конструктором таблиць ресурсів.	8	2	2	-	-	4						
<b>Тема 22.</b> Розробка бази даних технологічних ресурсів.	8	2	2	-	-	4						
<b>Тема 23.</b> Розробка технологічних процесів з умовами і параметрами.	8	2	2	-	-	4						
<b>Тема 24.</b> Ідеологія і стратегія роботи в сучасній САМ системі.	8	2	2	-	-	4						
<b>Тема 25.</b> Робота з головним меню системи.	9	2	2	-	-	5						
<b>Тема 26.</b> Робота з файлами і обмін даними.	9	2	2	-	-	5						
<b>Тема 27.</b> Створення технології обробки об'ємної деталі	9	2	2	-	-	5						
<b>Тема 28.</b> Розробка типових технологічних процесів.	9	2	2	-	-	5						

<b>Тема 29.</b> САПР «СПРУТ ОКП»,	11	3	3	-	-	5						
<b>Тема 30</b> Програмне забезпечення для стикування «СПРУТ ОКП» з іншими системами	11	3	3	-	-	5						
<b>Всього</b>	98	24	24	-	-	50						
Разом модулі 1-2	180	40	40	-	-	100						

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
	-	-

#### 7. Теми практичних занять

	Найменування лабораторних робіт	Годин
1	Робота з менеджером ресурсів і його особливості роботи. Настроювання BASE I BDE.	1
2	Створення і редагування таблиць в менеджері ресурсів.	1
3	Настроювання BASE I BDE.	1
4	Розробка ТП з умовами і параметрами.	1
5	Формування параметризованого технологічного процесу. Розробка технологічної документації.	1
6	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання токарної операції.	1
7	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання свердлильної операції.	1
8	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання фрезерної операції.	1
9	Розробка типового технологічного процесу в сучасній САПР системі	1
10	Розробка групового технологічного процесу	1
11	Розробка прикладки для розробки параметризованого креслення заготовки.	1
12	Розробка технологічної документації в сучасній САПР системі.	1

13	Знайомство зіз принципами і устроєм сучасної САМ системи	1
14	Розробка токарної операції в сучасній САМ системі.	1
15	Розробка свердлильної операції в сучасній САМ системі.	1
16	Розробка токарної операції в сучасній САМ системі.	1
17	Робота з менеджером ресурсів і його особливості роботи. Настроювання BASE I BDE.	1
18	Створення і редагування таблиць в менеджері ресурсів.	1
19	Настроювання BASE I BDE.	1
20	Розробка ТП з умовами і параметрами.	1
21	Формування параметризованого технологічного процесу. Розробка технологічної документації.	1
22	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання токарної операції.	1
23	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання свердлильної операції.	1
24	Розробка прикладки для розрахунків режимів різання фрезерної операції.	1
25	Розробка типового технологічного процесу в сучасній САПР системі	2
26	Розробка групового технологічного процесу	2
27	Розробка прикладки для розробки параметризованого креслення заготовки.	2
28	Розробка технологічної документації в сучасній САПР системі.	2
29	Знайомство зіз принципами і устроєм сучасної САМ системи	2
30	Розробка токарної операції в сучасній САМ системі.	2
31	Розробка свердлильної операції в сучасній САМ системі.	2
32	Розробка токарної операції в сучасній САМ системі.	2
<b>Разом за семестр</b>		<b>40</b>

#### 8. Самостійна робота

Тема	
1. Вступ. Об'єкт, предмет та мета вивчення. Критерії оцінки знань. Терміни і визначення. Основні поняття.	5
2. Введення в автоматизоване проектування. Принципи системного підходу. Стадії та рівні проектування. Моделі та їх параметри в САПР ТП.	5
3. Життєвий цикл виробів. Структура САПР, автоматизовані системи в промисловості, огляд CALS-технологій. Ступені проектування автоматизованих систем.	5
4. Технології інформаційної підтримки життєвого циклу виробів. Системи та підсистеми ERP, стандарти MRP II.	5
5. Види забезпечення САПР: інформаційне, математичне, технічне та	5

організаційно-методичне, лінгвістичне та програмне.	
6. Типи, та порівняння сучасних САПР в галузі машинобудування. Основні функції CAD/CAE/CAM-систем.	5
7. САПР ТП «СПРУТ ОКП», 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.	5
8. Структурні елементи технологічного процесу. Дерево конструкторсько-технологічного елемента (КТЕ), редагування складу дерева КТЕ, редагування розташування елементів в дереві КТЕ. Дерево технологічного процесу (ТП), редагування складу дерева та розташування елементів. Древа комплектування, типових та групових технологічних процесів.	5
9. Графічні елементи технологічних процесів: 3Д-модель – підключення до техпроцесу, імпорт даних, оновлення даних; креслення - підключення до техпроцесу, імпорт даних; ескіз – підключення до операції, імпорт контрольованих параметрів. Спільні операції з графічними документами Вимірювання розмірів в графічних документах і їх імпорт в ТП. Вимірювання та імпорт розмірів з 3Д-моделі, креслення і ескізу. Налаштування зв'язків з елементами дерева КТЕ. Налаштування з зв'язків між елементами дерева КТЕ і дерева ТП, та між елементами дерева КТЕ і 3Д-моделлю (кресленням) деталі.	5
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.	5
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.	5
12. Проектування ТП на основі техпроцесів-аналогів. Проектування ТП на основі одного техпроцесу-аналога. Проектування ТП на основі декількох техпроцесів-аналогів. Дерево технологій.	5
13. Проектування ТП за допомогою бібліотеки користувачів. Створення папок бібліотеки користувачів. Редагування бібліотеки користувачів. Наповнення бібліотеки користувачів. Копіювання даних з бібліотеки користувачів в проектований техпроцес.	5
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 «СПРУТ ОКП». Формування технологічної документації.	
15. Створення умов і розрахунків, а також їхнє редагування в базі умов і розрахунків, залежно від характеристик і розмірів деталі, для організації вибору маршрутів технологічного процесу виготовлення.	5
16. Теж саме для організації вибору операцій.	6
17. Теж саме для організації вибору переходів.	6
18. Теж саме для організації вибору технологічного оснащення.	100
<b>Разом</b>	

## 9. Методи навчання

*Основні форми навчання:*

- лекційна;
- практичні заняття;
- розрахункова робота і розрахунково-графічна робота;
- самостійна робота студента;
- іспит.

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

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

Практичні заняття базуються на вивченні можливостей сучасних технологічних інтелектуальних систем. Під час їх проведення практичних завдань використовується як індивідуальний, так і бригадний характер праці студентів.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення практичних робіт, набувають навички роботи з інтелектуальними технологічними системами.

## 8. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістових модулі:

**Модуль 1.** Призначення і принципи роботи робота з менеджером проектів в САМ /CAD/ CAE системі.

**Модуль 2.** Робота в технологічній САМ/CAD/CAE системі.

Складання модуля 1 - на 9-му тижні (один раз), складання модуля 2 - на 16-му тижні (один раз).

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

**Оформлення практичних робіт** - електронний варіант виконаної роботи, захист - *усно*.

**Оформлення РР і РГР** - електронний варіант виконаної роботи, захист - *усно*.

Семестр 10 - *іспит*.

## 9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

**9Д Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)**

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0,..0,5	10	0...5
Виконання і захист практичних робіт	2...4	3	8...12
Модульний контроль	14...23	1	4...23
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання і захист практичних робіт	2...4	3	8...12
Модульний контроль	14...23	1	14...23
Виконання і захист РР, РГР і самостійної роботи	16...22	1	16...22
<b>Усього за семестр</b>			<b>60...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до Іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт, а також виконання та успішного захисту домашнього завдання.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдання. Теоретичні запитання розподілено таким чином;

Перше запитання - змістовий модуль 1;

Друге запитання - змістовий модуль 2;

Практичні завдання стосується розробки елементів технологічного процесу в САМ/CAD/CAE технологічній системі.

## 9.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен знати: сучасні принципи і методи автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні, структуру побудови і принципи роботи сучасних САМ/CAD/CAE систем автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні. Вміти: самостійно розробляти технологічні процеси в сучасній САМ/CAD/CAE САПР системі, самостійно розробляти менеджер ресурсів технологічного процесу в сучасній САМ/CAD/CAE САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в генераторі бланків в сучасній САМ/CAD/CAE САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в САМ/CAD/CAE САМ системі. Мати навички про використання САМ/CAD/CAE САПР системи для вирішення 'задачі пітампу-вання об'ємної деталі на молоті. Мати уявлення про про методи розробки технологічних процесів в прямій і зворотній постановці.

## 9.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та Захистити всі практичні роботи. Виконати та захистити Індивідуальне завдання. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою.). Знати: сучасні принципи і методи автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні, структуру побудови і.принципи роботи в сучасних САМ/CAD/CAE системах автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні. Мати уявлення про про методи розробки технологічних процесів в прямій і зворотній постановці.

**Добре (75-89).** Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. . Знати сучасні принципи і методи автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні, структуру побудови і принципи роботи сучасних САМ/CAD/CAE систем автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні. Вміти: самостійно розробляти технологічні процеси в сучасній

CAM/CAD/CAE САПР системі, самостійно розробляти менеджер ресурсів технологічного процесу в сучасній САМ/САD/САЕ САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в генераторі бланків в сучасній САМ/САD/САЕ САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в САМ/САD/САЕ САМ системі.

**Відмінно (90-100).** Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити завдання на самостійну роботу. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре» і кількістю балів не менше 80). Знати: сучасні принципи і методи автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні, структуру побудови і принципи роботи сучасних САМ/САD/САЕ систем автоматизованого проектування технологічних процесів в авіадвигунобудуванні. Вміти: самостійно розробляти технологічні процеси в сучасній САМ/САD/САЕ САПР системі, самостійно розробляти менеджер ресурсів технологічного процесу в сучасній САМ/САD/САЕ САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в генераторі бланків в сучасній САМ/САD/САЕ САПР системі; самостійно розробляти технологічні процеси в САМ/САD/САЕ САМ системі. Мати навички про використання САМ/САD/САЕ САПР системи для вирішення задачі штампування об'ємної деталі на молоті. Мати уявлення про методи розробки технологічних процесів в прямій і зворотній постановці.

#### 10. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі - види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку .
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано

#### 11. Методичне забезпечення

1. Дидактичні матеріали (наочні посібники, плакати).
2. Програмне забезпечення, розроблене і запатентоване кафедрою 204.
3. Ліцензійне програмне забезпечення каф. 204
4. Методичні навчальні посібники за темами та розділами курсу.
5. Методичні розробки каф. 204 з методиками розрахунків та варіантами завдань

#### 12. Методичне забезпечення

1. Проектування операцій на верстаті з ЧПК. Токарна обробка [Електронний ресурс] : навч. посіб. до практ. робіт / В. Ф. Сорокін, В. В. Третяк, К. А. Данько. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків, авіац. ін-т» 2018. - 50 с.
2. Проектування операцій для верстатів з ЧПК. Фрезерне оброблення [Текст]: навч. посіб. для практ. робіт / В. Ф. Сорокін, В. В. Третяк, А. В. Онопчєяко, К. А. Данько. - Х.: Нац. аерокосм, ун-т ім. Н. Е. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2018.-46 с.
3. Автоматизовані системи управління життєвим циклом виробу [Текст] : учбовий, посібник: в 2 ч. / М. С. Романов, Н. В. Руденко, В. В. Третяк, Р. В. Воропай, А. А. Бреус. - Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харьк. авіац. ин-т», 2018. - Ч. 2. - 108 с.
4. Розрахунок параметрів технологічного процесу штампування об'ємних деталей на імпульсному пресі [Текст] : навч. посіб. до дипл. проектування / В. В. Третяк, В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін, А. В. Онопченко. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків, авіац. ін-т», 2018. - 52 с.
5. Третяк, В.В. Розробка програмного забезпечення для технологічних розрахунків в об'єктно-орієнтованому середовищі. Навч. посіб. / В. В. Третяк. – Харків: Нац. аерокосм.ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т» 2020. – 76 стор. (Електр. ресурс).



6. Проектування технологічних процесів імпульсного оброблення методами синтезу і адресації [Текст]. Навч. посіб / В. В. Третяк, А. В. Онопченко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 72 стор.

7. Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва листових деталей методами імпульсного штампування. Навч. посіб. / А. М. Гринченко, В. В. Третяк, Ю. В. Лемешко, А. В. Онопченко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 80 стор.

8. Третяк В.В. Розрахунок параметрів технологічного процесу штампування об'ємних деталей на імпульсному пресі. Навч. посібник. / В. В. Третяк, В. Д. Сотников, Ю. О. Невешкін, А. В. Онопченко. – Харків. Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». 2018. - 52 стор.

### **13. Рекомендована література:**

#### **13.1 Базова**

1. Третяк, В. В. Можливості програмного комплексу для проектування імпульсних технологій методами «Найближчого сусіда». Матеріали XXIV міжнародного конгресу авіадвигунобудівників. Тези доповіді. / В. В. Третяк, А.В. Онопченко. Матеріали XXIV міжнародного конгресу авіадвигунобудівників. Тези доповіді. 2019 р. стор. 95.

2. Проектування технологічних процесів імпульсного оброблення методами синтезу і адресації. Навч. посіб / В. В. Третяк, А. В. Онопченко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 72 с.

3. Проектування технологічних процесів у САПР ТП. Навч. посіб. В. В. Третяк, В. Д. Сотников, С. В. Худяков, І. В. Скорченко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 80 с.

4. Третяк, В. В. Особливості моделювання штампового оснащення для імпульсних технологій в базах знань з використанням алгоритмів структурного і параметричного синтезу / В. В. Третяк, В. Ф. Сорокін, К. В. Бондарєва Матеріали XXIII міжнародного конгресу авіадвигунобудівників. Тези доповіді. 2018 р. стор. 85.

5. Третяк В. В. Реалізація проектування елементів оснащення для імпульсного штампування в системі Edit Object / Матеріали XXIV міжнародного конгресу авіадвигунобудівників. Тези доповіді. 2018 р. стор. 85.

6. Литвин, В.В. Інтелектуальні системи. Підручник / В.В. Литвин, В.В. Пасічник, Ю.В. Яци-шин. – Львів. «Новий світ».– , 2009– 406. стор.

7. Пасічник В.В. Сховища даних.. Навчальний посібник / В.В. Пасічник, Н.Б. Шаховська.– Львів. «Магнолія».– , 2008– 496. стор.

8. Берко, А. Ю. Системи Баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних і знань. Посібник./ А.Ю. Берко, О.М. Верес, В. В. Пасічник – Львів. «Магнолія».– , 2008– 456. стор.

#### **13.2 Допоміжна література**

1. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И., Мозговой В.Ф., Корневский Е.Я. Технология производства авиационных двигателей. 4.1, Основы технологии. - Запорожье, изд. ОАО «Мотор - Сич», 2007 г. - 518 с.

2. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Яценко В.К., Долматов А.И., Богуслаев А.В., Мозговой В.Ф., Корневский Е.Я., Титов В.А. Ч.3. Методы обработки деталей авиационных двигателей - Запорожье, изд. ОАО «Мотор - Сич», 2008 г. - 638 с

3. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И., Мозговой В.Ф., Корневский Е.Я. Технология производства авиационных двигателей. 42. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей авиационных «двигателей и технологическая подготовка производства.- Запорожье. Изд. ОАО.«Мотор-Сич» 2007.- 557 с.

4. Автоматизированные системы управления жизненным циклом изделия [Текст]: учеб, пособие: в 2 ч.

- / Р. В. Воропай, А. А. Бреус, Н. В. Руденко, М. С. Романов. - Х. : Нац. аэрокосм, ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. - Ч. 1. - 104 с.
5. Автоматизированные системы управления жизненным циклом изделия [Текст]: учеб, пособие: в 2 ч. / М. С. Романов, Н. В. Руденко, Р. В. Воропай, А. А. Бреус. - Х.: Нац. аэрокосм, ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2014. ~ Ч. 2. - 108 с.
6. Обработка металлов давлением /В.А. Богуслаев, В.В. Борисевич, В.К. Борисевич, С.А. Бычков, А.Ф. Виноградский, А.И. Долматов, Я.С. Карпов, В.С. Кривцов, С.Г. Кушнарченко, Н.И. Семишов -Учебник: В 2 кн. - Харьков. Нац. аэрокосмический ун-тет «Харьк. авиац. ин- т». 2002.- Кн.1. Прокатка, ковка, штамповка - с. 419.
7. Г.Б.Евгенов Систематология инженерных знаний: Учеб пособие для Вузов.- М: изд МГТУ им. Баумана, 2001 -376 стр.
8. Емельянов В.В. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем. Изд. МГТУ им. Н.Э Баумана ,1998, 616 стр.
9. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов инструментов: Учеб, пособие для вузов / В.И. Аверченков, И.А. Каштальян, А.П. Пархутик. - Мн.: Высш, шк., 1993. - 288 с.
10. Кривомазов Д.В., Шалаев П.А. Стандартизация в области систем автоматизированного изделий и технологических процессов машиностроения, М.: Изд. Стандартов, 1987 г.. 152 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением . 4.2. Нормативы режимов резания. М. Экономика, 1990. 473 с.
12. Люггер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегия и методы решения сложных проблем. Пер с англ. - 4 изд.- М. Издательский дом «Вальяне». 2003. 864 с.

### 13. Электронные ссылки на НМЗД

[http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\\_1003Sistemi\\_Avtomatizovanogo.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_1003Sistemi_Avtomatizovanogo.pdf)