

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСИ 3D ДРУКУ

м. Кропивницький - 2021

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
Рік викладання	2021-2022 навчальний рік
Викладач	Єрємін Павло Миколайович, кандидат технічних наук, ст. викладач, http://mvs.kntu.kr.ua/staff.html
Контактний телефон	(0522)-390-558 – викладацька кафедри машинобудування, мехатроніки і робототехніки, к. 235, робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰
Е-mail:	p24124@gmail.com
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій четвер з 11 ⁵⁰ до 13 ¹⁰ та п'ятниця з 8 ³⁰ до 9 ²⁰ <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰

2. Анотація до дисципліни

Дисципліна «Обладнання та процеси 3D друку» є базовою для набуття здобувачами навичок та знань з сучасних генеративних і гібридних технологій, способів їх реалізації, принципу дії та устрою обладнання 3D друку та гібридних технологій. Представлені зразки сучасної друкуючої та допоміжної техніки із застосуванням мікропроцесорів і мікро-ЕОМ, які застосовуються для створення моделей, програмування керуючих програм та 3D друку різноманітних фізичних моделей та деталей із пластику.

3. Мета і завдання дисципліни

Метою даної дисципліни є отримання теоретичних знань з сучасних генеративних і гібридних технологій, способів їх реалізації, принципу дії та устрою обладнання 3D друку та гібридних технологій, практичних навичок з моделювання і 3D друку на прикладі технології наплавлення (FDM).

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є знання:

- сутність та рівні генеративних технологій;
- способи 3D друку металевих і неметалевих виробів;
- особливості конструкції 3D принтерів для технології FDM;
- системи управління FDM принтерів;
- програмне забезпечення FDM принтерів;
- програмне забезпечення для генерації G-коду;

вміння:

- отримувати 3D модель виробу з підготовкою її до друку;
- пошарово перетворювати 3D модель у траєкторію (G-код);
- керувати 3D принтером в ручному режимі;
- отримувати заданий виріб за допомогою 3D принтера в автоматичному режимі.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи із лабораторними роботами.

Формат *очний* (Face to face) та *змішаний* (blended) - курс, що має супровід в системі Moodle

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні компетентності:

соціальні навички (soft-skills):

1 - здатність до саморозвитку і самовдосконалення протягом життя, відповідальність за навчання інших.

загальні:

1 - здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

2 - здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

3 - здатність генерувати нові ідеї (креативність).

4 - здатність приймати обґрунтовані рішення.

5 - здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

фахові (special-skills):

1 - здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

2 - здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

3 - здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Програмні результати вивчення дисципліни:

1 - знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

2 - знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

3 - знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

4 - здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

5 - аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	7 семестр
Кількість кредитів / годин	3 / 90
Кількість змістових модулів	2
Нормативна / вибіркова	Вибіркова
лекції	14
лабораторні	14
самостійна робота	62
Вид підсумкового контролю:	Залік

7. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Вища математика», «Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка», «Промислова робототехніка», «3D моделювання та САПР».

8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання

Оскільки при вивченні дисципліни використовуються інформаційні технології навчання, система дистанційної освіти Moodle, бажано мати комп'ютерну техніку (з виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами, виконання тестових завдань в системі дистанційної освіти та підготовки (друку) рефератів і самостійних робіт, 3D-принтер.

9. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL:

<http://www.kntu.kr.ua/doc/Кодекс%20академічної%20доброчесності.pdf>

Відвідування занять

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і практичні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ; Положення про рубіжний контроль успішності та сесійну атестацію здобувачів вищої освіти ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

10. Навчально-методична карта дисципліни

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль I.							
Тиж. 1 (за розкладом) 2 год.	Тема 1. Генеративні технології і їх місце в створенні продукту. Рівні генеративних технологій Визначення генеративних технологій, їх особливості та застосування у сучасному виробництві. Генеративні технології макрорівня, мікрорівня, нанорівня.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	4 бала	Самостійна робота до 1 тижня
Тиж. 2 (за розкладом) 2 год.	Тема 1. Управління 3D принтером в ручному режимі	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	2	Самостійно опрацювати літературу	4 бала	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 3 (за розкладом) 2 год.	Тема 2. 3D друк металевих виробів. DMD - пряме нанесення металу. 3DW - тривимірне наплавлення. BPM - виготовлення з використанням балістики часток. SLS - вибіркве лазерне спікання.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	4 бала	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж. 4 (за розкладом) 2 год.	Тема 2. Перетворення 3D моделі у форматі STL на траєкторію	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	2	Самостійно опрацювати літературу	4 бала	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж. 5 (за розкладом) 2 год.	Тема 3. 3D друк неметалевих виробів SLA - лазерна стереолітографія. FDM - моделювання оплавленням. GPD - осадження з газової фази. HIS - ствердіння за допомогою голографічної інтерференції. LENS - формування за допомогою лазерної інженерної мережі. LOM - виготовлення шаруватих об'єктів. MJM – багатоструменеве відтворення. MJS - отвердіння багатофазного струменю. RMPD – швидке виготовлення мікровиробів. SGC - ствердіння щільної основи. TDP - тривимірний друк.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	4 бала	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 6	Змістовий контроль № 1	Тест	Тест	Тестові завдання	Виконати тестове завдання 2 год.	10 балів	Тиж. 6

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Максимальна кількість балів за змістовим модулем I						30 балів	
Змістовий модуль II.							
Тиж. 7 (за розкладом) 2 год.	Тема 3. Моделювання і 3D друк заповнених виробів	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	2	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год.	Тема 4. Особливості конструкції 3D принтерів для технології FDM Основні складові принтерів. Види і конструкції екструдерів. Принтери традиційної та паралельної кінематичної структури.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 9 (за розкладом) 2 год.	Тема 4. Моделювання і 3D друк тонкостінних виробів	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	2	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 10 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Системи управління FDM принтерів Електронні компоненти. Прошивка: Repetier Firmware, Marlin.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 10 тижня
Тиж. 11 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Друк еталонного зразка 3D моделі та вимірювання похибки контрольних розмірів	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Презентація	2	Самостійно опрацювати літературу	2 бала	Самостійна робота до 11 тижня
Тиж. 12 (за розкладом) 2 год.	Тема 6. Програмне забезпечення FDM принтерів. Програмне забезпечення 3D друку. RepetierHost, ReplicatorG. Основні функції та можливості.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 13 (за розкладом) 2 год.	Тема 7. Програмне забезпечення для генерації G-коду. Принципи перетворення 3D моделей у траєкторії. Slic3r, Cura, KISSlicer. Основні налаштування.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1,3,4	Самостійно опрацювати літературу	3 бала	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж. 14	Змістовий контроль № 2	Тест	Тест	Тестові завдання	Виконати тестове завдання 2 год.	10 балів	Тиж. 14
Максимальна кількість балів за змістовим модулем II						30 балів	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, рубіжний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Модельовання технічних систем» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг здобувача із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи (засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання практичних та індивідуальних завдань), для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації (іспит) – 40 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Контрольно-вимірювальні системи виробництва»

T1	T2	T3	T4	T5	ЗК1	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	ЗК2	Екзамен	Сума
4	4	4	4	4	10	3	3	3	3	2	3	3	10	40	100

Примітка: T1, T2,...,T12 – тема програми, ЗК1, ЗК2 – підсумковий змістовий контроль

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

За системою ЦНТУ	За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення щодо засвоєння здобувачем дисципліни
90-100	A	5 (відмінно)	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому. Брав участь в олімпіадах, конкурсах, конференціях.
82-89	B	4 (дуже добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому.
74-81	C	4 (добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому виконав не повністю.
64-73	D	3 (задовільно)	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми рубіжного контролю не виконав.
60-63	E	3 (достатньо)	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому
0-60	Fx, F	2 (незадовільно)	Не засвоїв більшості тем навчальної програми, не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та рубіжного контролю в цілому.

12. Рекомендована література

Базова

1. Обладнання 3D друку та гібридних технологій: конспект лекцій для підготовки магістрів спеціальності 8.05050301 «Металорізальні верстати та системи» // Укладач: А.М. Кириченко. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 38 с.
2. Обладнання 3D друку та гібридних технологій. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної форми навчання спеціальності 8.05050301 «Металорізальні верстати та системи» // Укладач: А.М. Кириченко. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 28 с.
3. Интегрированные генеративные технологии : учеб. пособие / А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок [и др.] ; под ред. А.И. Грабченко. – Харьков : НТУУ «ХПИ», 2011. – 396 с. – На рус. яз.
4. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей: Навч. посібник. – Х.: НТУ «ХПИ», 2009. – 86 с.

Допоміжна

1. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні : Підручник для студентів вищих навчальних закладів / А. І. Грабченко, М. В. Везуб, Ю. М. Внуков, П. П. Мельничук, Г. М. Виговський / За редакцією А. І. Грабченка. – Житомир: ЖДТУ, 2003. – 415 с.

Інформаційні ресурси

1. RepRap – RepRap Wiki. Адреса доступу <http://reprap.org/wiki/RepRap/>
2. Slic3r – G-code generator for 3D printers. Адреса доступу: <http://slic3r.org/>
3. Repetier software. Адреса доступу: <http://www.repetier.com/>