



НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВІАЦІЇ ТА КОСМОНАВТИЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Освітня програма	Літаки і вертольоти; інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	денна
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість годин: 120; лекції – 36 год; практичні (семінарські) – 18 год; самостійна робота – 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік (усний)
Розклад занять	2 години на тиждень лекція, 2 години на тиждень лабораторна згідно з розкладом на сайті університету: rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Конотоп Дмитро Ігорович, konotop.dmitriy@gmail.com, тел. +38(050)7781208 Практичні /Семінарські: к.т.н. Конотоп Дмитро Ігорович, konotop.dmitriy@gmail.com, тел. +38(050)7781208
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTY0OTk0MzA3OTM0 Код класу: 4zdyves

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Даний кредитний модуль призначений для надання студентам знань у галузі теоретичних основ щодо розробки та використання комп'ютерних інтегрованих інформаційних технологій при створенні літальних апаратів, формування у студентів практичних навиків їх ефективного застосування.

Мета і завдання кредитного модуля

Метою кредитного модуля є закріплення у студентів компетентностей згідно із освітньою програмою:

- Здатність використовувати новітні інформаційні технології (ЗК5) ;
- Здатність проводити роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій (ФК 6),

а також набуття додаткових вмінь:

- застосувати сучасні засоби і методи використання інформаційних технологій для організації структур механічних конструкцій літальних апаратів і параметрів їх елементів;
- самостійно розробляти прикладне програмне забезпечення для вирішення проектних задач автоматизованого проектування.

Здобувачі вищої освіти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

- навички використання новітніх інформаційних технологій при створенні літальних апаратів та здатність аналізувати існуючий рівень конструкторських та наукових розробок в своїй професійній галузі та визначати існуючі проблеми і напрями підвищення якості розробок.
- знання методів визначення екстремумів довільних функцій за допомогою числового диференціювання; методів розробки програмного забезпечення, інтегрованого в систему керування проектними даними; формоутворення поверхонь та тіл літальних апаратів.
- уміння вирішувати задачу багатовимірної оптимізації з обмеженнями з урахуванням спеціальних вимог і особливостей процесу проектування механічних систем; проведення науково-дослідних та конструкторсько-технологічних робіт із проектування сучасних літальних апаратів у середовищі комп'ютерних інтегрованих інформаційних систем.
- досвід математичної обробки результатів проведення експериментальних досліджень; комп'ютерного моделювання зовнішніх поверхонь основних агрегатів літальних апаратів та елементів їх конструктивно-силового набору; оцінки послідовності технологічних операцій, які потрібні для реалізації варіантів проектних рішень

а також підкріплювати такі результати навчання, зазначені в освітній програмі:

- Вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми (ПРН 3);
- Вміння використовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для різних типів промислового виробництва (ПРН 17);
- Вміння, на основі знань та розуміння особливостей конструкції та робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки формулювати та розв'язати науково-технічні задачі щодо розроблення їх новітніх зразків (ПРН 19).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення цієї дисципліни вимагає наявності у студентів знань і вмінь, які вони отримали під час вивчення дисциплін ПО1 Проектування двигунів космічних апаратів, ПО4 Методи проектування конструкції ракет-носіїв.

Вивчення цієї дисципліни забезпечує проведення науково-дослідної роботи за темою магістерської дисертації, подальше виконання науково-дослідної практики та безпосередню роботу над магістерською дисертацією.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (Комп'ютерний практикум)	СРС
Тема 1. Теоретичні основи математичного та комп'ютерного моделювання тіл і поверхонь різних стадій проектування літальних апаратів у середовищі сучасних інтегрованих інформаційних систем.	36	18	-	-	18
Тема 2. Практична реалізація теоретичних положень комп'ютерного моделювання поверхонь і тіл літальних апаратів у системах Pro/Engineer, Autodesk Fusion 360 тощо.	68	18	16	-	36
Контрольна робота	8	-	2	-	6
Залік	8	-	2	-	6
Всього годин:	120	36	18	-	66

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова:

1. Ванін В.В. Теоретичні основи геометричного моделювання в машинобудівних САПР із прикладами в КОМПАС-3D: навч. посіб. / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 140 с.
2. Ванін В.В. Теоретичні основи комп'ютерного геометричного моделювання авіаційної техніки: навч. посіб. / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.В. Збруцький. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 124 с.
3. Вірченко Г.А. Розробка комп'ютерних моделей базової геометрії несучих поверхонь літака. Метод. вказівки до комп'ют. практикуму / Г. А. Вірченко, Р.В. Карнаушенко, В. В. Борисов, Ю.І. Бондар. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 44 с.
4. Гребеньков О.А. Конструкция самолетов: Учеб. пособие для авиационных вузов / О.А. Гребеньков. – М.: Машиностроение, 1984. – 240 с.
5. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов / Г.И. Житомирский. – М.: Машино-строение, 1991. – 400 с.

Додаткова:

1. Проектирование самолетов: Учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
2. Роджерс Д. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М.: Мир, 2001. – 604 с.

3. Технология самолетостроения / А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 551 с.
4. Фокс А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Пер. с англ./ А. Фокс, М. Пратт. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
5. Минеев М.А. Pro/Engineer / М.А. Минеев, Р.Г. Прокди. – СПб.: Наука и техника, 2008. – 352 с.
6. Михалкин К.С. КОМПАС-3DV6. Практическое руководство / К.С. Михалкин, С. К. Хабаров. – М.: ООО, «Бином-Пресс», 2004. – 288 с.
7. Проектування елементів літальних апаратів у системах CAD/CAM/CAE. Комп'ютерне моделювання елементів конструкції крила літака. Метод. вказівки / В.В. Борисов, Г. А. Вірченко – К.: НТУУ "КПІ", 2008. – 32 с.
8. Комп'ютерне моделювання типових елементів складальних пристроїв. Метод. вказівки / Г.А. Вірченко – К.: НТУУ "КПІ", 2007. – 24 с.
9. Konotop D. I. 3D-models design concept of complex technical objects using knowledge-based technology/ D. I. Konotop, V. P. Zinchenko // Механіка гіроскопічних систем. – 2017. – № 34. – С. 5–13.
10. Зінченко В. П. Інформаційні технології моделювання компоновки складного технічного об'єкта / В. П. Зінченко, Д. І. Конотоп, О. П. Сидоренко, В. В. Борисов // Інформаційні системи, механіка та керування. – 2011. – № 6. – С. 27–35.
11. Конотоп Д. І. Створення контрольної базової моделі в інформаційних технологіях проектування складного технічного об'єкта / Д. І. Конотоп, В. П. Зінченко // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2012. – № 6 (86). – С. 132–137
12. <http://airspot.ru/library/book/eger-s-m-mishin-v-f-liseytsev-n-k-proektirovanie-samoletov>
13. <https://lib-bkm.ru/12296>
14. http://kipla.kai.ru/liter/Gitomirskiy_Konstrukciya_samoletov.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<i>Тема 1. Теоретичні основи математичного та комп'ютерного моделювання тіл і поверхонь різних стадій проектування літальних апаратів у середовищі сучасних інтегрованих інформаційних систем</i>
1	<i>Лекція 1.</i> Місце та роль геометричного моделювання в сучасних CAD/CAM/CAE та PLMсистемах. Завдання для СРС: Проаналізувати місце та роль комп'ютерного геометричного моделювання в сучасних CAD/CAM/CAE та PLMсистемах. Література: [1, с. 7-17]
2	<i>Лекція 2.</i> Застосування елементів аналітичної та диференціальної геометрії при моделюванні об'єктів у CAD/CAM/CAE системах. Завдання для СРС: Опишіть загальне математичне аналітичне визначення плоских і просторових ліній. Література: [1, с. 30-32; 2, с. 20-27]
3	<i>Лекція 3.</i> Основні види перетворень геометричних фігур. Завдання для СРС: Опишіть математичний апарат (в однорідних координатах) паралельного перенесення на площині. Література: [1, с. 18-27]

4	<p><i>Лекція 4.</i> Використання кривих другого порядку для формоутворення деталей, вузлів та агрегатів літальних апаратів. Складені криві. Завдання для СРС: Охарактеризуйте визначення кривих другого порядку у векторній параметричній формі. Література: [1, с. 39-40, с. 58-61]</p>
5	<p><i>Лекція 5.</i> Криві Безьє та неоднорідні раціональні B-сплайни. Завдання для СРС: Опишіть сфери можливого застосування кривих Безьє та B-сплайнів у авіації та космонавтиці. Література: [1, с. 56-67]</p>
6	<p><i>Лекція 6.</i> Кінематичний спосіб формоутворення в CAD/CAM/CAE системах. Метод Кунса. Завдання для СРС: Охарактеризуйте основні властивості поверхонь зсуву та замітання. Література: [1, с. 71-75]</p>
7	<p><i>Лекція 7.</i> Складені поверхні. Завдання для СРС: Напишіть аналітичний вираз для NURBS поверхні. Література: [1, с. 75-77]</p>
8	<p><i>Лекція 8.</i> Використання математичного програмування для параметричної оптимізації літальних апаратів. Завдання для СРС: Наведіть схему побудови поверхні хвостової частини фюзеляжу літака та опишіть параметричну оптимізацію цієї поверхні. Література: [6, с. 33-39]</p>
9	<p><i>Лекція 9.</i> Структурно-параметричні моделі як засіб комплексної оптимізації літальних апаратів. Завдання для СРС: Обґрунтуйте важливість структурно-параметричної оптимізації для розробки авіаційної та космічної техніки. Література: [6, с. 33-39]</p>
	<p><i>Тема 2. Практична реалізація теоретичних положень комп'ютерного моделювання поверхонь і тіл літальних апаратів у системах Pro/Engineer, Autodesk Fusion 360 тощо.</i></p>
10	<p><i>Лекція 10.</i> Способи визначення елементарних графічних об'єктів (точок, відрізків, площин тощо) у сучасних CAD/CAM/CAE системах. Завдання для СРС: Опишіть інтерфейс комп'ютерного вікна програм Pro/Engineer, Autodesk Fusion 360. Література: [1, с. 90-97]</p>
11	<p><i>Лекція 11.</i> Методи моделювання плоских ліній (кривих другого порядку, сплайнів та ін.) у сучасних CAD/CAM/CAE системах. Завдання для СРС: Поясніть побудову дотичної до еліпса в програмі Pro/Engineer Література: [1, с. 100; 7, с. 218-255]</p>
12	<p><i>Лекція 12.</i> Методи моделювання просторових кривих у сучасних системах CAD/CAM/CAE. Завдання для СРС: Дайте загальну характеристику просторових кривих щодо можливості їх використання під час автоматизованого конструювання авіаційної та космічної техніки. Література: [1, с. 101-103; 7, с. 256-296]</p>
13	<p><i>Лекція 13.</i> Поверхні обертання, основні прийоми їх побудови в сучасних комп'ютерних системах. Завдання для СРС: Дайте математичне визначення поверхонь обертання, наведіть можливі способи їх формоутворення. Література: [1, с. 104-108]</p>
14	<p><i>Лекція 14.</i> Модулі загального кінематичного формоутворення в сучасних системах CAD/CAM/CAE. Завдання для СРС: Опишіть основну ідею кінематичного формоутворення різноманітних геометричних об'єктів. Література: [1, с. 108-113]</p>
15	<p><i>Лекція 15.</i> Методи модифікації геометричних об'єктів. Завдання для СРС: Опишіть сутність варіантного параметричного моделювання технічних об'єктів.</p>

	Література: [1, с. 111-113]
16	Лекція 16. Аналіз якості геометричного моделювання. Завдання для СРС: Опишіть сучасні комп'ютерні засоби для контролю точності стиків кривих і поверхонь. Література: [7, с. 463-467]
17	Лекція 17. Використання структур у сучасних комп'ютерних системах. Побудова складених об'єктів у CAD/CAM/CAE системах. Завдання для СРС: Наведіть приклади практичного застосування структур під час розробки авіаційної та космічної техніки. Література: [12, с. 14-16]
18	Лекція 18. Оглядова.

Практичні заняття

Основним завданням лабораторних робіт є закріплення знань, отриманих на лекціях. Освітній компонент містить наступні практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Математична обробка експериментальних даних (Тема 2) Завдання для СРС: Закріпити методи математичної обробки експериментальних даних Література: [9, с.282-289]
2	Перетворення координат на площині та у тривимірному просторі (Тема 2) Завдання для СРС: Охарактеризуйте математичний апарат повороту (в однорідних координатах) на площині. Література: [1, с. 18-27]
3	Диференційні та інтегральні характеристики параметричних кривих (Тема 2) Завдання для СРС: Ознайомитись із диференціальними та інтегральними характеристиками кривих у CAD/CAM/CAE системах. Література: [2, с.22-32, 34-38]
4	Моделювання аеродинамічних профілів (Тема 2) Завдання для СРС: Ознайомитись із побудовою кривих Безьє, кривих другого порядку та B-сплайнів і NURBS у CAD/CAM/CAE системах. Література: [1, с.39-40, с.56-58, с.61-69]
5	Моделювання поперечних перерізів поверхонь літака, ракети тощо (Тема 2) Завдання для СРС: Ознайомитись із побудовою поперечних перерізів у CAD/CAM/CAE системах. Література: [9, с.28-31]
6	Моделювання лінійчастих поверхонь (Тема 2) Завдання для СРС: Наведіть приклади лінійчастих поверхонь та поверхонь обертання на основі кривих Безьє та NURBS. Література: [1, с. 71-73]
7	Моделювання криволінійних поверхонь (Тема 2) Завдання для СРС: Наведіть приклади криволінійних поверхонь літальних апаратів. Література: [4, с.137-146]
8	Моделювання лінійчастих поверхонь літака (крила, оперення, передкрилків, закрилків, елеронів тощо) за експериментальними даними (Тема 2) Завдання для СРС: Ознайомитись із побудовою лінійчастих поверхонь літака в CAD/CAM/CAE системах. Література: [1, с.71-73]
9	Моделювання криволінійних поверхонь літака (фюзеляжу, гондол двигунів, обтічників тощо) за експериментальними даними (Тема 2) Завдання для СРС: Ознайомитись із побудовою криволінійних поверхонь у CAD/CAM/CAE системах. Література: [1, с.73-77]
10	Усний залік.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає у підготовці до аудиторних занять згідно з отриманими завданнями на попередніх лекційних або практичних заняттях.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В рамках проведення дисципліни ставиться наступний перелік вимог перед студентом:

- обов'язкове відвідування занять (як лекцій, так і практичних);
- на заняттях уважно та добросовісно ставитись до отриманого матеріалу, проявляти активність та показувати небажучість до предмету.
- дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску групи та в Інтернеті.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- індивідуальну роботу під час практичних занять;
- модульну контрольну роботу.

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

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

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

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Практичні заняття

Ваговий бал практичного заняття – 8.

Критерії оцінювання:

- повне виконання – 8 балів;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 6 ... 7 балів;
- не підготовлений – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі практичні заняття: 8 балів × 9 = 72 бали.

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 28.

Максимальна кількість балів дорівнює 28 балів × 1 = 28 балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 25 ... 28 балів;
- неповне виконання завдання – 16...24 бали;
- незадовільне виконання – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

- творчий підхід, активна участь в обговоренні тем: +1...+6 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: +2...+4 бали;
- відсутність на занятті без поважної причини: -1...-10 бал.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 10.

Розрахунок шкали (RD) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RD = 72 + 28 = 100 \text{ балів.}$$

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з кредитного модулю студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, а також виконав умови допуску до семестрового контролю з цього кредитного модулю, він отримує позитивну оцінку.

У разі, якщо сума рейтингових балів менша ніж 60, але виконані умови допуску до семестрової контролю з цього семестрового контролю, студент виконує на останньому за розкладом занятті залікову контрольну роботу. За бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній

роботі з метою підвищення попередньої оцінки. При цьому, в якості залікових, беруться бали, отримані за залікову роботу, або бали, накопичені за семестр, в залежності від їх кількості.

Контрольне завдання залікової роботи складається з теоретичного питання, яке перевіряє знання теорії, та задачі, що перевіряє практичні навички студента. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 100.

Теоретична частина.

- вільне володіння матеріалом, відповідь на усі додаткові питання – 46...50 балів;
- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 36 ... 44 бали;
- невпевнена відповідь на основне питання, неповні відповіді на додаткові питання – 30 ... 34 бали;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

Практична частина.

- впевнене та швидке вирішення задачі, впевнені відповіді на додаткові питання – 46 ... 50 балів;
- повне вирішення задачі, але невпевнені відповіді на додаткові питання – 36... 44 бали;
- неповне розв'язання задачі – 30 ... 34 бали;
- задача не розв'язана – 0 балів.

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

По закінченні вивчення кредитного модуля студенти виконують письмову модульну контрольну роботу тривалістю 2 учбові години. Завдання отримують у вигляді контрольного теоретичного питання (Перелік питань у Додатку).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ас., к.т.н. Конотопом Дмитром Ігоровичем

Ухвалено кафедрою авіа- та ракетобудування (протокол № 11 від 17.06.20)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № 2 від 22.06.20)

Питання до модульної контрольної роботи

1. Місце та роль геометричного моделювання в сучасних CAD/CAM/CAE та PLM системах.
2. Растрова та векторна комп'ютерна графіка, переваги та недоліки.
3. Застосування аналітичної геометрії для моделювання в комп'ютерних системах.
4. Використання математичного апарату диференціальної геометрії для моделювання в CAD/CAM/CAE системах.
5. Основні види перетворень геометричних фігур.
6. Математичний апарат перетворень геометричних фігур на площині.
7. Математичний апарат перетворень геометричних фігур у тривимірному просторі.
8. Опис кривих другого порядку в інженерному вигляді.
9. Складені криві першого порядку гладкості на основі кривих другого порядку.
10. Криві Безьє та їх властивості.
11. Математичний апарат B-сплайнів.
12. Неоднорідні раціональні B-сплайни та їх властивості.
13. Кінематичний спосіб формоутворення в CAD/CAM/CAE системах.
14. Поверхні Кунса.
15. Складені поверхні, застосування в авіаційній галузі.
16. Параметричне моделювання ліній.
17. Параметричне моделювання поверхонь.
18. Параметрична оптимізація поверхонь літальних апаратів.
19. Структурно-параметричні геометричні моделі поверхонь крила літака.
20. Структурно-параметричні геометричні моделі поверхонь фюзеляжу літака.
21. Структурно-параметричні геометричні моделі як засіб комплексної оптимізації літальних апаратів.
22. Базові способи визначення графічних примітивів у CAD/CAM/CAE системах.
23. Методи моделювання плоских ліній у CAD/CAM/CAE системах.
24. Методи моделювання просторових кривих у CAD/CAM/CAE системах.
25. Основні прийоми побудови поверхонь обертання в CAD/CAM/CAE системах.
26. Методи комп'ютерних модифікацій геометричних об'єктів.
27. Аналіз якості геометричного моделювання в CAD/CAM/CAE системах.
28. Використання структур у сучасних комп'ютерних системах.
29. Моделювання лінійчатих поверхонь літальних апаратів.
30. Моделювання криволінійних поверхонь літальних апаратів.