



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Адитивні технології матеріалізації промислових виробів



Шифр та назва спеціальності
131 Прикладна механіка

Інститут
Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту

Освітня програма
Інтегровані технології машинобудування

Кафедра
«Інтегровані технології машинобудування» ім. М. Ф. Семка (133)

Рівень освіти
Магістр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр
2

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Гарашченко Ярослав Миколайович

yaroslav.garashchenko@gmail.com

канд. техн. наук, доцент, доцент

Наукові інтереси у області 3D-моделювання шліфувальних інструментів, реверсної інженерії, технологічної підготовки адитивних технологій, програмування, аналізі даних, кількість публікацій: більше 90, основні курси: «Моделювання віртуальної реальності», «Реверсна інженерія», «Програмування верстатів з ЧПК», «Сучасні комп'ютерні технології в дослідженнях».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Адитивні технології матеріалізації промислових виробів» призначено для розширення знань студентів щодо теоретичних концепцій, методів адитивних технологій і засобів 3D моделювання, підготовки 3D-моделей до процесів виготовлення за допомогою сучасних адитивних технологій, особливостей реалізації 3D-друку.

Мета та цілі дисципліни

Ціль курсу – надати студентам знань щодо принципів та методів тривимірного моделювання, засобів підготовки моделей до виготовлення за допомогою адитивних технологій, особливостей пошарової побудови виробів. Особлива увага приділяється розвитку практичних навиків роботи з сучасними засобами побудови тривимірних моделей та їх технологічної підготовки до 3D друку.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ФК6. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

Результати навчання

РН4 Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН5 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН6 Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні роботи – 32 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Передумови вивчення дисципліни: базові знання з інженерної та комп'ютерної графіки; навички роботи з програмами комп'ютерного проектування (CAD); знання основ моделювання та конструювання; знання методів обробки та аналізу даних. Успішне засвоєння курсу "3D моделювання складних виробів".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Практична спрямованість.

Дисципліна має сильну практичну спрямованість. Під час лабораторних занять студенти працюють безпосередньо з адитивним обладнанням.

Case-based learning

В межах дисципліни розглядаються реальні кейси та приклади застосування технологій реверсної інженерії, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

Сучасні програмні засоби

В навчальному процесі використовується сучасне програмне забезпечення для технологічної підготовки адитивного виробництва (Система технологічної підготовки процесів виготовлення складних виробів з використанням адитивних методів, UltiMaker Cura).

Гнучкість та адаптивність

Зміст дисципліни оновлюється відповідно до сучасних тенденцій у сфері адитивного виробництва. Студенти мають можливість обирати тематику проектів відповідно до власних інтересів.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Сучасний стан і шляхи підвищення ефективності технологічної підготовки адитивного виробництва

Аналіз сучасних тенденцій в області адитивних технологій. Методи адитивних технологій. Технологічність конструкції виробів з позицій необхідності і достатності використання адитивних технологій. Особливості математичного опису поверхонь виробів (STL, AMF-формат). Шляхи підвищення ефективності технологічної підготовки. Проблематика методів пошарової побудови. Задачі технологічної підготовки. Раціональна орієнтація виробу в робочій області побудови. Створення підтримуючих конструкцій при пошаровій побудові. Стратегія розсічення (нарізки) 3D-моделі виробу. Стратегія формоутворення шару. Перспективні напрямки підвищення ефективності технологічної підготовки. Вибір напрямків досліджень.

Тема 2. Основні принципи забезпечення технологічності конструкції виробів одержуваних з використанням адитивних методів

Особливості оцінки технологічності конструкції виробів одержуваних адитивними методами. Показники складності конструкції виробу. Оцінка геометричної складності промислових виробів на основі аналізу їх тріангуляційних 3D-моделей. Визначення показників складності промислових виробів. Показник технологічності щодо ефективності оборотної структурної декомпозиції виробу. Основні показники технологічності конструкції виробу.

Тема 3. Методологічні основи комплексної технологічної підготовки адитивного виробництва

Проблема реалізації комплексної технологічної підготовки стосовно до адитивного виробництва. Методологічні основи комплексного вирішення задач технологічної підготовки. Загальні відомості про елементну базу. Обґрунтування необхідності розробки комп'ютерної системи технологічної підготовки. Автоматизація розробки АМ-процесів. Алгоритмічне забезпечення комплексної технологічної підготовки. Структурна оборотна декомпозиція та дослідження її впливу на ефективність розміщення 3D-моделей виробів в робочому просторі установки. Раціональна орієнтація виробу на основі статистичного аналізу вихідної тріангуляційної 3D моделі. Задача розміщення 3D-моделі виробу в робочому просторі. Розміщення групи 3D-моделей в робочому просторі при мультизавантажуванні адитивної установки. Адаптивне пошарове розсічення 3D-моделі виробу.

Тема 4. Технологічна підготовка адитивного виробництва складних виробів

Підготовка моделей промислових виробів для адитивного виробництва. Структурна оборотна декомпозиція виробів. Визначення орієнтації виробів. Аналіз розподілу матеріалу 3D-моделей виробів. Раціональне розміщення композиції моделей у робочому просторі установки. Розміщення композиції 3D-моделей виробів після їх декомпозиції у робочому просторі установки.

Теми практичних занять

Тема 1. Комплексна технологічна підготовка адитивного виготовлення групи виробів

Підготовка моделей промислових виробів для адитивного виробництва. Структурна оборотна декомпозиція виробів. Визначення орієнтації виробів. Аналіз розподілу матеріалу 3D-моделей виробів. Раціональне розміщення композиції моделей у робочому просторі установки. Розміщення композиції 3D-моделей виробів після їх декомпозиції у робочому просторі установки.

Тема 2. Адаптивне пошарове розсічення 3D-моделі виробу стосовно FDM-методу (3D-принтерів)

Тема 3. Статистичний пошаровий аналіз величин відхилень від правильної форми поверхні.

Теми лабораторних робіт

Самостійна робота

Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних (лабораторних) занять.

Література та навчальні матеріали

- 1.Гаращенко Я. М. Удосконалення технологічної підготовки адитивного виробництва складних виробів: монографія / Я. М. Гаращенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 388 с.
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/64322>.
- 2.Гаращенко Я.М. Адаптивне пошарове розділення 3D моделі виробу в адитивних технологіях / Я.М. Гаращенко // Вісник ЖДТУ. 2018. № 1 (81). – С. 17-24. – DOI: 10.26642/tn-2018-1(81)-17-24.
- 3.Гаращенко Я.М. Візуальна оцінка можливості раціональної орієнтації виробу при пошаровій побудові на установках адитивних технологій / Я.М. Гаращенко // Вісник ЖДТУ. Серія: Технічні науки. - Житомир: ЖДТУ, Том 1, № 2(80), 2017. - С. 3-10. - DOI: 10.26642/tn-2017-2(80)-3-10.
- 4.Гаращенко Я.М. Раціональне розташування за методом Монте-Карло 3D-моделей виробів у робочому просторі установки пошарової побудови / Я.М. Гаращенко, Н.В. Зубкова // Вісник ЖДТУ. Прикладна механіка. № 1 (85). – 2020. – С. 46-52. – DOI: 10.26642/ten-2020-1(85)-46-52.
- 5.Garashchenko Y, Fedorovich V, Ostroverkh Y, Dašić P, Anđelković M, Onalla H. Statistical Analysis of Deviations from the Correct Shape of Surface Depending on Product Orientation in Workspace of Additive Machine. Machines. 2023; 11(3):348. <https://doi.org/10.3390/machines11030348>.

6. Garashchenko Y. Adaptive slicing in the additive manufacturing process using the statistical layered analysis / Y. Garashchenko, N. Zubkova // *Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. – 2020. – P. 253-263. – DOI: 10.1007/978-3-030-50794-7_25.
7. Garashchenko Y. Comparative accuracy analysis of triangulated surface models of a fossil skull digitized with various optic devices / Y. Garashchenko, I. Kogan, M. Rucki // *Metrology and Measurement Systems*, Vol. 29 (2022), No. 1. 15 p. - <https://metrology.wat.edu.pl/earlyaccess/29/1/MMS-01217-2021-03-Early-Access.pdf>. - DOI: 10.24425/mms.2022.138547.
8. Garashchenko Y. Estimation of complexity of field contours of layer building with the use of cell method of determining the fractal dimension / Y. Garashchenko // *Acta Mechanica Slovaca* 2018, 22(2). P. 16-23 – <https://www.actamechanica.sk/magno/ams/2018/mn2.php>. - DOI: 10.21496/ams.2018.012.
9. Garashchenko Y. Evaluation of geometrical complexity of products based on the analysis of triangulated models / Y. Garashchenko // *Fiabilitate si Durabilitate - Fiability & Durability*. No 1. 2017. - Editura "Academica Brancusi", Targu Jiu - P. 184-190.
10. Garashchenko Y. Evaluation of manufacturability for the effective decomposition of product when layered build / Y. Garashchenko // *Annals of the „Constantin Brancusi” University of Targu Jiu, Engineering Series*, No. 3/2017. – pp. 94-99.
11. Garashchenko Y. Evaluation of performance efficiency of packing a group of products in the workplace of additive machine using a genetic algorithm / Y. Garashchenko // *Cutting and Tools in Technological Systems*. № 96. – 2022. – P. 14-21. – DOI: 10.20998/2078-7405.2022.96.02.
12. Garashchenko Y. Evaluation of the Fidelity of Additively Manufactured 3D Models of a Fossil Skull / M. Rucki, Y. Garashchenko, I. Kogan, T. Ryba // *Advances in Manufacturing III. Manufacturing 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. – 2022. - P. 36-47. DOI: 10.1007/978-3-031-03925-6_4.
13. Garashchenko Y. Evaluation of the forecasted efficiency of performance of rational orientation of the product in the workspace of additive installations / Y. Garashchenko, N. Zubkova // *Cutting & Tools in Technological System*, No. 94. – 2021. – P. 142-150. – DOI: 10.20998/2078-7405.2021.94.16.
14. Garashchenko Y. Influence of determination accuracy of the build step on the efficiency of adaptive slicing group of products for layered manufacturing / Y. Garashchenko, O. Harashchenko // *Cutting and Tools in Technological Systems*. № 97. – 2022. – P. 164-172. – DOI: 10.20998/2078-7405.2022.97.15.
15. Garashchenko Y. Metrological analysis of additively manufactured copies of a fossil skull / M. Rucki, Y. Garashchenko, I. Kogan, T. Ryba // *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, Article number: e143827. Vol. 70(6). – 2022. – P. 1-10. – DOI: 10.24425/bpasts.2022.143827.
16. Garashchenko Y. Packing 3D-Models of Products in Build Space of Additive Manufacturing Machine by Genetic Algorithm / Y. Garashchenko, J. Vitiазiev, I. Grimzin // *Advanced Manufacturing Processes III. InterPartner 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. – 2022. – P. 67-77. – DOI: 10.1007/978-3-030-91327-4_7.
17. Garashchenko Y. Part decomposition efficiency expectation evaluation in additive manufacturing process planning / Y. Garashchenko, M. Rucki // *International Journal of Production Research*. – 2021. – 14 p. – DOI: 10.1080/00207543.2020.1824084.
18. Garashchenko Y. The Efficiency of Adaptive Slicing Group of Rationally Oriented Products for Layered Manufacturing / Y. Garashchenko, P. Dasic // *Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. – 2023. – P. 98-108. – DOI: 10.1007/978-3-031-16651-8_10.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Контролі здійснюються відповідно до вивчення навчального матеріалу за результатами виконання тестових завдань з можливістю отримання до 25 балів.

Виконання індивідуального завдання оцінюється за визначеною кількістю балів (до 25 балів).

Всього три індивідуальних завдань.

Заключний контроль знань здійснюється у формі екзамену в термін, встановлений графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеного робочою програмою навчальної дисципліни. Підсумкова оцінка підраховується на основі отриманої суми балів.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

14.08.2023

Завідувач кафедри
Олександр ШЕЛКОВИЙ

Дата погодження, підпис

14.08.2023

Гарант ОП
Олександр ШЕЛКОВИЙ

Дата погодження, підпис