

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

Кафедра технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

 Кивесманчук
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРНОГО АНАЛІЗУ В ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

15 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

Комп'ютерні технології проектування та виробництва

(найменування спеціальності)

Форма навчання

денна

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

(нормативний та скорочений термін навчання)

Харків 2021 рік

Робоча програма Системи інженерного аналізу в проектуванні технологічних процесів
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»
освітньою програмою Комп'ютерні технології проектування та
виробництва

« 30 » червня 2021 р, 11 с.

Розробники: Невешкін Юрій Олександрович, доцент, канд. техн. наук
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)




Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

технології виробництва авіаційних двигунів
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 » липня 2021 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., професор
(наукова ступінь
та вчене звання)



(підпис)

А. І. Долматов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	<p style="text-align: center;">Галузь знань <i>«Автоматизація та приладобудування»</i> (шифр і найменування)</p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <i>151</i> <i>«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</i> (код і найменування)</p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <i>Комп'ютерні технології проектування та виробництва</i> (найменування)</p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання Розрахункова робота на тему: «Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі <i>Deform 2D/3D</i> »		Семестр
Загальна кількість годин – 84*/180		8-й (6-й для скороченого терміну навчання)
		Лекції*
		48 годин
		Практичні, семінарські*
		36 годин
		Лабораторні*
	0 годин	
	Самостійна робота	
	96 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 7 годин самостійної роботи студента – 8 годин		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 84/96.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – набуття навиків в моделюванні процесів заготівельного формоутворення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки для подальшого врахування та аналізу в проектуванні технологічного оснащення з подальшою автоматизацією процесу.

Завдання: засвоїти послідовність постановки задачі на моделювання процесу формоутворення деталі; засвоїти оптимальні настроювання параметрів для моделювання процесів; засвоїти підходи в аналізуванні результатів моделювання.

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

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання:

ПРН06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН09. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

ПРН12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Міждисциплінарні зв'язки: У курсі «Комп'ютерні технології у виробничих процесах» знаходять прикладне значення багато питань з курсів «Основи автоматизації проектування», «Методи формоутворення поверхонь у виробництві авіаційних двигунів та енергетичних установок», «Метрологія і стандартизація», «Комп'ютерні технології проектування технологічного оснащення» та в подальшому результати навчання застосовуються під час виконання дипломного проекту бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Опис та використання програмного комплексу DEFORM

ТЕМА 1. Основні поняття та загальні відомості. Загальна характеристика CAE-системи інженерного аналізу DEFORM та її модулів.

ТЕМА 2. Preprocessor DEFORM. Параметри моделювання. Внесення даних матеріалів. Дерево об'єктів. Властивості об'єктів. Управління розміщенням об'єктів відносно один одного. Параметри взаємодії об'єктів. Створення бази даних проекту.

ТЕМА 3. Processor DEFORM. Початок розрахунку. Усунення виникаючих помилок.

ТЕМА 4. Postprocessor DEFORM. Інструменти аналізу параметрів. Управління анімацією. Властивості відображення результатів моделювання.

ТЕМА 5. Використання DEFORM для вирішення задач оброблення металів тиском, механічного оброблення та термооброблення.

ТЕМА 6. Написання користувацьких підпрограм для розширення можливостей програмного комплексу DEFORM.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Опис та використання програмного комплексу ProCAST

ТЕМА 7. Графічний інтерфейс ProCAST.

ТЕМА 8. Етапи постановки задачі на моделювання в ProCAST.

ТЕМА 9. Побудова сітки в ProCAST.

ТЕМА 10. Встановлення граничних умов моделювання в ProCAST.

ТЕМА 11. Аналіз результатів моделювання моделювання в ProCAST.

Модуль 2.

Індивідуальне завдання. Розрахункова робота: «Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі Deform 2D/3D»

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1 (ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ОБРОБЛЕННЯ HSR/HSM В SOLIDCAM)					
ТЕМА 1. Основні поняття та загальні відомості. Загальна характеристика CAE-системи інженерного аналізу DEFORM та її модулів.	3	1	0	0	2
ТЕМА 2. Preprocessor DEFORM. Параметри моделювання. Внесення даних матеріалів. Дерево об'єктів. Властивості об'єктів. Управління розміщенням об'єктів відносно один одного. Параметри взаємодії об'єктів. Створення бази даних проекту.	34	6	12	0	16
ТЕМА 3. Processor DEFORM. Початок розрахунку. Усунення виникаючих помилок.	8	4	2	0	2
ТЕМА 4. Postprocessor DEFORM. Інструменти аналізу параметрів. Управління анімацією. Властивості відображення результатів моделювання.	8	4	2	0	5
ТЕМА 5. Використання DEFORM для вирішення задач оброблення металів тиском, механічного оброблення та термооброблення.	8	4	2	0	4
ТЕМА 6. Написання користувацьких підпрограм для розширення можливостей програмного комплексу DEFORM.	8	4	2	0	4
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 1	94	32	28	0	41
Змістовний модуль 2 (ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ HSS В SOLIDCAM)					
ТЕМА 7. Графічний інтерфейс ProCAST.	4	2	0	0	2
ТЕМА 8. Етапи постановки задачі на моделювання в ProCAST.	5	2	1	0	2
ТЕМА 9. Побудова сітки в ProCAST.	6	2	2	0	2
ТЕМА 10. Встановлення граничних умов моделювання в ProCAST.	8	3	2	0	3
ТЕМА 11. Аналіз результатів моделювання моделювання в ProCAST.	8	3	2	0	3
Модульний контроль	1	1	–	–	–
Разом за змістовним модулем 2	35	16	7	0	15
Усього годин за модулем 1	129	48	36	0	49
Модуль 2					
Індивідуальне завдання					
Розрахункова робота: «Моделювання деформування заготовки в програмному»	40	–	–	–	40

комплексі Deform 2D/3D»					
Контрольний захід					
Усього годин					
	180	48	32	0	96

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	–	–
Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	DEFORM. Створення нової задачі та геометрії. Імпорт та редагування інструмента. Запуск на моделювання	2
2	DEFORM. Аналіз результатів моделювання	2
3	DEFORM. Теплопередача	2
4	DEFORM. Неізотермічне моделювання	2
5	DEFORM. Механічний прес	2
6	DEFORM. Молот	2
7	DEFORM. Гвинтовий прес	2
8	DEFORM. Гідравлічний прес	2
9	DEFORM. Аналіз напружень на інструменті	2
14	ProCAST. Гравітаційне лиття	2
15	ProCAST. Лиття під тиском	2
16	ProCAST. Розрахунок з врахуванням переміщення поршня при литті	2
17	ProCAST. Розрахунок напружено-деформованого стану	2
18	ProCAST. Лиття по виплавляємим моделям	2
Разом		36

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	–	–
Разом		

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	ТЕМА 1. Основні поняття та загальні відомості. Загальна характеристика CAE-системи інженерного аналізу DEFORM та її модулів.	2
2	ТЕМА 2. Preprocessor DEFORM. Параметри моделювання. Внесення даних матеріалів. Дерево об'єктів. Властивості об'єктів. Управління розміщенням об'єктів відносно один	16

	одного. Параметри взаємодії об'єктів. Створення бази даних проекту.	
3	ТЕМА 3. Processor DEFORM. Початок розрахунку. Усунення виникаючих помилок.	2
4	ТЕМА 4. Postprocessor DEFORM. Інструменти аналізу параметрів. Управління анімацією. Властивості відображення результатів моделювання.	2
5	ТЕМА 5. Використання DEFORM для вирішення задач оброблення металів тиском, механічного оброблення та термооброблення.	2
6	ТЕМА 6. Написання користувачьких підпрограм для розширення можливостей програмного комплексу DEFORM.	12
7	ТЕМА 7. Графічний інтерфейс ProCAST.	2
8	ТЕМА 8. Етапи постановки задачі на моделювання в ProCAST.	2
9	ТЕМА 9. Побудова сітки в ProCAST.	2
10	ТЕМА 10. Встановлення граничних умов моделювання в ProCAST.	6
11	ТЕМА 11. Аналіз результатів моделювання моделювання в ProCAST.	6
17	Індивідуальне завдання. Розрахункова робота: «Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі Deform 2D/3D»	40
	Разом	96

9. Індивідуальні завдання

1. Розрахункова робота «Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі Deform 2D/3D»

Розділи роботи:

1. Вихідні данні для виконання РГР – РГР по дисципліні «Комп'ютерні технології проектування технологічного оснащення», 7 семестр
2. Маючи модель початкової заготовки та моделі штампів – створити задачу для моделювання в DEFORM. Задати граничні умови для моделювання.
3. Провести аналіз отриманих результатів.

10. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- практичні роботи;
- розрахункова робота;
- самостійна робота студента;
- іспит.

На лекціях студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання практичних та лабораторних робіт, самостійної роботи, а також виконання індивідуального завдання.

Лекція, розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення практичних робіт базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта, а також й на матеріальному його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (розрізні макети, плакати та ін.) та на виконанні студентами моделювань процесів в DEFORM та ProCAST.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення лабораторних робіт, виконують домашні розрахунково-графічні роботи.

11. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістовних модулі:

1. Опис та використання програмного комплексу DEFORM
2. Опис та використання програмного комплексу ProCAST

Складання модуля 1 – на 8-му тижні (один раз), складання модуля 2 – на 16-му тижні (один раз).

До складання модуля студент допускається за умови виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Строк захисту розрахункової роботи: «*Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі Deform 2D/3D*» – 15-й тиждень.

Семестр 8 – іспит.

12. Критерії оцінювання та 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...0.5	12	0...6
Виконання практичних робіт	0...1	16	0...16
Модульний контроль	0...23	1	0...23
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0.5	12	0...6
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...1	16	0...16
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...11	1	0...11
Усього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання - змістовний модуль 1;

Друге запитання – змістовний модуль 1;

Практичні завдання стосуються розрахункової роботи «Моделювання деформування заготовки в програмному комплексі Deform 2D/3D».

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 20, практичне завдання – 30.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен знати:

- сфери застосування програмних комплексів DEFORM та ProCAST;
- послідовність постановки задачі для подальшого моделювання

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Виконати всі практичні роботи. Виконати та захистити індивідуальне завдання. Пояснювати відмінності застосування DEFORM та ProCAST. Створювати базу даних для моделювання процесу

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Виконати всі практичні роботи. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання. Пояснювати відмінності застосування DEFORM та ProCAST. Створювати базу даних для моделювання процесу. Аналізувати результати моделювання.

Відмінно (90-100). Виконати всі лабораторні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання. Повно знати основний та додатковий матеріал. Пояснювати відмінності застосування DEFORM та ProCAST. Створювати базу даних для моделювання процесу. Аналізувати результати моделювання. Вміти скласти користувацькі підпрограми для розширення можливостей систем, що вивчались.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

1. Дидактичні матеріали (наочні посібники, плакати).

2. Верстат з числовим програмним керуванням в аудиторії 133 м.к.

3. Методичні навчальні посібники за темами та розділами курсу.

Навчально-методичний комплекс дисципліни включає в себе:

Обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;

- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;

- методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання, тести для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів;

14. Рекомендована література Базова

1. Базовий навчальний курс по роботі в системі ProCAST [електронний ресурс в системі Ментор]
2. Практичне керівництво до програмного комплексу DEFORM. Паршин в. С., Кармишев А. П. та ін. – Єкатеринбург, УрІН. – 2010 – 266с.

Допоміжна

1. Оптимизация технологии изготовления детали типа полумуфта с использованием программного пакета DEFORM [Текст] / Ю. А. Невешкин, М. Чехресаз, В. В. Третьяк, А. В. Онопченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – №10. – С. 15–19.
2. Использование программного пакета DEFORM для проектирования заготовок валов-шестерень в авиадвигателестроении [Текст] / М. С. Нагорный, В. В. Третьяк, Ю. А. Невешкин, В. Д. Сотников // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні : Всеукр. наук.-техн. конф. : тези доп. / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». – Харків, 2012. – Т. 1. – С. 78.
- 3.

15. Інформаційні ресурси

1. www.solidcam.com