

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор механіко-  
машинобудівного інституту

\_\_\_\_\_ М.І. Бобир  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

ІНТЕГРОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ПРОЕКТУВАННЯ

(код за ОП 12/1 )  
(назва та код кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА  
кредитного модуля

підготовки першого (бакалаврського) рівня

спеціальності 173 Авіоніка

освітньої програми Авіоніка

форми навчання денна

Ухвалено методичною комісією  
механіко-машинобудівного інституту

Протокол від \_\_\_\_\_ 2018 р. № \_\_\_\_

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ О.А. Охрименко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

Робоча програма кредитного модуля " Інтегровані комп'ютерні технології проектування " для студентів ступеня "бакалавр", за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни "Інтегровані комп'ютерні технології проектування " .

Розробники програми:

_____	_____
Доцент, к.т.н. Бондаренко О.М.	(підпис)
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)	
_____	_____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)	(підпис)
_____	_____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)	(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри приладів і систем керування літальними апаратами

Протокол від « 13 » 06. 2018 року № 11

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ В.В. Сухов  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

## 1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО <u>перший (бакалаврський)</u>	Назва дисципліни (до якої належить кредитний модуль ) " <u>Інтегровані комп'ютерні технології проектування</u> "	Лекції: <u>27 год.</u>
Спеціальність: 173 Авіоніка	Цикл <u>загальної підготовки</u>	Комп'ютерний практикум <u>36 год.</u>
Освітня програма: Авіоніка	Статус кредитного модуля <u>обов'язковий</u>	Лабораторні роботи _____ год.
		Самостійна робота 42 год. у тому числі на виконання індивідуального завдання: 10 год.
	Семестр – 7.	Індивідуальне завдання <u>Розрахунково-графічна робота</u>
Форма навчання <u>денна</u>	Кількість кредитів (годин) 3,5 (105)	Вид та форма семестрового контролю: <u>залік</u>

Відповідна теоретична та практична підготовка сприяє розширенню наукового кругозору майбутнього фахівця, забезпечує підвищення продуктивності праці за рахунок ефективного використання сучасних технічних засобів, дозволяє йому успішно опанувати суміжні спеціальності.

«Фізика» (2/І), «Вища математика» (1/І), «Нарисна геометрія» (3/І), «Інженерна та комп'ютерна графіка» (4/І) «Технічна механіка» (6/І), «Опір матеріалів» (2/ІІ), «Матеріали та технології приладобудування» (7/ІІ)..

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни "Інтегровані комп'ютерні технології проектування" є однією з основ вивчення дисциплін "Інформаційно-вимірювальні пристрої" (11/І), "Чутливі елементи систем керування літальними апаратами" (3/ІІ), "Системи літальних апаратів" (5/ІІ), а також до організації виконання курсових і бакалаврських робіт.

## 2. Мета і завдання кредитного модуля

2.1. Мета вивчення кредитного модуля є одержання студентами здатностей: теоретичних знань та навичок з конструювання та тривимірного моделювання елементів літальних апаратів, оволодіння основами інженерної графіки та типовими системами тривимірного моделювання, прищеплення їм уміння вирішувати реальні науково-технічні задачі різноманітного ступеня складності.

### 2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньої програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:** правил побудови і оформлення креслень за допомогою інтегрованих комп'ютерних технологій; фундаментальних основ, термінів та понять в галузі автоматизації процесів проектування приладів та систем керування літальними апаратами; основ створення та функціонування твердотільних та кінцевоелементних моделей; методів використання в процесі проектування основних можливостей сучасних інженерних комп'ютерних пакетів Nastran, Autocad, Inventor, Pro/Engineer.

**уміння:** створювати креслення загального виду, деталі, збиральне креслення, специфікацію та іншу конструкторську документацію; організувати роботу в середовищах сучасних програмних пакетів Nastran, Autocad, Inventor, Pro/Engineer; вирішувати за допомогою ПЕОМ реальні науково-технічні задачі різноманітного ступеня складності;

## 3. Структура кредитного модуля.

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього го	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Комп'ютерний практикум	СРС
<b>Розділ 1. Автоматизація конструкторського проектування</b>					
Тема 1.1. Основні принципи моделювання в Autodesk Inventor, ProE	56	18	–	24	14
Контрольна робота	5	2	–	–	3

<b>Розділ 2. Автоматизація конструкторських розрахунків</b>					
Тема 2.1. Моделювання в середовищі Nastran.	16	4	–	7	5
<b>Розділ 3. Інтеграція засобів тривимірного моделювання</b>					
Тема 2.2. Організація спільної роботи над проектами при тривимірному моделюванні	12	3	–	5	4
Розрахункова робота	10		–	–	10
Залік	8	2	–	–	6
<b>Всього годин:</b>	<b>105</b>	<b>27</b>	<b>–</b>	<b>36</b>	<b>42</b>

#### 4. Лекційні заняття.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><b>Розділ 1 <u>Автоматизація конструкторського проектування</u></b></p> <p><b><i>Тема 1.1. Основні принципи моделювання в Autodesk Inventor, ProE</i></b></p> <p><b>Лекція 1. Технічне, програмне та інформаційне забезпечення автоматизованого проектування.</b></p> <p>Постановка задачі проектування. Особливості процесу проектування ЛА. Основні підходи до автоматизації проектування. Основні визначення та поняття систем автоматизованого проектування (САПР). Місце тривимірних засобів серед інших видів забезпечення САПР. Класифікація програмних засобів САПР, їх взаємозв'язок та взаємовплив. Підсистеми САПР. Аспекти розробки САПР як складної системи. Поняття центрального обчислювального комплексу, автоматизованого робочого місця (АРМ).</p> <p>Завдання на СРС: Проаналізувати типовий процес проектування авіаційного приладу на прикладі гіростабілізатора та визначити проектні процедури, що підлягають автоматизації.</p> <p>Література: [1.1] стор.85-90, [1.2] стор.11-50, [2.2] стор.5-38.</p>
2	<p><b>Лекція 2. Загальні підходи до тривимірного моделювання.</b></p> <p>Основні види тривимірних моделей . Обмеження у використанні комп'ютерних систем проектування. Використання методу електричних</p>

	<p>аналогій для створення та аналізу комп'ютерних моделей виробів. Основні середовища твердотільного моделювання, їх відмінності та загальні особливості. Типовий інтерфейс. Настроювання пакетів. Параметричне моделювання. Використання історії побудови для швидкого редагування моделей.</p> <p>Завдання на СРС: Створити електричний аналог приладу для проведення моделювання.</p> <p>Література: [1.4.1] стор. 2-10; [1.3] стор. 4-5.</p>
3	<p><b>Лекція 3. Організація роботи з проектами в середовищах тривимірного моделювання.</b></p> <p>Структура електронних папок і файлів середовищ тривимірного моделювання на робочому місці конструктора. Папка стандартів, прикладів та навчальних матеріалів. Проекти моделі виробу в Autodesk Inventor. Робоча папка проекту ProE та порядок її задання. Послідовність пошуку файлів проекту. Основні розширення назв файлів твердотільних моделей.</p> <p>Завдання на СРС: Перенести проект вибраного виробу із лабораторного комп'ютера на домашній ПК</p> <p>Література: [1.3] стор. 119-136, [1.4] стор. 1.11-1.12, [2.3] стор. 4-8.</p>
4	<p><b>Лекція 4. Робота по підготовці ескізів</b></p> <p>Шаблони в тривимірному моделюванні. Порядок створення і призначення шаблонів. Ескізи, залежності і розміри. Ескізні і типові конструктивні елементи. Призначення та порядок формування ескізів. Команди інструментальної палітри середовища ескізів. Використання «гарячих» клавіш при підготовці ескізів. Використання геометричних масивів при ескізуванні. Порядок формування та призначення в'язів в ескізах. Редагування ескізів.</p> <p>Література: [1.3] стор. 26-60, [1.4] стор. 2.1-2.9, [2.3] стор. 14-16.</p>
5	<p><b>Лекція 5. Створення твердотільних моделей деталей та виробів</b></p> <p>Порядок створення моделей деталей із використанням можливостей твердотільних пакетів. Ескізовані, двоескізні та неескізовані об'єкти</p>

	<p>елементи. Команди інструментальної палітри та «гарячі» клавіші середовища побудови деталей. Склад і послідовність створення тривимірних моделей виробів.</p> <p>Завдання на СРС: Створити і задокументувати виріб із листового матеріалу</p> <p>Література: [1.3] стор. 61-74, 137-147 [1.4] стор. 3.2-3.5, [2.3] стор. 17-32.</p>
6	<p><b>Лекція 6. Розширення сучасних пакетів тривимірного моделювання</b></p> <p>Використання допоміжної геометрії при побудові моделей деталей та виробів. Засоби прискорення тривимірного моделювання деталей та виробів: адаптація розмірів, гнучкі розміри, використання інтерфейсу елемента, масиви, копіювання об'ємних елементів. Застосування спеціальних надбудов в твердотільних пакетах для оперативного моделювання однотипних елементів та конструкцій (труби, лист, зварювання, бібліотеки стандартних виробів). Використання допоміжної геометрії при побудові моделей деталей та виробів.</p> <p>Література: [1.3] стор.109-116, [1.4] стор.5.2-5.7, 8.2-8.4, [2.3] стор. 35-37, 42-48.</p>
7	<p><b>Лекція 7. Створення креслень</b></p> <p>Принципи та порядок створення і оформлення інженерних креслень в середовищах тривимірного моделювання. Робота з видами. Формування стандартів в інженерних кресленнях, створених засобами твердотільного моделювання. Формування переліку елементів (специфікацій) та основного підпису. Редагування креслень. Встановлення пояснювальних елементів: шорсткість, допуски форми, розміри. Ескізи в складі креслень.</p> <p>Література: [1.3] стор. 194-256, 257-264, [1.4] стор. 10.2-10.8, [2.3] стор. 24-26, 50-52.</p>
8	<p><b>Лекція 8. Додаткові засоби виведення та аналізу проектної інформації</b></p> <p>Засоби аналізу моделювання. Виведення додаткової наочної інформації про збірки із застосуванням презентацій твердотільних моделей.</p>

	<p>Анімація послідовності моделювання деталей. Засоби виведення моделі на безпосереднє виготовлення спеціалізованими верстатами. Підготовка моделі до виготовлення на верстаті із ЧПК.</p> <p>Література: [1.3] стор. 181-192, [2.3] стор. 53-54.</p>
9	<p><b><u>Розділ 2 Автоматизація конструкторських розрахунків</u></b></p> <p><b><i>Тема 2.1. Моделювання в середовищі Nastran.</i></b></p> <p><b>Лекція 9. Геометричні засоби побудови контурних моделей.</b></p> <p>Склад і конфігурування Nastran. Основні групи операторів. Побудова геометрії. Редагування і контроль моделей. Експорт та імпорт моделей в Nastran.</p> <p>Література: [1.9] стор. 18-60, 111-198.</p>
10	<p><b>Лекція 10. Розрахунок конструкцій в Nastran</b></p> <p>Способи подрібнення моделі на кінцеві елементи, типи кінцевих елементів, контроль подрібнення. Побудова та модифікація кінцево-елементної сітки. Представлення результатів розрахунків. Способи задання та маніпулювання навантаженнями. Граничні умови. Статичний, нелінійний та динамічний аналіз конструкцій засобами Nastran.</p> <p>Завдання на СРС: Визначити внутрішні зусилля та деформацію складного об'єкту методами теоретичної механіки. Перевірити розв'язок засобами Nastran.</p> <p>Література: [1.9] стор. 62-110, 200-428.</p>
11	<p><b><u>Розділ 3 Інтеграція засобів тривимірного моделювання</u></b></p> <p><b><i>Тема 3.1. Організація спільної роботи над проектами при тривимірному моделюванні</i></b></p> <p><b>Лекція 11. Організація обміну між середовищами тривимірного проектування</b></p> <p>Імпорт двомірного креслення та побудова на його основі тривимірної моделі. Імпортовані елементи основної та допоміжної геометрії. Відмінності представлення моделей в двомірних кресленнях та тримірних (параметричних) моделях. Засоби перевірки помилок</p>



	<p>імпорту геометрії. Експорт тривимірної моделі для проведення розрахунків. Переведення видів і розрізів твердотільної моделі для редагування у двомірні САПР із широкими графічними можливостями редагування креслень.</p> <p>Завдання на СРС: Розробити модель заданого об'єкту засобами Nastran, а також засобами Inventor з наступним переведенням в Nastran. Порівняти одержані результати. Вибрати найкращий формат переведення моделей.</p> <p><u>Література:</u> [ 1.3 ] с.14–16, 181-190, [2.3] стор. 38-41, [1.5] стор. 152-174.</p>
12	<p><b>Лекція 12. Засоби адміністрування створення тривимірних моделей.</b></p> <p>Бібліотечні елементи. Створення та використання бази даних моделей. Організація роботи декількох користувачів над складними твердотільними моделями в простих середовищах автоматизованого проектування. Підходи до забезпечення достовірного управління проектуванням. Програми адміністрування процесу моделювання.</p> <p><u>Література:</u> [ 1.2 ] с.18–75, [ 1.3 ] с. 265–285.</p>

### 5. Комп'ютерні практикуми.

Основні завдання комп'ютерних практикумів - це дослідження можливостей типових систем автоматизованого проектування при конструюванні конкретних елементів конструкцій ЛА.

№ з/п	Назва комп'ютерного практикуму	Кількість ауд.годин
1	Створення твердотільних моделей та збірок, креслень, візуалізація збірок в типових твердотільних пакетах Autodesk Inventor, ProE.	24
2	Обчислення дії механічних навантажень на складні об'єкти, розрахунки на стійкість, частотний і температурний аналіз в Nastran / Fimap.	7
3	Обмін моделями між середовищами автоматизованого проектування засобами експорту-імпорту	5

## **6. Індивідуальні завдання.**

Для узагальнення та закріплення на практиці знань, отриманих під час вивчення дисципліни, самостійного засвоєння студентами послідовності проведення практичних робіт із використанням сучасних засобів тривимірного моделювання, одержання навичок організації власного робочого місця для ефективної роботи із засобами інтегрованого проектування, ознайомлення із вимогами до сучасного проектування приладів і систем керування літальних апаратів, студентом виконуються розрахунково-графічна робота.

В межах розрахунково-графічної роботи студентам необхідно самостійно із використанням засобів твердотілого та поверхневого моделювання, засвоєними на лабораторних роботах, змоделювати одну з найбільш відповідальних деталей авіаційного виробу та його конструктивного вузла. Варіант роботи обирається самостійно або згідно варіанту, наданого викладачем. Завданням передбачено розробити відповідальну деталь елементу системи керування, перевірити її на міцність, а також створити модель конструктивного вузла системи керування та вивести на основі моделі його кресленик загального виду відповідно до вимог ЕСКД.

Приблизний перелік тематики розрахунково-графічних робіт:

1. Приймач тиску повітряних сигналів.
2. Акустoeлектронний вимірювальний перетворювач (ВП) тиску для систем повітряних сигналів (СПС).
3. Ємнісний датчик тиску.
4. Трансформаторний ВП тиску.
5. Тензорезистивний плівковий ВП тиску.
6. Тензорезистивний напівпровідниковий ВП тиску для СПС.
7. П'єзоелектричний ВП рівня звуку.
8. Тензорезистивний датчик рівня звуку.
9. Скважинний п'єзорезонансний ВП тиску.
10. Віброакселерометр.
11. П'єзорезонансний датчик температури для бортової системи БПЛА і літака.
12. Терморезистивний приймач температури для СПС літака і БПЛА.
13. Термоелектричний (на основі термопари) приймач температури для БПЛА.

14. Диференціальний струнний датчик зусиль.
15. Диференціальний струнний датчик тиску для СПС літака.
16. Струнний ВП сили.
17. Ємнісний кутовий акселерометр для системи керування БПЛА.
18. Низькочастотний акустoeлектронний лінійний акселерометр.
19. Низькочастотний індуктивний лінійний акселерометр.
20. Датчик кутової швидкості на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) для системи керування БПЛА.
21. Флюгерний датчик кутів атаки та ковзання для СПС літака і БПЛА.
22. Датчик (ВП) температури з безпроводною передачею вимірювальної інформації для бортових систем БПЛА.
23. Лінійний акустoeлектронний акселерометр з безпроводною передачею вимірювальної інформації для бортових систем БПЛА.
24. Тензорезистивний ВП сили.
25. Датчик тиску на ПАХ з безпроводною передачею вимірювальної інформації для бортових систем БПЛА

## **7. Контрольні роботи.**

Перед першою поточною атестацією студенти виконують одну письмову модульну контрольну роботу тривалістю 2 учбові години. Завдання на контрольну роботу студенти отримують у вигляді контрольних квитків, який містить одне теоретичне питання. Перелік контрольних питань наведено у додатку.

## **8. Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

### **1. Комп'ютерний практикум**

Ваговий бал – 12.

Максимальна кількість балів за всі комп'ютерні практикуми дорівнює  
 $12 \text{ балів} \times 3 = 36 \text{ балів}$ .

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання із наданням звіту – 12;
- своєчасне виконання завдання із наданням звіту, але теоретичні знання недостатні – 9;
- несвоєчасне виконання завдання (відпрацювання) - 6.

## 2. Модульний контроль

Ваговий бал – 22.

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює 22 бали  $\times 1 = 22$  бали.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 17...22;
- неповне виконання завдання – 1...16;
- завдання не виконувалось – 0.

## 3. Завдання на СРС

Ваговий бал за розрахунково-графічну роботу – 16.

Ваговий бал за виконання поточних завдань на СРС – 16.

Максимальна кількість за СРС балів дорівнює 16 балів  $\times 2 = 32$  бали.

Критерії оцінювання виконання завдань на СРС:

- повне виконання завдання – 14...16;
- неповне виконання завдання – 4...13.

### *Штрафні та заохочувальні бали:*

- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...+7 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: +2...+5 бали;
- відсутність на занятті без поважної причини: –1...–7 бал.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 10.

### *Розрахунок шкали (R) рейтингу:*

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RC = 36 + 22 + 32 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає **R = RC = 100 балів.**

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше, ніж 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку у системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Контрольне завдання цієї роботи складається з теоретичного питання, яке перевіряє знання теорії, та задачі, яке перевіряє практичні навички студента. Максимальна кількість балів, які нараховуються за залікову контрольну роботу, дорівнює  $R_z=68$ . Залікова робота складається із теоретичної і практичної частини.

### Теоретична частина.

- вільне володіння матеріалом, відповідь на усі додаткові питання – 34 балів;
- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 28 балів;
- невпевнена відповідь на основне питання, неповні відповіді на додаткові питання – 18 балів;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

### Практична частина.

- впевнене та швидке вирішення задачі, вільне володіння інструментарієм, впевнені відповіді на додаткові питання – 34 бали;
- повне вирішення задачі, але неоптимальна послідовність виконання – 28 балів;
- неповне вирішення задачі, труднощі у проектуванні – 18 балів;
- задача не вирішена – 0 балів.

До шкали рейтингу додаються бали за виконання індивідуальних завдань  $R_{ср} = 32$ . Шкала рейтингу для тих, хто виконує залікову роботу складає:

$$R_C = R_z + R_{ср} = 68 + 32 = 100 \text{ балів.}$$

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Рейтингові бали, $R$	Оцінка за університетською шкалою
95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
< 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску до екзамену	Не допущено

### Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент має отримати не менше, ніж 20 балів ( за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 40 балів).

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень) ) студент має отримати не менш, ніж 40 балів ( за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 80 балів).

## **11. Методичні рекомендації.**

Програму розраховано на один семестр навчання. Вона складається з лекцій і комп'ютерного практикуму. В лекційній частині курсу розглядаються основні підходи до автоматизації процесів дво- та тривимірного моделювання приладів та систем керування літальних апаратів, принципів побудови та функціонування тривимірних моделей, основні можливості сучасних типових пакетів тривимірного моделювання. Для наочності лекції проводяться із використанням сучасних комп'ютерних засобів, самостійна робота виконується в дисплейному класі, що дає змогу студентам отримати наочне підтвердження різних теоретичних посилянь, економить час при вивченні прикладного програмного забезпечення, сприяє більш ефективному засвоєнню матеріалу

## **12. Рекомендована література.**

### **12.1. Базова.**

- 1.1. Сольнищев Р.И. Основы автоматизации проектирования гироскопических систем. - М.: Высш. шк., 1985. - 240 с.
- 1.2. Аугер В. AutoCAD 11.0 : Пер. с нем. - К., Торгово-издательское бюро ВНУ, 1993г. -320с.
- 1.3. Autodesk Inventor. Основные принципы: Пер. с англ. – Autodesk. – 2003г. – 362с
- 1.4. Введение в Pro/Engineer Wildfire 3.0 / ООО «Продуктивные технологические системы». Уроки 1-10.– 2007 г.-170 с.
- 1.5. Шимкевич Д.Г. Расчет конструкций в MSC/Nastran for Windows. – М.: ДМК Пресс. – 2001. – 446с.
- 1.6. Минеев М.Г. Pro/Engineer. Самоучитель – Спб.: Наука и техника. – 2008. – 352 с.

### **12.2. Допоміжна**

- 2.1. Энкарначчо Ж., Шлехтендаль Э. Автоматизированное проектирование. Основные понятия и архитектура систем.: Пер. с англ. - М., Мир, 1986 г. - 165с.

- 2.2.Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования. Кн.1. Принципы построения и структура. - М., Высш. шк., 1986 г. - 115 с.
- 2.3.Рон К.С.Чен. Autodesk Inventor. – М.: Лори. – 2002. – 569 с.
- 2.4.MSC/Nastran for Windows. Краткий справочник пользователя.: Пер. с англ. – М.: МАИ. – 1997. – 32 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. Освітні сайти [www.lynda.com](http://www.lynda.com) , [academy.autodesk.com](http://academy.autodesk.com)

### **Питання до модульної контрольної роботи**

1. Типовий інтерфейс засобів інтегрованих комп'ютерних технологій проектування (ІКТП).
2. Основні складові середовища тривимірного проектування.
3. Місце і порядок застосування комп'ютерних систем проектування.
4. Використання методу електричних аналогій для створення та аналізу комп'ютерних моделей виробів.
5. Класифікація ІКТП
6. Обмеження у використанні комп'ютерних систем проектування.
7. Порядок створення і призначення шаблонів в середовищі ІКТП.
8. Порядок створення моделей деталей із використанням можливостей ІКТП.
9. Склад і послідовність створення моделей виробів із використанням ІКТП.
10. Основні середовища твердотілого моделювання, їх відмінності та загальні особливості.
11. Основні середовища кінцевоелементних розрахунків, їх відмінності та загальні принципи побудови.
12. Засоби імпорту-експорту між середовищами ІКТП.
13. Презентація твердотілих моделей виробів та результатів їх розрахунку.
14. Порядок розрахунку основних конструктивних параметрів та характеристик елементів ЛА в кінцевоелементних прикладних пакетах.
15. Принципи спрощення розрахунку конструкцій в пакетах твердотілого моделювання
16. Організація роботи декількох користувачів над складними твердотілими моделями в простих середовищах автоматизованого проектування. Робота з проектом моделі виробу.



- 17.Реалізація виконання різних стадій тривимірного моделювання та аналізу із залученням декількох функціонально відмінних середовищ автоматизованого проектування.
- 18.Порядок розрахунку на міцність та форму прогину в ІКТП.
- 19.Послідовність та механізми дослідження основних форм механічних коливань засобами ІКТП.
- 20.Основні принципи розрахунку ударних навантажень.
- 21.Принципи теплових розрахунків (припущення, аналоги) та їх порядок.
- 22.Принципи та порядок створення і оформлення інженерних креслень засобами ІКТП.
- 23.Формування стандартів в інженерних кресленнях, створених засобами твердотільного моделювання.
- 24.Порядок формування та призначення в'язів в ескізах, моделях деталей і виробів.
- 25.Настроювання параметрів в середовищах ІКТП.
- 26.Основні принципи роботи із програмами по накопиченню та аналізу бази даних.
- 27.Створення поверхневої тривимірної моделі.
- 28.Застосування спеціальних надбудов в твердотільних пакетах для оперативного моделювання однотипних елементів та конструкцій (труби, лист, зварювання, бібліотеки стандартних виробів).
- 29.Сучасні розширення можливостей конструкторського проектування із використанням середовищ ІКТП.
- 30.Структура електронних папок і файлів середовищ ІКТП на робочому місці конструктора.
- 31.Засоби виведення моделі на безпосереднє виготовлення спеціалізованими верстатами.