

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційних технологій проектування (№ 105)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК

 Д.М.Крицький  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Технологія комп'ютерного проектування  
(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 12 «Інформаційні технології»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні технології проектування»,  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2021 рік**

Розробник: Шевель В.В., професор кафедри 105, к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри інформаційних технологій проектування

Протокол № 1 від «31» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Д.М.Крицький  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                                                              | Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти                                                                                                                                                                                                                                               | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Денна форма навчання                 | Заочна форма навчання |
| Кількість кредитів –5,5.<br>Для повної форми навчання:<br>5,5 (8-й семестр),.<br>Для скороченої форми навчання:<br>5,5(6-й семестр). | <p><b>Галузь знань</b><br/><u>12 «Інформаційні технології»</u><br/>(шифр та найменування)</p> <p><b>Спеціальність:</b><br/><u>122 «Комп'ютерні науки»</u></p> <p><b>Освітня програма:</b><br/><u>«Інформаційні технології проектування»,</u><br/>(найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b><br/>перший (бакалаврський)</p> | Обов'язкова                          |                       |
| Кількість модулів –2                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Навчальний рік</b>                |                       |
| Кількість змістових модулів –4                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2021/ 2022                           |                       |
| Індивідуальне завдання: «Функціональний аналіз об'єкта проектування» (назва)                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Семестр</b>                       |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8-й (6-й)                            |                       |
| Загальна кількість годин – 48/165                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Лекції<sup>1)</sup></b>           |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 24 годин                             |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Практичні, семінарські</b>        |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0 годин                              |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Лабораторні<sup>1)</sup></b>      |                       |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 4<br>самостійної роботи студента – 9.75                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 24 годин                             |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Самостійна робота</b>             |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 117 години                           |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Вид контролю</b>                  |                       |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | іспит                                |                       |

Співвідношення кількості годин ауд. занять до сам. роботи становить для денної форми : 0,55

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшеним або збільшеним на одну годину в залежності від розкладу занять.

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

**Мета:** підготовка студентів до виконання робіт з створення автоматизованих систем конструкторсько-технологічного призначення.

**Завдання:** вивчення основних положень методології проектування складних об'єктів та можливостей типових функціональних компонент систем автоматизованого проектування (САПР).

**Компетентності, які набуваються** (відповідно до освітньої програми «Інформаційні технології проектування»):

ЗК1, ЗК2,ЗК3,ЗК6,ЗК7,ЗК9,ЗК10, СК4, СК6, СК10.

**Очікувані результати навчання** (відповідно до освітньої програми «Інформаційні технології проектування»):

ПР11, ПР15.

### **Пререквізити:**

- Об'єктно-орієнтоване програмування;
- Організація баз даних і знань;
- Системи штучного інтелекту;
- Спеціальне програмне забезпечення інформаційних технологій
- Основи інженерного аналізу ОАКТ;
- Основи проектування і конструювання об'єктів ОАКТ;
- Основи технологічної підготовки виробництва ОАКТ.

### **Кореквізити:**

- Дипломне проектування

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1.**

**Змістовий модуль 1. Методологічні та математичні основи комп'ютерного проектування**

**Тема 1. Вступ. Системи автоматизації життєвого циклу технічних об'єктів.** Фази життєвого циклу технічного об'єкту. Склад даних про технічний об'єкт по фазах життєвого циклу. Форми опису технічного

об'єкту: потреба, технічна функція, функціональна структура, фізичний принцип дії, технічне рішення, технологічний та виробничий процеси. Види автоматизованих систем, місце та роль САПР серед систем підтримки життєвого циклу.

**Тема 2. Основні поняття проектувальної діяльності.** Типова схема процесу проектування: синтез, аналіз, прийняття рішення. Багатоваріантність процесу проектування. Відносна значимість проектних рішень різних стадій розроблення. Загальна послідовність проектних робіт по стадіях розроблення. Види проектних документів.

**Тема 3. Математичні моделі об'єктів проектування.** Математичні моделі задач аналізу на макро- та мікрорівні. Універсальні (багатодисциплінарні) та спеціалізовані системи аналізу. Компонентні та топологічні складові математичних моделей на макрорівні.

**Тема 4. Синтез функціональної структури технічної системи.** Типові функціональні елементи; структурні властивості машинних систем.

**Тема 5. Синтез принципової схеми технічної системи.** Якісний та кількісний синтез фізичного принципу дії; програмні засоби фізичного аналізу і синтезу систем.

**Тема 6. Синтез конструктивної схеми технічної системи.** Концепція і технічний вигляд (обрис) виробу; схемні ознаки. Приклади реалізації систем формування обрисів літака (Multi-Model Generator, Advanced Aircraft Analysis та ін.).

**Тема 7. Уніфікація та спадковість проектних рішень.** Напрями уніфікації. Методи типового, групового та індивідуального проектування. Спадковість проектних рішень, базове та модульне проектування. Параметризація. Типові функціональні схеми проектування складних виробів та технологічних процесів.

## **Змістовий модуль 2. CAD/CAE-технології**

**Тема 8. Функції систем геометричного моделювання.** Види геометричних моделей. Класи систем геометричного моделювання. Показники функціональності геометричних моделерів. Приклади тестових задач, аналіз результатів. Підходи до оцінювання функціональних можливостей систем конструювання. Можливості підсистем параметризації з підтримки типового та групового проектування.

**Тема 9. Функції систем конструювання.** Критерії порівняння і фактори вибору систем. Спеціалізовані модулі систем конструювання: бібліотеки елементів, засоби створення каталогів та ін. Системи синтезу технічних рішень. Автономні та інтегровані бібліотеки загальноінженерних

розрахунків: номенклатура об'єктів, можливості систем щодо проектувальних розрахунків та взаємодії з геометричними моделерами, приклади реалізації.

**Тема 10. Функції систем інженерного аналізу на макрорівні.** Системи моделювання механізмів. Напрями інтеграції з системами конструювання. Можливості автономних та інтегрованих систем.

**Тема 11. Функції систем скінченно-елементного аналізу.** Типова структура системи скінченно-елементного аналізу, функції препроцесора, процесора, постпроцесора. Можливості автономних систем та інтегрованих модулів аналізу. Напрями взаємодії систем аналізу з CAD-системами. Оптимізація проектних рішень засобами CAE-систем.

**Тема 12. Системи аналізу аерогідродинамічних процесів (CFD-системи).** Типові задачі аналізу аерогідродинамічних процесів. Особливості препостпроцесорів та процесорів CFD-систем. Можливості автономних систем та інтегрованих модулів CFD.

## **Модуль 2.**

**Змістовий модуль 3. Системи підготовки виробництва та CALS-технології**

**Тема 13. Функції систем проектування технологічних процесів.** Вихідні дані для проектування технологічних процесів (ТП). Способи опису об'єкта виробництва: конструкторсько-технологічне кодування, спеціалізовані мови. Вимоги САПР ТП до інформаційної моделі виробу. Інформаційна модель технологічного процесу. Способи опису знань про структуру та параметри ТП. Можливості сучасних САПР ТП. Системи цифрового виробництва.

**Тема 14. Функції систем підготовки керівних програм.** Особливості побудови техпроцесу оброблення на верстатах з ЧПК: типові схеми (стратегії) оброблення, стандартні цикли. Структура САМ-системи. Функції процесора, постпроцесора, генератора паспортів обладнання, модулів візуального моделювання.

**Тема 15. Спеціальні технічні засоби проектування.** Засоби реверсивного моделювання (3D-сканери) та прискореного прототипування (3D-плоттери), системи автоматизації випробувань, програмно-технічні засоби автоматизації інженерного документообігу.

**Тема 16. Класифікація систем проектування.** Можливості та умови раціонального використання систем різних рівнів. Передумови переходу до багаторівневих інтегрованих систем проектування.

**Тема 17. Системні середовища САПР.** Призначення інтегрованих систем CAD/CAM/CAE/PDM. Структура системного середовища САПР. Функції систем загального призначення.

**Тема 18. Інтеграція автоматизованих систем.** Потреби інтеграції АС. Взаємодія САПР з суміжними системами автоматизації. Принципи CALS-технології. Стандарти STEP як основа CALS-технології. Можливості і обмеження прикладних протоколів STEP.

**Змістовий модуль 4. Інструментальні засоби розвитку систем проектування. CASE-технології**

**Тема 19. Засоби розроблення спеціалізованих підсистем для роботи в середовищі базової системи.** Спеціалізовані мови програмування, версії універсальних мов програмування, спряження з програмними засобами загального призначення.

**Тема 20. Засоби розроблення автономних спеціалізованих систем.** Можливості інструментальних середовищ CAS.CADE і СПРУТ.

**Тема 21. Інструментальні засоби комп'ютеризації інженерних знань.** Моделі та методи формалізованого подання методик проектування. Приклади реалізації (NX Knowledge Fusion, CATIA KnowledgeWare, Autodesk Inventor iLogic, DriveWorks та ін.)

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                             | Кількість годин (денна форма) |              |   |     |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|---|-----|------|
|                                                                                           | усьог<br>о                    | у тому числі |   |     |      |
|                                                                                           |                               | л            | п | лаб | с.р. |
| 1                                                                                         | 2                             | 3            | 4 | 5   | 6    |
| <b>Модуль 1</b>                                                                           |                               |              |   |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Методологічні та математичні основи комп'ютерного проектування</b> |                               |              |   |     |      |
| Тема 1. Вступ. Системи автоматизації життєвого циклу технічних об'єктів.                  | 1                             | 1            | — | —   |      |
| Тема 2. Основні поняття проектувальної діяльності.                                        | 1                             | 1            | — | —   | —    |
| Тема 3. Математичні моделі об'єктів                                                       | 10                            | 1            | — | 2   | 7    |

|                                                                              |           |           |          |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| проектування.                                                                |           |           |          |           |           |
| Тема 4. Синтез функціональної структури технічної системи.                   | 4         | 2         | —        | 2         | —         |
| Тема 5. Синтез принципової схеми технічної системи.                          | 1         | 1         | —        | —         | —         |
| Тема 6. Синтез конструктивної схеми технічної системи.                       | 6         | 1         | —        |           | 5         |
| Тема 7. Уніфікація та спадковість проектних рішень.                          | 1         | 1         | —        | —         | 0         |
| Разом за змістовим модулем 1                                                 | 24        | 8         | —        | 4         | 8         |
| <b>Змістовий модуль 2. CAD/CAE-технології</b>                                |           |           |          |           |           |
| Тема 8. Функції систем геометричного моделювання.                            | 10        | 1         | —        | 4         | 5         |
| Тема 9. Функції систем конструювання.                                        | 5         | 1         | —        | 4         | —         |
| Тема 10. Функції систем інженерного аналізу на макрорівні.                   | 11        | 1         | —        | 4         | 6         |
| Тема 11. Функції систем скінченно-елементного аналізу.                       | 14        | 1         | —        | 4         | 9         |
| Тема 12. Системи аналізу аерогідродинамічних процесів (CFD-системи).         | 2         | 2         | —        |           | —         |
| Разом за змістовим модулем 2                                                 | 42        | 6         | —        | 16        | 14        |
| Модульний контроль 1                                                         |           |           |          |           |           |
| <b>Усього годин за модулем 1</b>                                             | <b>66</b> | <b>14</b> | <b>—</b> | <b>20</b> | <b>22</b> |
| <b>Модуль 2</b>                                                              |           |           |          |           |           |
| <b>Змістовий модуль 3. Системи підготовки виробництва та CALS-технології</b> |           |           |          |           |           |
| Тема 13. Функції систем проектування технологічних процесів.                 | 8         | 1         | —        |           | 7         |
| Тема 14. Функції систем підготовки керівних програм.                         | 12        | 1         | —        | 4         | 7         |
| Тема 15. Спеціальні технічні засоби проектування.                            | 7         | 1         | —        | —         | 6         |
| Тема 16. Класифікація систем проектування.                                   | 1         | 1         | —        | —         | —         |
| Тема 17. Системні середовища САПР.                                           | 9         | 1         | —        |           | 8         |
| Тема 18. Інтеграція автоматизованих систем.                                  | 2         | 2         | —        | —         | —         |
| Разом за змістовим модулем 3                                                 | 39        | 7         | —        | 4         | 20        |

| <b>Змістовий модуль 4. Інструментальні засоби розвитку систем проектування. CASE-технології</b> |     |    |   |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---|----|-----|
| Тема 19. Засоби розроблення спеціалізованих підсистем для роботи в середовищі базової системи.  | 9   | 1  | — | —  | 8   |
| Тема 20. Засоби розроблення автономних спеціалізованих систем.                                  | 8   | 1  | — | —  | 7   |
| Тема 21. Інструментальні засоби комп'ютеризації інженерних знань.                               | 9   | 1  | — |    | 8   |
| Разом за змістовим модулем 4                                                                    | 26  | 3  | — |    | 17  |
| Модульний контроль 2                                                                            |     |    |   |    |     |
| <b>Усього годин за модулем 2</b>                                                                | 65  | 10 | — | 4  | 37  |
| Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ)                                                | 34  | —  | — | —  | 34  |
| <b>Усього годин за дисципліною</b>                                                              | 165 | 24 | — | 24 | 117 |

#### **5. Теми семінарських занять**

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені

#### **6. Теми практичних занять**

Практичні заняття навчальним планом не передбачені

#### **7. Теми лабораторних занять**

| № з/п | Назва теми                                                            | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.    | Фотореалістичні засоби візуалізації об'єкта проектування              | 4               |
| 2.    | Використання типових конструкторських рішень при моделюванні об'єкта  | 2               |
| 3.    | Використання типових конструкторських рішень при моделюванні з'єднань | 2               |
| 4.    | Реалізація фізичних симуляцій в САПР                                  | 4               |
| 5.    | Інженерний аналіз конструкції за допомогою МСЕ                        | 4               |
| 6.    | Кінематичний аналіз конструкції в САПР                                | 4               |
| 7.    | Розробка програм для верстатів з ЧПУ                                  | 4               |
|       | Разом                                                                 | 24              |

#### **8. Самостійна робота**

| № з/п | Назва теми                                                | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.    | Тема 3. Аналіз і синтез об'єкта проектування. Моделювання | 9               |

|     |                                                                                                                                                                       |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|     | технічних систем на макрорівні. Особливості багато дисциплінарних моделей – компонентні і топологічні рівняння, еквівалентні схеми, методи аналізу.                   |     |
| 2.  | Тема. 6. Використання типових конструкторських рішень в САПР                                                                                                          | 9   |
| 3.  | Тема 8. Технологія прямого редагування геометричної моделі                                                                                                            | 8   |
| 4.  | Тема 10. Проектувальні та перевірочні розрахунки в САПР                                                                                                               | 8   |
| 5.  | Тема 11. Математичні основи МКЕ. Методи генерації сіткових моделей, явні і неявні методи аналізу.                                                                     | 11  |
| 6.  | Тема 13. Системи цифрового виробництва. Призначення та основні функції. Взаємодія з САПР ТП та системами керування виробництвом. Приклади реалізації (Delmia та ін.). | 9   |
| 7.  | Тема 14. Візуалізатори виконання програми для верстата з ЧПУ                                                                                                          | 9   |
| 8.  | Тема 15. Технічні засоби підтримки віртуальної реальності в САПР                                                                                                      | 9   |
| 9.  | Тема 17. Потрібних ресурси для типових комерційних САПР                                                                                                               | 10  |
| 10. | Тема 19. Технологія адаптації САПР                                                                                                                                    | 10  |
| 11. | Тема 20. Універсальність і спеціалізація САПР                                                                                                                         | 9   |
| 12. | Тема 21. Методи подання знань в САПР                                                                                                                                  | 10  |
| 13. | Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ)                                                                                                                      | 34  |
|     | Разом                                                                                                                                                                 | 117 |

## 9. Індивідуальне завдання

**Мета виконання** – отримання практичних навичок побудови функціонального опису об'єкта проектування.

**Зміст** – формулювання загальної (інтегральної) функції проектного об'єкта і її наступна деталізація з метою виділення набору елементарних функцій.

**Об'єкти освоєння** – об'єкти проектування, що задані студенту в якості завдання у дипломній роботі бакалавра.

Тижні 5 – 12. Трудомісткість – 34 годин самостійної роботи.

## 10. Методи навчання

**Лекції** проводяться з використанням основних розділів конспекту лекцій в електронній формі, елементів мультимедійної підтримки курсу, демонстрацій окремих прийомів роботи з програмними засобами.

**Лабораторні роботи** виконуються з використанням навчальних (демонстраційних) та ліцензованих робочих версій функціональних модулів САПР.

**Самостійна робота** включає підготовку до лабораторних робіт, модульного контролю та іспиту, виконання індивідуального завдання і вивчення вказаних вище тем за конспектом, літературними джерелами та програмною документацією.

### 11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється відповідно до повнотой, якістю і своєчасністю виконання лабораторних робіт і завдань, передбачених самостійною роботою

Проміжний (модульний) контроль проводиться у вигляді письмової контрольної роботи на 6-ій і 12-ій тижнях.

Підсумковий контроль - у вигляді письмового іспиту.

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

| Складові навчальної роботи                          | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Модуль 1</b>                                     |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                   |                                 |                            |                         |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 4-5                             | 3                          | 12-15                   |
| Модульний контроль                                  | 4-10                            | 2                          | 8-20                    |
| <b>Модуль 2</b>                                     |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                   |                                 |                            |                         |
| Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт | 4-5                             | 3                          | 12-15                   |
| Модульний контроль                                  | 4-10                            | 2                          | 8-20                    |
| Виконання та захист РГР (РР, РК)                    | 12-20                           | 1                          | 20-30                   |
| <b>Всього за семестр</b>                            |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за кожне питання - 50 балів (сума – 100 балів).

Приклади питань:

1. Види забезпечення САПР.

2. Побудова функціонального опису САПР.
3. Можливості сучасних CAD-пакетів.

### **Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру**

**Задовільно (60-74).** Знати основні положення теоретичного матеріалу, що викладається в лекційному курсі. Вміти застосовувати положення теоретичного матеріалу при розробці окремих модулів комп'ютерних систем проектування в обсязі лабораторного практикуму. Мати уявлення про можливості комерційних систем комп'ютерного проектування

**Добре (75-89).** Знати положення теоретичного матеріалу, що викладається в лекційному курсі, в повному обсязі. Вміти застосовувати положення теоретичного матеріалу при розробці САПР у вигляді системи, що складається з декількох модулів. Вміти підбирати комерційну систему комп'ютерного проектування для вирішення поставленого завдання.

**Відмінно (90-100).** Знати положення теоретичного матеріалу, що викладається в лекційному курсі в повному обсязі. Володіти теоретичним матеріалом, вивченим самостійно. Вміти застосовувати положення теоретичного матеріалу при створенні функціональних компонент систем комп'ютерного проектування. Вміти вибирати комерційну систему комп'ютерного проектування для вирішення поставленого завдання і адаптувати її до конкретних умов експлуатації.

### **Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

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

### **13. Методичне забезпечення**

1. Гранин В.Ю., Шевель В.В. Технологии компьютерного проектирования. Конспект лекций (в электронной форме). - ХАИ, 2014.

## **14. Рекомендована література**

### **14.1. Базова**

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. - М., 2009.
2. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2013. — 192 с.
3. Боровков А.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
4. Головицына М. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов. Учебный курс.- Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 -. 250 с.
5. Сафин Р. Р., Галяветдинов Н. Р., Кайнов П. А., Хасаншин Р. Р. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов: учебное пособие – К.: Издательство КНИТУ, 2013 - 112с.
6. Евстигнеев А. Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебно-практическое пособие.- Ульяновск: Издательство УлГТУ, 2013 - 149с.
7. Куньву Ли. Основы САПР. CAD/CAM/CAE. - М., 2003.
8. Егер С.М. и др. Основы автоматизированного проектирования самолетов. - М., 1986.
9. Володин В.В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов. - М., 1991.
- 10.Евгеньев Г.Б. Интеллектуальные системы проектирования. – М., 2009.
- 11.Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. М., 1991.
- 12.Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. - М., 1988.

### **14.2. Допоміжна**

1. Хубка В. Теория технических систем. - М., 1987.
2. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход. - М., 1981.
3. Хохленков Р. Solid Edge с синхронной технологией. – ДМК Пресс, 2010.
4. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. — СПб.: БХВ, 2005.
5. Образцов И.Ф., Савельев Л.М., Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. – М., 1985.
6. Технологическая подготовка гибких производственных систем. Под ред. С.П. Митрофанова. - М., 1987.
7. Автоматизированная подготовка программ для станков с ЧПУ / Р.Э. Сафраган, Г.Б. Евгеньев, А.Л. Дерябин и др. - К., 1986.
8. Журналы “САПР и графика”, “Информационные технологии”, “Информационные технологии в проектировании и производстве”, “Компьютерное проектирование и технический документооборот (КПД)”, “CADmaster”, “CAD/CAM/CAE Observer”.

## **15. Інформаційні ресурси**

1. Норенков И.П. Электронный учебный курс «Основы САПР». <http://bigor.bmstu.ru/>
2. Сайт журнала “САПР и графика”. <http://www.sapr.ru>
3. Сайт журнала “CADmaster”. <http://www.cadmaster.ru>.
4. Сайт журнала “Компьютерное проектирование и технический документооборот (КПД)”. <http://cad.in.ua>