

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

Кафедра _____ «Проектування літаків і вертольотів» _____ (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

 М.М. Орлов
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 30 » _____ серпня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Комп'ютерні системи забезпечення життєвого
циклу повітряних суден»**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ 27 «Транспорт» _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ 272 «Авіаційний транспорт» _____
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: _____ «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден
та авіадвигунів» _____
(найменування освітньої програми)
(скорочений термін навчання)

Форма навчання: денна/заочна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський). Скорочений термін навчання

Харків 2022 рік

Робоча програма «Комп'ютерні системи забезпечення життєвого циклу повітряних суден»
(назва навчальної дисципліни)

за спеціальністю: 272 «Авіаційний транспорт»
освітньої програми: «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів »

« 30 » серпня, 20 22 року – 14 с.

Розробник: Сердюков О.А. ст.викладач каф.№103
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри №103 проектування літаків і вертольотів
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 30 ” 08 2022 р.

Завідувач кафедри К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

А.М. Гуменний
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5 / 5	Галузь знань 27 «Транспорт» (шифр та найменування) Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт» (код та найменування) Освітня програма «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден та авіадвигунів» (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки Дисципліни вільного вибору студента	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2		2022/ 2023	
Індивідуальне завдання		Семестр	
(назва)		3 -й	3 -й
Загальна кількість годин – денна – 64 ¹⁾ / 150 заочна – 26/ 150		Лекції ¹⁾	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5.4		32 годин	4 години
		Практичні, семінарські ¹⁾	
		32 годин	16 годин
		Лабораторні ¹⁾	
	- годин	6 годин	
	Самостійна робота		
86 годин	124 годин		
Вид контролю			
іспит	іспит		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 64 / 86;
для заочної форми навчання – 26 / 124.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета сформувати у студентів наукову базу і практичні знання принципів та положень технологій безперервної інформаційної підтримки життєвого циклу (ЖЦ) повітряних суден (ПС), стандартів CALS-технологій, основних складових CALS-технологій і підходів до їх реалізації, мов і програмних засобів, що реалізують CALS-технології та питань практичного застосування CALS-технологій на прикладі комп'ютерної інтегрованої системи CAD/CAM КОМПАС.

Завдання – основними завданнями вивчення дисципліни є навчання студентів теоретичним основам і науковим методам використання технологій безперервної інформаційної підтримки життєвого циклу (ЖЦ) повітряних суден (ПС), а також практичне ознайомлення студентів з основними аспектами створення електронних макетів виробів.

Компетентності, які набуваються

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК3 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7 Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК1 Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.

ФК2 Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.

ФК3 Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.

ФК5 Здатність розробляти та впроваджувати у виробництво технологічні процеси будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, оформлювати відповідну документацію, інструкції, правила та методики.

ФК7 Здатність аналізувати технологічні процеси виробництва й ремонту об'єктів авіаційного транспорту.

ФК13 Здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу.

ФК15 Здатність організовувати та виконувати взаємодію між задіяними підрозділами та службами з експлуатації засобів авіаційного транспорту та наземного забезпечення польотів авіації відповідно до встановлених технічних регламентів.

Програмні результати навчання:

ПРН3 Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

ПРН7 Використовувати інструменти демократичної правової держави в професійній та громадській діяльності.

ПРН16 Виконувати розрахунок основних характеристик та параметрів технологічних процесів виробництва й ремонту об'єктів авіаційного транспорту.

ПРН18 Знати призначення, специфіку та вміти аналізувати роботу структурних підрозділів авіаційних підприємств та заводів, малих колективів виконавців (бригад, дільниць, цеху), щодо виробництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ПРН24 Вміти організовувати взаємодію між службами та підрозділами з експлуатації повітряних суден та наземного забезпечення польотів авіації в процесі виробничо-технологічної діяльності об'єктів авіаційного транспорту, приймати в ній безпосередню участь.

ПРН27 Планувати вирішення завдань з технічної експлуатації повітряних суден, експлуатаційної надійності, регулярності польотів.

Результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- базові поняття, принципи, положення та вимоги CALS - технологій;
- галузеві стандарти, що визначають різні сторони застосування і реалізації CALS-технологій;
- основи роботи в системі CAD/CAM КОМПАС;
- методи моделювання елементів авіаційної техніки

вміти:

- використовувати свої знання та практичні навички при практичній роботі за фахом;
- працювати в комп'ютерній інтегрованій системі CAD/CAM КОМПАС;
- створювати комп'ютерні креслення та моделі елементів конструкції об'єктів аерокосмічної техніки.

мати уявлення:

- про сучасні комп'ютерні системи забезпечення життєвого циклу повітряних суден, та про місце комп'ютерних інтегрованих систем в забезпеченні життєвого циклу повітряних суден.
- про методи, технічні та програмні засоби практичної реалізації CALS-технологій що використовуються для забезпечення життєвого циклу повітряних суден.

Міждисциплінарні зв'язки:

Пререквізити – програма курсу "Комп'ютерні системи забезпечення життєвого циклу повітряних суден" базується на знаннях отриманих студентами в ході вивчення наступних курсів: "Програмування та методи обчислень", "Інженерна та комп'ютерна графіка", "Взаємозамінність та стандартизація", "Функціонування аеропортів і аеропортові технології" та "Технології наземного обслуговування повітряних суден".

Кореквізити – Знання та навички надбані студентами вході вивчення курсу використовуються при вивченні курсів "Моделювання експлуатаційних процесів і систем повітряних суден", "Основи технічної діагностики", "Основи технології виробництва та ремонту повітряних суден" і при виконанні дипломного проектування

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. CALS-технології на етапі проектування і виробництва повітряних суден.

ТЕМА 1. Вступна лекція по CALS-технологіям.

Сучасний рівень розвитку цивільної авіації в світі. Поняття життєвого циклу повітряних суден. Використання сучасних комп'ютерних систем у процесі життєвого циклу повітряних суден. Причини що призвели до появи і розвитку CALS-технологій. Сучасні концепції CALS-технологій, та методи їх реалізації. Стратегія і завдання CALS-технологій що використовуються для забезпечення життєвого циклу повітряних суден. Базові принципи CALS-технологій.

ТЕМА 2. Основи 2-D моделювання в системі КОМПАС.

Загальні відомості роботи з системою КОМПАС-3D. Основні елементи та робота з інтерфейсом системи КОМПАС-3D. Створення елементів креслення в системі КОМПАС-3D. Редагування типового креслення в системі КОМПАС-3D.

ТЕМА 3. Інтегрована логістична підтримка-ІЛП. Основні поняття і принципи. Питання впровадження CALS-технологій.

Характеристика етапів і стадій життєвого циклу ПС. Поняття «інтегрована інформаційне середовище», «віртуальне виробництво», «інформаційна модель продукції. Впровадження систем автоматизації життєвого циклу ВС.

ТЕМА 4. Огляд сучасних систем CAD / CAM / CAE / PLM.

Огляд сучасних комп'ютерних систем CAD/CAM/CAE/PLM. Взаємозв'язок між системами CAD, CAM, CAE, PDM, ERP в КБ, на підприємстві, в компанії або концерні. Завдання і функції PDM-систем. Приклади PDM-систем для управління даними про виріб і інформаційними процесами життєвого циклу продукції. Принципи і приклади використання CAD/CAM системи КОМПАС в КБ і на підприємствах авіаційної промисловості.

ТЕМА 5. Інтегроване інформаційне середовище підприємства (ІІС).

Основні стадії проектування технічних систем. Приклади ієрархічної структури технічних об'єктів (на прикладі повітряних суден), їх внутрішніх, зовнішніх і вихідних параметрів. Класифікація інформаційних моделей їх зв'язок зі стадіями життєвого циклу продукції. Спрощена схема функціонування віртуального підприємства. Управління процесами, конфігурацією продукції і її якістю. Використання LEAN-технологій. Структура ІІС у взаємодії з процесами ЖЦ продукції КБ і "заводу виробника". Ієрархічна структура технічних засобів CALS-технологій.

ТЕМА 6. Використання CALS-технологій у сучасних системах підготовки персоналу цивільної авіації.

Причини що призвели до необхідності використання CALS-технологій в системі навчання персоналу цивільної авіації. Сучасні концепції навчання з використанням CALS-технологій. Завдання і функції навчальних систем з використанням CALS-технологій. Приклади існуючих або створюваних зараз навчальних систем з використанням CALS-технологій.

Модульний контроль

Змістовий модуль 2. CALS-технології на етапі експлуатації повітряних суден

ТЕМА 7. Основи 3-D моделювання в системі КОМПАС.

Меню. Створення солід-моделей методами витягування й обертання. Моделювання деталей методами кінематичного руху. Булеві операції. Операції над солідами. Методика створення майстер-геометрії, моделі розподілу простору та аналітичних еталонів елементів конструкції літака. Розробка комп'ютерного макету літака. Основи створення експлуатаційно-технічної документації с використанням комп'ютерної інтегрованої системи КОМПАС-3D. Обмін інформацією в системі КОМПАС-3D.

ТЕМА 8. Експлуатація ПС- системи контролю та діагностики.

Способи контролю і діагностики авіаційної техніки (з урахуванням використання CALS-технологій). Загальні технічні вимоги пред'являються до системи збору та обробки польотної інформації ПС. Системи контролю та діагностики авіаційної техніки в польоті. Системи контролю та діагностики авіаційної техніки при наземному обслуговуванні.

ТЕМА 9. Експлуатація ПС- системи логістики та техзабезпечення.

Можливості які надає користувачеві інтерактивне електронне технічне керівництво. Місце інтерактивного електронного технічного керівництва в життєвому циклі продукції. Класи інтерактивних електронних технічних керівництв в залежності від їх функціональності і вартості. Програмні продукти що використовуються для створення інтерактивних електронних технічних керівництв.

ТЕМА 10. Стандарти CALS, бази даних, мови, обмін даними.

Існуючі стандарти CALS і відповідність розділів інтегрованого інформаційного середовища життєвого циклу ПС цим стандартами. Стандарт ISO 10303 STEP і призначення стандартів сімейства STEP. Призначення стандарту ISO 8879 (SGML). Призначення стандарту IDEF / 0 (FIPS 183). Стандарти AECMA S2000M і AECMA S1000D.

ТЕМА 11. Інформаційна безпека в CALS-системах.

Поняття "Інформаційні ресурси" - з точки зору CALS-систем і технологій. Аналіз ризиків що виникають при експлуатації CALS-систем. Цілі та задачі забезпечення інформаційної безпеки в CALS-системах. Технології побудови захищеної мережі віртуального підприємства.

Модульний контроль

Тема 7.Основи 3-D моделювання в системі КОМПАС.	34	2	8	–	24	38	-	-	8	30
Тема 8.Експлуатація - системи контролю та діагностики.	12	4	2		6	9	-	1	-	8
Тема 9.Експлуатація - системи логістики та техзабезпечення.	12	4	2	–	6	10	1	1	-	8
Тема 10.Стандарти CALS, бази даних, мови, обмін даними.	10	4	2	–	4	11	1	-	-	10
Тема 110. Інформаційна безпека в CALS-системах.	8	2	2	–	4	9	-	1	-	8
Разом за змістовим модулем 2	76	16	16	–	44	75	-	3	8	64
Усього годин	150	32	32	–	86	150	4	6	16	124

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	<i>Не передбачено програмою</i>		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Загальні відомості роботи з системою КОМПАС-3D. Основні елементи та робота з інтерфейсом системи КОМПАС-3D, робота з системою координат, прив'язками, точне креслення. Постановка розмірів, технологічних значень в системі КОМПАС-3D.	4	2
2	Створення елементів креслення в системою КОМПАС-3D. Робота зі слоями. Редагування типового креслення в системі КОМПАС-3D.	2	2
3	Розробка типового креслення в системі КОМПАС-3D.	2	2
4	Розробка типового креслення в системі КОМПАС-3D та робота з текстами і таблицями	4	2

5	Робота з трьохмірним моделюванням. Налаштування трьохмірного модуля системи КОМПАС-3D. Параметричні особливості та редагування створеної деталі. Додаткові прийоми роботи в системі. Сервісні можливості КОМПАС-3D.	2	4
6	Створення елементів деталей за допомогою приклеювання та видавлювання	2	4
7	Інтегрована логістична підтримка-ІЛП. Основні поняття і принципи. Питання впровадження CALS-технологій.	2	
8	Огляд сучасних систем CAD / CAM / CAE / PLM.	2	
9	Інтегроване інформаційне середовище підприємства (ІІС).	2	
10	Використання CALS-технологій у сучасних системах підготовки персоналу цивільної авіації	2	
11	Експлуатація - системи контролю та діагностики.	2	
12	Експлуатація - системи логістики та техзабезпечення	2	
13	Стандарти CALS, бази даних, мови, обмін даними.	2	
14	Інформаційна безпека в CALS-системах.	2	
	Разом	16	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Інтегрована логістична підтримка-ІЛП. Основні поняття і принципи. Питання впровадження CALS-технологій.	-	1
2	Інтегроване інформаційне середовище підприємства (ІІС).	-	1
3	Огляд сучасних систем CAD / CAM / CAE / PLM.	-	1
4	Експлуатація - системи контролю та діагностики.	-	1
5	Експлуатація - системи логістики та техзабезпечення	-	1
6	Інформаційна безпека в CALS-системах.	-	1
	Усього годин	-	6

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Загальний огляд сучасних CALS-технологій.	2	2
2	Основи 2-D моделювання в системі КОМПАС.	18	30
3	Інтегрована логістична підтримка-ІЛП. Основні поняття і принципи. Питання впровадження CALS-технологій.	6	10
4	Огляд сучасних систем CAD / CAM / CAE / PLM.	6	10
5	Інтегроване інформаційне середовище підприємства (ІІС).	6	10
6	Використання CALS-технології у сучасних системах підготовки персоналу цивільної авіації	4	
7	Основи 3-D моделювання в системі КОМПАС.	24	30
8	Експлуатація - системи контролю та діагностики.	6	8
9	Експлуатація - системи логістики та техзабезпечення.	6	8
10	Стандарти CALS, бази даних, мови, обмін даними.	4	10
	Інформаційна безпека в CALS-системах.	4	8
	Разом	86	124

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	<i>Не передбачено програмою</i>		

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та ведучими авіаційними організаціями, користування матеріалами мережі Internet та електронними матеріалами розміщеними на сайті кафедри.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, виконання тестових завдань, здача лабораторних робіт та фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	18...32	1	21...30
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	9...15	1	9...15
Модульний контроль	18...32	1	21...30
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. (Допуск до іспиту надається після виконання та захисту усіх лабораторних робіт). Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних питань, максимальна кількість балів за перше питання – 60, за друге - 40

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати базові поняття, принципи, положення та вимоги CALS - технологій;
- знати галузеві стандарти, що визначають різні сторони застосування і реалізації CALS-технологій;
- знати основи роботи в системі CAD/CAM КОМПАС;
- знати методи моделювання елементів авіаційної техніки
- мати уявлення про сучасні комп'ютерні системи забезпечення життєвого циклу повітряних суден, та про місце комп'ютерних інтегрованих систем в забезпеченні життєвого циклу повітряних суден.
- мати уявлення про методи, технічні та програмні засоби практичної реалізації CALS-технологій що використовуються для забезпечення життєвого циклу повітряних суден.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміти використовувати свої знання та практичні навички при

- практичній роботі за фахом;
- вміти працювати в комп'ютерній інтегрованій системі CAD/CAM КОМПАС;
 - вміти створювати комп'ютерні креслення та моделі елементів конструкції об'єктів аерокосмічної техніки.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь, захистити всі лабораторні роботи. Має бути знайомим з основними поняттями навчального матеріалу, але при цьому відсутні обґрунтування викладеного матеріалу, мають місце деякі помилки. Або якщо дає відповіді, які розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати необхідний обсяг знань та умінь, захистити всі лабораторні роботи.. Має бути знайомим з основними поняттями навчального матеріалу, але при цьому відповіді на усі питання носять репродуктивний характер, у відповіді невраховані всі особливості теоретичних положень (відповіді мають певні недоліки). Або якщо у відповідях присутні окремі помилки не принципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх, , захистити всі лабораторні роботи з середньою відміткою не нижче ніж "добре". Відповіді на питання повинні бути чіткі, точні, логічні за змістом. У відповідях припускаються окремі неточності, які не впливають на основний зміст відповіді.

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

Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций / А.Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. – 532 с.

Моделирование авиационных конструкций с помощью системы КОМПАС-ГРАФИК 5.X / И.Г. Волокитин, А. Г. Гребеников, А. К. Мялица, О. Н. Лысенко, – Учебное пособие – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т "Харьк.

КОМПАС-ГРАФИК 5.X для Windows™ : Руководство пользователя:/В 2 ч. Санкт-Петербург: АО АСКОН, 1999.

А також конспекти лекцій та література, котра знаходиться в бібліотеці, методичному кабінеті та в електронному вигляді на сервері кафедри проектування літаків та вертольотів а також на сторінке курсу у системі МЕНТОР (перелік приводиться нижче у розділі 14 даної програми).

14. Рекомендована література

Базова:

1. Орловський М.М. Технічне обслуговування повітряних суден та авіадвигунів – Харків: НАКУ “ХАІ”, 2020.- 188 с.
2. Єдина система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень. Довідник: – Укр. та рос. мовами/За заг. ред. В.Л. Іванова. – Л: НТЦ: "Леонормстандарт", 2001. – 223 с.
3. Stark, John. Product Lifecycle Management: in 2 volumes / John Stark. –Third Edition – Geneva: Springer, 2016 ISBN: 978-3-319-24436-5
4. NATO CALS Handbook. Version 2. June 2000. – Brussel: NATO CALS Office, 2000. – 342 p.
5. Barrera D.L. Aircraft Maintenance Programs - Springer, Switzerland, 2022. — 368 p. — ISBN 978-3-030-90262-9.

Допоміжна:

1. Орловський, М. М. Концепція підтримання льотної придатності повітряних суден на різних етапах життєвого циклу / М. М. Орловський, А. В. Приймак, В. В. Войтенко// Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: сб. наук. пр. Нац. аерокосмічного ун-ту ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». – Х.: ХАІ, 2020. – Вып. 90 – С. 45-55.
2. Danielsson S.G., Dienger S.G. European view on gas turbine engine monitoring on current and future civil aircraft // AIAA Paper, 79–1200.
3. Davidow W., Malone M. The virtual corporation: structuring and revitalizing the corporation for the 21st century / N.Y., Harper Business, 1992. – 294 p

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів.
2. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.
3. Портал Международной Ассоциации по проблемам CALS <http://www.calsnet.ru/>
4. Ресурси мережі Internet