

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



**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Інтегроване комп'ютерне проектування та моделювання об'єктів
авіаційної та ракетно-космічної техніки**

Галузі знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Освітня наукова програма: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

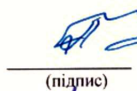


Форма навчання: денна
денна //заочна

Харків – 2020

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОАОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інтегроване комп'ютерне проектування та моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки (назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
освітньої програми Авіаційна та ракетно-космічна техніка
«31» серпня 2020 р., – 13 с.

Розробники: зав. каф. № 103, д.т.н., професор  Гребеніков О.Г.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)
доцент каф. № 103, к.т.н., доцент  Гуменний А.М.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)
доцент каф. № 103, к.т.н., доцент  Трубаєв С.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)


Гарант ОНП професор каф. № 103, д.т.н., професор  Малков І.В.
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 р. засідання кафедри № 103

Завідувач кафедри д.т.н., професор  Гребеніков О.Г.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури  В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених  Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки (вибіркова)
Кількість модулів – 2	Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (код та найменування)	Навчальний рік: 2020/2021
Кількість змістових модулів – 2		Семестр 2-й
Індивідуальне завдання (назва)	Освітньо-наукова програма «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (найменування)	Лекції 34 год.
Загальна кількість годин – 68/150		Практичні, семінарські 34 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7	Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Лабораторні – год.
		Самостійна робота 86 год.
		Вид контролю іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 68/82.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – метою вивчення навчальної дисципліни «Інтегроване комп'ютерне проектування та моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки» є засвоєння знань про методологію інтегрованого проектування та моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ), їх агрегатів та систем, обладнання, збірних вузлів, створення майстер-геометрії, моделі розподілу простору та аналітичних еталонів конструкції за допомогою комп'ютерних інтегрованих систем. Засвоїти знання в області проектування збірних вузлів з урахуванням міцності, жорсткості, ресурсу та технологічності. Отримати необхідні навички в області інтегрованого проектування та освоїти:

- а) методи досліджень і розрахунків при визначенні характеристик і параметрів збірних конструкцій АРКТ;
- б) методи інтегрованого проектування та моделювання агрегатів АРКТ за допомогою комп'ютерних систем.

Завдання – основними завданнями вивчення дисципліни «Інтегроване комп'ютерне проектування та моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки» є отримання аспірантами знань про сучасні методи проектування, конструювання та моделювання об'єктів АРКТ за допомогою комп'ютерних інтегрованих систем CAD/CAM/CAE; основних положень Норм льотної здатності літаків та вертольотів, нормативної документації що до ракетно-космічної техніки, «Повітряного кодексу України», про основні принципи роботи в системах CAD/CAM/CAE, основні вимоги до створення «Стандартної специфікації» на літальні апарати та керівництва по технічному обслуговуванню та експлуатації.

Загальні компетентності (ЗК).

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність працювати в міжнародному контексті.

Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК).

Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з авіаційної та ракетно-космічної техніки та суміжних галузей.

Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасної методології, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

Програмні результати навчання.

Мати передові концептуальні та методологічні знання з авіаційної та ракетно-космічної техніки та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Вміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

Розуміти загальні принципи та методи авіаційної та ракетно-космічної техніки, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері авіаційної та ракетно-космічної техніки й у викладацькій практиці.

Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

Знати, розуміти та вміти застосовувати методи та засоби інтегрованих комп'ютерних технологій для процесів створення АРКТ, різних предметних галузей, в тому числі в аерокосмічній.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати:

- сучасні технології проектування, конструювання та моделювання АРКТ;
- місце комп'ютерних інтегрованих систем при виробництві АРКТ;
- методи моделювання елементів АРКТ за допомогою системи CAD/CAM/CAE Siemens NX;
- сучасні вимоги до об'єктів, що проектуються, для забезпечення безпеки польотів та конкурентоспроможності на ринках України та світових;
- принципи створення конструкторської та експлуатаційної документації.

вміти:

- аналізувати потреби суспільства у різних типах АРКТ;
- вміти застосовувати концепції, принципи та методи проектування для створення конкурентоспроможної техніки;
- забезпечувати виконання вимог міцності, жорсткості, ресурсу, якості зовнішньої поверхні та інші при проектуванні;
- створювати математичні моделі зовнішньої поверхні літака та вертольота;
- створювати комп'ютерні моделі елементів конструкції літака та вертольота;
- моделювати силові елементи, їх з'єднання та збірні відсіки агрегатів за допомогою системи CAD/CAM/CAE Siemens NX;
- створювати елементи математичних моделей зовнішньої поверхні об'єктів АРКТ;
- створювати аналітичні еталони елементів конструкції об'єктів АРКТ;
- моделювати силові елементи, їх з'єднання та збірні відсіки агрегатів за допомогою системи CAD/CAM/CAE Siemens NX

мати уявлення:

- про сучасні комп'ютерні інтегровані системи;
- про місце комп'ютерних інтегрованих систем в системі проектування, виробництва та експлуатації об'єктів АРКТ;
- принципи та методи CALS технологій.
- про методи автоматизації розрахунку і проектування конструкцій;
- про наукові проблеми забезпечення ресурсу, ремонтпридатність, герметичності і якості зовнішньої поверхні конструкцій;
- про математичне моделювання і створення аналітичних еталонів;
- про місце комп'ютерних інтегрованих систем в системі проектування, виробництва та експлуатації об'єктів АРКТ.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін: Загальна будова об'єктів АРКТ, Аеродинаміка, Міцність, Конструювання елементів та агрегатів АРКТ, Загальне проектування літаків та вертольотів, Технологія виробництва авіаційної техніки, Наукові принципи проектування і виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки, Методи проектування, конструювання та забезпечення ресурсу перспективних конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Інтегроване комп'ютерне моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки

Тема 1. Місце комп'ютерно-інтегрованої системи CAD/CAM/CAE Siemens NX при створенні сучасних зразків авіаційної техніки. Загальні відомості про комп'ютерно-інтегровану систему Siemens NX.

Вхід у систему. Графічний інтерфейс користувача. Клавіатура. Маніпулятор «Миш». Створення файлу для моделювання. Директорії, фільтри. Головне меню. Зберігання файлів. Вихід. Керування видами. Шари, керування шарами. Системи координат, керування системою координат. Керування кольорами. Сумісність системи Siemens NX з іншими системами проектування.

Тема 2. Методи створення параметричних профілів та генеруючих кривих.

Методи побудови параметричних профілів несучих поверхонь (крило, горизонтальне та вертикальне оперення) агрегатів авіаційної техніки. Методи створення набору генеруючих кривих, для створення майстер-геометрії агрегатів авіаційної техніки.

Тема 3. Редагування кривих.

Редагування параметрів кривих. Редагування сплайнів. Підгонка кривих. Розбивка кривих на сегменти. Редагування округлень. Редагування дуги. Операції Transformation. Створення масивів елементів.

Тема 4. Моделювання аналітичних еталонів елементів конструкції літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів за допомогою солідів та їх редагування.

Меню. Попередні налаштування. Візуалізація солідів. Моделювання паралелепіпедів, циліндрів, конусів, сфери. Створення солід-моделей методами витягування. Створення солід-моделей методами обертання. Моделювання деталей методами кінематичного руху. Моделювання трубопроводів. Моделювання отворів, бобишек, «карманів». Базові осі і площини.

Методики побудови параметричних аналітичних еталонів елементів конструкції агрегатів авіаційної техніки.

Топологія створення деталі. Операція Edge Blend (округлення). Операція Chamfer (фаска). Булеві операції. Параметризація, редагування без втрати параметризації. Операції над солідами Split та Trim. Дзеркальні відображення солідів та їх елементів. Створення масивів елементів.

Тема 5. Створення моделей аналітичних еталонів елементів конструкції літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів за допомогою ескізів.

Дзеркальне відображення, альтернативні рішення в ескізах. Створення моделей деталей за допомогою ескізів.

Тема 6. Моделювання елементів математичних моделей аеродинамічних поверхонь літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів.

Меню. Створення поверхонь точкам. Обмежені плоскі поверхні. Лінійчаті поверхні. Створення поверхні по набору перетинів. Створення поверхонь по сітці кривих. Створення поверхонь методом кінематичного протягування. Поверхні другого порядку. Створення поверхні, між двома поверхнями (Bridge). Методи створення мастер-геометрії та моделей розподілу простору агрегатів авіаційної техніки та літальних апаратів в цілому.

Тема 7. Редагування поверхонь.

Редагування параметрів поверхонь. Операції обрізання поверхонь. Аналіз поверхонь. Продовження поверхні (Extension, Law Extension). Еквідистантні поверхні (Offset Surface). Поверхні округлення (Fillet).

Тема 8. Створення складань за допомогою комп'ютерно-інтегрованої системи CAD/CAM/CAE Siemens NX.

Структура складань. Створення складань зверху вниз і знизу нагору. Навігатор складання. Редагування складань. Умови сполучення компонент. Ступеня свободи компонент.

Методика створення моделі повного визначення об'єктів авіаційної техніки.

Модульний контроль

Змістовий модуль 2.

Інтегроване комп'ютерне проектування об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки

ТЕМА 9. Стан проблеми комп'ютерного проектування об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Сучасний стан розвитку авіаційного та ракетно-космічного комплексу та ринку в Україні та світі. Аналіз методів проектування збірних конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ).

ТЕМА 10. Концепція і наукові основи методології комп'ютерного проектування об'єктів збірних конструкцій АРКТ за допомогою систем CAD/CAM/CAE.

Тактико-технічні вимоги (ТТВ) до об'єктів АРКТ. Концепція і принципи інтегрованого проектування об'єктів АРКТ, які забезпечують виконання вимог ТТВ та нормативних документів. Метод аналізу впливу параметрів загального вигляду об'єкту проектування на його льотно-технічні характеристики. Метод аналізу впливу конструктивно-технологічних параметрів на характеристики об'ємного напружено-деформованого стану моделей елементів регулярних зон збірних конструкцій АРКТ за допомогою системи CAD\CAE ANSYS.

ТЕМА 11. Інтегроване комп'ютерне проектування агрегатів літака та вертольота.

Методика проектування та моделювання крила, фюзеляжу, хвостового оперення, силової установки, шасі, трансмісії, хвостової балки з допомогою комп'ютерних інтегрованих систем. Методика створення майстер-геометрії, моделі розподілу простору та аналітичних еталонів елементів конструкції крила, фюзеляжу, хвостового оперення, силової установки, шасі, хвостової балки. Розробка комп'ютерного макету об'єкту проектування.

ТЕМА 12. Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних болтових з'єднань збірних конструкцій об'єктів АРКТ.

Методи проектування болтових з'єднань з урахуванням вимог статичної міцності, герметичності, якості зовнішньої поверхні, ресурсу, технологічності та інших. Інтегрований аналіз впливу технології установки болта і рівня навантаження на характеристики локального НДС в елементах двозрізного однорядного потайного болтового з'єднання за допомогою системи інженерного аналізу ANSYS. Аналіз впливу технології постановки болтів і рівня навантаження на характеристики локального НДС в елементах двозрізного трьохрядного потайного з'єднання. Метод прогнозування впливу конструктивно-технологічних параметрів зрізних потайних болтових з'єднань на їхні властивості. Методика створення комп'ютерних моделей болтових з'єднань збірних конструкцій за допомогою системи Siemens NX. Нові конструктивно-технологічні рішення для зрізних болтових з'єднань збірних конструкцій АРКТ.

ТЕМА 13. Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних заклепувальних з'єднань збірних тонкостінних конструкцій АРКТ.

Методика проектування заклепувальних з'єднань силових елементів з урахуванням вимог статичної міцності, герметичності, якості зовнішньої поверхні, ресурсу, технологічності та інших. Методика аналізу впливу конструктивних і технологічних параметрів на характеристики локального НДС заклепувального з'єднання. Методика дослідження впливу відхилень розмірів, що утворюються при виготовленні заклепок і виконанні отворів під їхню установку, на розподіл радіального натягу по товщині пакета після процесу клепок. Методика прогнозування впливу конструктивно-технологічних параметрів потайних заклепувальних з'єднань на їхні властивості. Нові конструктивно-технологічні рішення для зрізних заклепувальних з'єднань збірних тонкостінних конструкцій авіаційної техніки.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1.						
Інтегроване комп'ютерне моделювання об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки						
<i>Тема 1. Місце комп'ютерно-інтегрованої системи CAD/CAM/CAE Siemens NX при створенні сучасних зразків авіаційної техніки. Загальні відомості про комп'ютерно-інтегровану систему Siemens NX</i>	6	2	–			4
<i>Тема 2. Методи створення параметричних профілів та генеруючих кривих.</i>	10	2	4			4
<i>Тема 3. Редагування кривих</i>	10	2	4			4
<i>Тема 4. Моделювання аналітичних еталонів елементів конструкції літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів за допомогою солідів та їх редагування</i>	14	2	6			6
<i>Тема 5. Створення моделей аналітичних еталонів елементів конструкції літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів за допомогою ескізів</i>	14	2	6			6
<i>Тема 6. Моделювання елементів математичних моделей аеродинамічних поверхонь літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів</i>	16	4	6			6
<i>Тема 7. Редагування поверхонь</i>	12	2	4			6
<i>Тема 8. Створення складань за допомогою комп'ютерно-інтегрованої системи CAD/CAM/CAE Siemens NX</i>	12	2	4			6
Модульний контроль						
Разом за змістовним модулем 1	94	18	34			42
Змістовий модуль 2.						
Інтегроване комп'ютерне проектування об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки						
<i>ТЕМА 9. Стан проблеми комп'ютерного проектування об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки</i>	18	2				8
<i>ТЕМА 10. Концепція і наукові основи методології комп'ютерного проектування об'єктів збірних конструкцій АРКТ за допомогою систем CAD/CAM/CAE</i>	20	4				8
<i>ТЕМА 11. Інтегроване комп'ютерне проектування агрегатів літака та вертольота</i>	20	4				8
<i>ТЕМА 12. Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних болтових з'єднань збірних конструкцій об'єктів АРКТ</i>	19	3				8
<i>ТЕМА 13. Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних заклепувальних з'єднань</i>	18	3				8

1	2	3	4	5	6	7
збірних тонкостінних конструкцій АРКТ						
Модульний контроль						
Разом за змістовним модулем 2	56	16	–			40
Усього годин	150	34	34			82

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Не передбачено програмою</i>	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи в системі Siemens NX. Створення кривих з допомогою системи Siemens NX. Редагування кривих в системі Siemens NX	2
2	Створення суцільних тіл у системі Siemens NX	2
3	Створення поверхонь у системі Siemens NX та їх редагування	2
4	Створення та редагування ескізів в системі Siemens NX	2
5	Створення та редагування складань	2
6	Моделювання елементів математичних моделей аеродинамічних поверхонь фюзеляжу літака транспортної категорії	2
7	Створення параметричної моделі поверхні лопаті несучого гвинта	2
8	Створення параметричної моделі майстер-геометрії вертикального оперення літака	4
9	Створення параметричної моделі майстер-геометрії несучої поверхні літака	4
10	Створення параметричної моделі рядового шпангоута хвостової балки вертольота	4
11	Створення параметричної моделі майстер-геометрії зализу крила з фюзеляжем	4
12	Створення параметричної моделі майстер-геометрії фюзеляжу літака транспортної категорії	4
	Усього	34

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Не передбачено програмою</i>	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні відомості про комп'ютерно-інтегровану систему Siemens NX	4
2	Методи створення параметричних профілів та генеруючих кривих	6
3	Редагування кривих	4
4	Створення аналітичного еталону моделі кронштейна навіски рульової поверхні агрегату	4
5	Створення моделі качалки системи керування рульової поверхні агрегату	4
6	Створення моделей сегментів поверхні фюзеляжу літака	4
7	Створення параметричного аналітичного еталону моделі кронштейна навіски рульової поверхні агрегату за допомогою ескізів	4
8	Створення параметричної моделі качалки системи керування рульової поверхні агрегату за допомогою ескізів	2
9	Створення параметричної моделі монолітної панелі центроплану крила літака транспортної категорії за допомогою ескізів	4
10	Створення майстер-геометрії несучих поверхонь проектного літального апарату	6
11	Сучасний стан розвитку авіаційного та ракетно-космічного комплексу та ринку в Україні та світі	8

12	Концепція і наукові основи методології комп'ютерного проектування об'єктів збірних конструкцій АРКТ за допомогою систем CAD/CAM/CAE	8
13	Інтегроване комп'ютерне проектування агрегатів літака та вертольота	8
14	Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних болтових з'єднань збірних конструкцій об'єктів АРКТ	8
15	Інтегроване комп'ютерне проектування зрізних заклепувальних з'єднань збірних тонкостінних конструкцій АРКТ	8
	Усього	82

9. Індивідуальні завдання

1.

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують аспіранти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	13	0...6
Виконання практичних робіт	0...1	12	0...11
Модульний контроль	0...33		0...33
Усього за модуль 1			0...50
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	12	0...12
Модульний контроль	0...38	1	00...38
Усього за модуль 2			0...50
Усього			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови аспірантом від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту аспірант має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з чотирьох питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання – 25 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- сучасні технології проектування, конструювання та моделювання літаків і вертольотів;
- місце комп'ютерних інтегрованих систем при виробництві літаків і вертольотів;
- методи моделювання елементів літаків і вертольотів за допомогою системи CAD/CAM/CAE Siemens NX;
- сучасні вимоги до забезпечення безпеки польотів за умовами втомної довговічності планера;
- характеристики опору втомних авіаційних матеріалів;
- шляхи забезпечення ресурсу авіаційних конструкцій;

- методики розрахунку довговічності конструктивних елементів з концентратором напруг, типових рухливих і нерухомих з'єднань;
- методи забезпечення втомної якості типових збірних вузлів планера літака та вертольота;
- методи забезпечення заданої довговічності та характеристики живучості;
- способи відновлення несучої здатності елементів планера літака та вертольота з втомними тріщинами;
- методи створення конструкторської та експлуатаційної документації в електронному вигляді;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- створювати математичні моделі зовнішньої поверхні літака та вертольота;
- створювати комп'ютерні моделі елементів конструкції літака та вертольота;
- правильно проводити розрахунок впливу конструктивно-технологічних параметрів на довговічність конструктивних елементів і їх з'єднань;
- вибирати конструктивні параметри силових елементів, вузлів і їх з'єднань, що забезпечують задану довговічність і міцність при мінімумі маси і конструктивно-технологічних обмеженнях;
- моделювати силові елементи, їх з'єднання та збірні відсіки агрегатів за допомогою системи CAD/CAM/CAE Siemens NX;

12.3 Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Знати: концепції та принципи інтегрованого проектування; методику створення комп'ютерних моделей з'єднань; методику проектування заклепкових з'єднань; методику створення аналітичних еталонів елементів конструкції літака та вертольоту; програму наземних та повітряних випробувань; етапи сертифікації та загальні положення повітряного кодексу України.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Аналізувати методи проектування об'єктів АРКТ. Знати методику проектування та моделювання агрегатів літаків та вертольотів за допомогою комп'ютерних інтегрованих систем; програму льотних сертифікаційних випробувань; загальні вимоги норм льотної здатності.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти аналізувати сучасні технології інтегрованого проектування, конструювання та моделювання об'єктів АРКТ.

Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та робити висновки.

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

Конспекти лекцій та література, котра знаходиться в бібліотеці, методичному кабінеті та в електронному вигляді на сервері кафедри проектування літаків та вертольотів (перелік приводиться нижче у розділі 14 даної програми).

14. Рекомендована література

База:

1. Концепція створення сучасних реактивних регіональних пасажирських літаків [Текст]: монографія / П. В. Балабуєв, В. О. Богуслаєв, О. Д. Донец та ін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 254 с.
2. Concept of Development of Up-to-date Jet Regional Passenger Aircraft [Text] monograph / P. V. Balabuyev, V.F. Boguslayev, A. D. Donets, etc. – Kharkiv: National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2010. – 250 p.
3. Концепция создания современных реактивных региональных пассажирских самолетов [Текст]: монография / П. В. Балабуев, В. О. Богуслаев, О. Д. Донец и др. Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков авиац. ин-т», 2017. – 292 с.
4. Methodology of integrated designing and modelling of aircraft assembly structures / O.G. Grebenikov. – Kharkiv: National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2010. – 414 p.
5. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций / А.Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. – 532 с.
6. Машиностроение. Энциклопедия Самолеты и вертолеты. Кн. 1/ Ред. совет: К.В. Фролов и др. – М.: Машиностроение. Т. IV-21. Аэродинамика, динамика полета и прочность. / Г.С. Бюшгенс, Ю.А. Азаров, Г.А. Амирьянц и др.; Под общ. ред. Г.С. Бюшгенса. 2002. – 800 с.
7. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. Совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Самолеты и вертолеты. Т. IV-21. Проектирование, конструкции и системы самолетов и вертолетов. Кн. 2 / А.М. Матвеевко, А.И. Акимов, М.А. Акопов и др.; Под общ. ред. А.М. Матвеевко. 2004. – 752 с.
8. Основы общего проектирования самолетов с газотурбинными двигателями: Учеб. пособие в 2 ч. / Балабуев П.В., Бычков С.А., Гребеников А.Г., Желдоченко В.Н., Кобылянский А.А., Мялица А.К., Рябков В.И., Цепляева Т.П. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2003. – Ч. 1 – 454 с. – Ч. 2 – 390 с.
9. Principles of designing of airplanes with gas turbine engines / P.V. Balabuyev, S.A. Bichkov, A.G. Grebenikov, V.N. Zjeldochenko, A. A. Kobilyanskiy, A.K. Myalitsa, V.I. Ryabkov, T.P. Tseplyaeva. – Study Guide. – Kharkiv: National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2013. – 731 p.
10. Егер С.М., Лисейцев Н.К., Самойлович О.С. Основы автоматизированного проектирования самолетов: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с.
11. Проектирование самолетов: Учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.; Под ред. С.М. Егера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
12. CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия) в авиастроении / Братухин А.Г., Давыдов Ю.В., Елисеев Ю.С., Павлов Ю.Б., Суров В.И.; Под ред. А.Г. Братухина – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 304 с.
13. Теория и практика проектирования пассажирских самолетов, Под ред. Г.В. Новожилова. – М.: Издательство “Наука”, 1976. – 435 с.
14. Проектирование тяжелых одновинтовых вертолетов и их трансмиссий : учебник : в 2 ч. / А. Г. Гребеников, А. М. Гуменный, А. И. Долматов, В. Н. Доценко, Ю. В. Дьяченко, С. В. Елифанов, Я. С. Карпов, Е. Д. Ковалев, Л. И. Лосев, С. Е. Маркович, В. Т. Сиккульский, С. В. Трубаев, В. А. Удовенко, В. В. Усик, В. А. Урбанович, М. Н. Федотов ; под ред. В. С. Кривцова. – Х. : ХАИ, 2007. – 2 ч.
15. Проектирование вертолетов / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, Л.И. Лосев. – Учебник. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиаци. ин-т", 2003. – 344 с.
16. Проектирование самолётов: Лаб. практикум / А.Г. Гребеников, А.А. Кобылянский, В.Н. Король, В.Н. Желдоченко, В.А. Урбанович, Е.В. Цегельник. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ", 2002. – 176 с.
17. Единые нормы летной годности гражданских самолетов. – М.: Машиностроение, 1985. 470 с.
18. Основы компьютерного моделирования с помощью интегрированной системы CAD/CAM/CAE/PLM UNIGRAPHICS NX / А.Г. Гребеников, С.В. Удовиченко, А.М. Гуменный, В.В. Парфенюк, В.А. Никифоров, С.В. Воронов. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиаци. ин-т", EDS PLM SOLUTIONS, АНТО «КНК», 2004. – 198 с.
19. Основы компьютерного моделирования с помощью интегрированной системы

- CAD/CAM/CAE/PLM UNIGRAPHICS NX / А.Г. Гребеников, С.В. Удовиченко, А.М. Гуменный, В.В. Парфенюк, В.А. Никифоров, С.В. Воронов. – Учеб. Пособие по лаб. практикуму. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", EDS PLM SOLUTIONS, АНТО «КНК», 2005. – 104 с.
20. NX для конструктора-машиностроителя [Текст] / П.С. Гончаров, М.Ю. Ельцов, С.Б. Коршиков и др. - М.: ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
 21. Данилов, Ю. Практическое использование NX [Текст] / Ю. Данилов, И. Артамонов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
 22. Анализ напряженно-деформированного состояния авиационных конструкций с помощью системы ANSYS: Учеб. пособие в 2 ч. / А.Г. Гребеников, С.П. Светличный, В.Н. Король, В.Н. Анпилов – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», CADFEM GmbH, АНТО «КНК», 2002. – Ч.1 – 310 с.
 23. Интегрированное проектирование винтокрылых летательных аппаратов транспортной категории [Текст]: учебник: в 3 ч. / А.Г. Гребеников, Н.И. Москаленко, В.А. Урбанович, и др.; под ред. В. А. Богуслаева. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Запорожье: изд. АО «МОТОР СИЧ», 2016. – Ч. 1. – 411 с.; – Ч. 2. – 454 с.; – Ч. 3. – 419 с.
 24. Научные основы конструктивно-технологических методов обеспечения ресурса авиационной техники. Монография / В. А. Богуслаев, А.Г. Гребеников, Н.И. Москаленко и др. – Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». 2017. – 292 с.

Допоміжна:

1. Качество и сертификация промышленной продукции: Учеб. пособие / Гребеников А.Г., Мяслица А.К., Рябченко В.М., Трофимов К.Б., Фролов В.Я.. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 1998. – 396 с.
2. Бадягин А.А, Мухамедов Ф.А. Проектирование легких самолетов. – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
3. Проектирование гражданских самолетов: Теории и методы / И.Я. Катырев, М.С. Неймарк, В.М. Шейнин и др.; Под ред. Г.В. Новожилова. – М.: Машиностроение, 1991. – 672 с.
4. А.Г. Гребеников, П.Ф. Мороз, А.К. Мяслица, В.Я. Фролов. Основы изобретательской деятельности: Учеб. пособие / Х.: Гос. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 1999. – 434 с.
5. Егер С.М., Матвиенко А.М., Шаталов И.А. Основы авиационной техники: Учебник / Под ред. И.А. Шаталова. – Изд. 3-е, исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 720 с.
6. Шейнин В.М., Козловский В.И. Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолетов: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1977. – Т. 1. Весовой расчет самолета и весовое планирование. – 344 с.
7. Кива Д.С. Концепция создания легкого многоцелевого самолета короткого взлета и посадки. Дис. д-ра техн. наук в форме науч. доклада: 05.07.02 – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1990. – 51 с.
8. Авиастроение: Летательные аппараты, двигатели, системы, технологи / Колл. А20 авторов; под ред. А.Г. Братухина. – М.: Машиностроение, 2000. – 536 с.: ил.
9. Самолет Ан-74ТК-300. Стандартная спецификация : учебник / А. Г. Гребеников, П. А. Ключев, В. Н. Король, А. К. Мяслица, П. О. Науменко, С. А. Павленко. – Х. : ХАИ, 2004. – 277 с.
10. Самолет Ан-140. Стандартная спецификация : учебник / П. В. Балабуев, А. Г. Гребеников, П. А. Ключев, В. Н. Король, А. К. Мяслица, П. О. Науменко. – Х. : ХАИ, 2004. – 260 с.
11. Стандартная спецификация на тип самолета (вертолета) : учебник / А. Г. Гребеников, П. А. Ключев, В. Н. Король, П. О. Науменко, Ю. И. Повалий, В. Г. Подольский. – Х. : ХАИ, 2004. – 350 с.
12. An-74T-200A Aircraft. Standard Specification : textbook for students of higher education institutions (specialty «Aviation and Cosmonautics») / A. G. Grebenikov, P. A. Kluyev, V. N. Korol, P. O. Naumenko, S. A. Pavlenko, Y. I. Povaliy. – Kharkov : KhAI, 2004. – 320 p.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів.
2. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.
3. Ресурси мережі Internet