

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3D друк та адитивні технології

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія, 171 Електроніка, 014 Середня освіта (фізика та математика), 105 Прикладна фізика та наноматеріали, 104 Фізика та астрономія, 132 Інженерне матеріалознавство

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від “30” червня 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 рік

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	3D друк та адитивні технології
Рівень вищої освіти	Перший бакалаврський рівень вищої освіти
Викладач (-і)	доцент, кандидат фізико-математичних наук Дзундза Богдан Степанович
Контактний телефон викладача	0342596007
Е-mail викладача	bohdan.dzundza@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	3 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
2. Анотація до курсу	
<p>Дисципліна «3D друк та адитивні технології» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «бакалавр», і може бути цікава широкому колу слухачів технічних і споріднених спеціальностей. Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких та загальних компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні концепції, методи і засоби тривимірного моделювання, засоби підготовки моделей до виготовлення за допомогою сучасних адитивних технологій, особливості 3D-друку, конструкції сучасних 3D принтерів.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни «3D друк та адитивні технології» складений незалежно від попередньої підготовки на тій чи іншій освітній програмі.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою вивчення навчальної дисципліни «3D друк та адитивні технології» є вивчення студентами принципів та методів тривимірного моделювання, засоби підготовки моделей до виготовлення за допомогою сучасних адитивних технологій, особливостей 3D-друку. Особлива увага приділяється розвитку практичних навиків роботи з сучасними засобами побудови тривимірних моделей та їх підготовки до 3D друку.</p> <p>Завдання: вивчення принципів та методів тривимірного моделювання, засоби підготовки моделей до виготовлення за допомогою сучасних адитивних технологій, особливостей 3D-друку.</p> <p>Для цього в курсі викладаються наступні питання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчаються особливості моделювання для оптимізації подальшого 3D-друку моделі - техніка підготовки моделі до друку - вивчаються особливості та межі застосування сучасних адитивних технологій - вивчаються питання забезпечення безпеки. <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особливості моделювання для подальшого виробництва адитивними методами; - особливості та принципи дії програмних пакетів САПР, слайсерів та САМ процесорів; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - користуватись методами проектування тривимірних моделей на практиці; - використовувати системи 3D друку для виготовлення прототипів та функціональні деталей; - самостійно розробляти моделі та проводити їх підготовку до виробництва; 	

- використовувати нові досягнення в розвитку обчислювальної техніки для автоматизованого проектування.

4. Компетентності

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.
 Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
 Здатність проектувати тривимірні моделі з урахуванням цілей та обмежень адитивних технологій.

5. Результати навчання

Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.
 Розробляти і реалізовувати проекти у сфері тривимірного моделювання та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.
 Вміти працювати у складі колективу (групи) дослідників та розробників, координувати дії та результати, відповідати за вчасне, якісне та ефективне виконання розділів та етапів роботи.
 Проектувати тривимірні моделі та проводити їх підготовку до виробництва за допомогою сучасних адитивних технологій. Працювати з програмним забезпеченням сучасних слайсерів.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	14
семінарські заняття / практичні / лабораторні	16
самостійна робота	60

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибіркового
4		2	вибірковий

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Кількість годин	Термін виконання
------------	---------------	------------	-----------------	------------------

Змістовий модуль 1. Адитивні технології

Тема 1. Сучасні адитивні технології та 3D-друк. Історія розвитку адитивних технологій. Основні технології 3D друку Огляд досягнень у сфері 3D-друку за останні роки. Адитивні технології та сфера їх застосування	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Тема 2. Найпоширеніші адитивні технології. Матеріали для друку Найпоширеніші адитивні технології та відповідне обладнання Полімерні матеріали. Композити. Металовмісні матеріали	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Тема 3. Робота з 3D моделями Програмне забезпечення для тривимірного моделювання.	лекція	1-4	2	Згідно розкладу

Ресурси з готовими моделями. Редагування 3D моделей.				
Тема 4. Підготовка 3D моделей до друку. Слайсери. САМ процесори. Особливості розміщення моделі. Підтримки.	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Тема 5. Налаштування друку та підготовка принтера. Керуюча програма або G-code. Основні параметри друку. Підготовка принтера. Типові помилки під час друку.	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Тема 6. Конструкції та кінематики сучасних принтерів. Конструкція та принцип роботи MDF принтера. Кінематики MDF принтера. Конструкція SLA принтерів. Електроніка керування сучасних принтерів.	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Тема 7. 3D сканування. Фотограмметрія Будова і принцип роботи 3D сканерів. Фотограмметрія	лекція	1-4	2	Згідно розкладу
Всього				
Лабораторні роботи				
Тема 1-2. Розробка тривимірних моделей для друку на FDM принтері.	Лаб. робота	1-9	4	Згідно розкладу
Тема 2. Побудова складання з кількох деталей.	Лаб. робота	1-9	4	Згідно розкладу
Тема 3. Проектування корпусу приладу для 3D друку.	Лаб. робота	1-9	4	Згідно розкладу
Тема 4. Підготовка моделі до 3D – друку на FDM принтері.	Лаб. робота	1-9	2	Згідно розкладу
Тема 5. Налаштування 3D принтера та друк розробленої моделі.	Лаб. робота	1-9	2	Згідно розкладу
			16	
Самостійна робота студентів				
Тема 1. Порівняння можливостей різних слайсерів.	Само-стійна робота	1-9	12	Впродовж семестру
Тема 2. Редагування готових моделей в форматі STL.	Само-стійна робота	1-9	12	Впродовж семестру
Тема 3. Аналіз міцності моделей при різних орієнтаціях і режимах друку.	Само-стійна робота	1-9	12	Впродовж семестру
Тема 4. Застосування 3D друку в медицині	Само-стійна робота	1-9	12	Впродовж семестру
Тема 5. Особливості фотополімерних	Само-	1-9	10	Впродовж

адетивних технологій	стійна робота			семестру
Контроль самостійної роботи			2	Згідно розкладу
Підсумковий контроль (залік)			100	

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену.</p> <p><i>Залік</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th> <th rowspan="2">Оцінка ECTS</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th>для екзамену, курсового проекту (роботи), практики</th> <th>для заліку</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 – 100</td> <td>A</td> <td>відмінно</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>80 – 89</td> <td>B</td> <td rowspan="3">добре</td> </tr> <tr> <td>70 – 79</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>60 – 69</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>50 – 59</td> <td>E</td> <td>задовільно</td> </tr> <tr> <td>26 – 49</td> <td>FX</td> <td>незадовільно з можливістю повторного складання</td> <td>не зараховано з можливістю повторного складання</td> </tr> <tr> <td>0-25</td> <td>F</td> <td>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням</td> <td>не зараховано з обов'язковим повторним вивченням</td> </tr> </tbody> </table>	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку	90 – 100	A	відмінно	зараховано	80 – 89	B	добре	70 – 79	C	60 – 69	D	50 – 59	E	задовільно	26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання	0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS			Оцінка за національною шкалою																								
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку																									
90 – 100	A	відмінно	зараховано																									
80 – 89	B	добре																										
70 – 79	C																											
60 – 69	D																											
50 – 59	E	задовільно																										
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання																									
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням																									

			дисципліни	дисципліни
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота виконується у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді. Кількість тестових завдань – 25.			
Практичні/лабораторні заняття	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли в студентів у процесі підготовки до заняття. Зазвичай з кожної теми лекційного курсу на практичні заняття виносять індивідуалізовані теми комплексного характеру, які дають змогу студенту ширше застосувати здобуті знання та підготуватися до самостійного виконання домашнього завдання.</p> <p>Для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу студенти виконують тестові завдання.</p> <p>До початку лабораторної роботи студент має отримати допуск на основі усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен студент отримує інструкцію до виконня. Після завершення роботи студент оформляє і захищає звіт з результатами роботи.</p>			
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Студент допускається до складання заліку, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Також є можливість перезарахування результатів навчання в інших закладах вищої освіти чи результатів неформальної освіти згідно Положення про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника" (затверджено вченою радою університету 27.11.2019 р. протокол № 10 та введено в дію наказом ректора № 819 від 29.11.2019 р.).</p> <p>Студент не допускається до складання заліку, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні заліку викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p>			
8. Політика курсу				
<p>Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.</p> <p>Пропущена лекція відпрацьовується студентом самостійно, як короткий конспект за</p>				

темою заняття.

Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.

У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ВНЗ.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

9. Рекомендована література

Базова

1. 3D друк в умовах біомедичного використання [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «3D друк в умовах біомедичного використання» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Б. В. Єфременко. - Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2019. - 56 с.
2. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей: Навч. посібник. - Х.: НТУ "ХПІ", 2009. - 86 с.
3. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с
1. 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing, Andreas Gebhardt, Julia Kessler, Laura Thurn, Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2018. - 204 p.
2. 3D Printing: Technology, Applications, and Selection, Rafiq Noorani, CRC Press, 2017. - 271 p.
3. Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies, David Ian Wimpenny, Pulak M. Pandey, L. Jyothish Kumar, Springer, 2016. - 186 p.
4. Mandrycky c. Et al. 3D bioprinting for engineering complex tissues //biotechnology advances. - 2016. - т. 34. - №. 4. - с. 422-434.
5. Трьохмірне моделювання у програмі SolidWORK. Методичні вказівки та інструкція до виконання індивідуальних контрольних робіт. // Шпак Я.В., Ланець О.С., Гурський В.М. – Львів: Рукопис, 2011. – 30 с.
6. Комп'ютерне проектування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 152 с.

Допоміжна

7. О. М. Гречко Сучасні адитивні технології та 3D-друк. Огляд останніх досягнень в різних сферах людського життя // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика, № 1 2019.
8. Мастенко І. В., Стельмах Н. В. Поліпшення механічних властивостей друкованих деталей. - 2018.
9. Griffey, Jason. 3-D The types of 3-D printing / Library Technology Reports, 2017

Викладач _____ Дзундза Б.С.