

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



Фізико-технічний факультет

Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Адитивні технології	
<u>Освітня програма</u>	«Комп'ютерна фізика»
<u>Спеціальність</u>	104 Фізика та астрономія
<u>Галузь знань</u>	10 Природничі науки

Затверджено на засіданні
кафедри матеріалознавства
і новітніх технологій
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика навчальної дисципліни

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Адитивні технології
Освітня програма	Комп'ютерна фізика
Спеціалізація (за наявності)	
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Галузь знань	10 Природничі науки
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	вибіркова
Курс / семестр	4/7
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 14 год. Практичні заняття – 16 год. Самостійна робота – 60 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	www.d-learn.pnu.edu.ua https://test-d-learn.pnu.edu.ua/

2. Опис дисципліни

Мета та цілі дисципліни
Мета вивчення дисципліни: отримання студентом знань про особливості адитивних технологій, умінь спрямованих на створення прототипів, деталей та виробів, навичок обрання технології друку та матеріалів для виконання певної задачі та створення прототипу з заданими характеристиками.
Компетентності
ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. К02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях. К03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. К04. Здатність бути критичним і самокритичним. К05. Здатність приймати обґрунтовані рішення. К07. Навички здійснення безпечної діяльності. К08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. К09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. К10. Прагнення до збереження навколишнього середовища. К14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. К15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і

досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

К16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури;

К17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефаківців.

К18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

К19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

К20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

К21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

К22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

К23. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

К24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

К26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

К27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

К28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

К31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

Програмні результати навчання

ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПР10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.

ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

3. Структура дисципліни

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1.	Термінологія. Історичні передумови появи адитивних технологій та історія зародження адитивних технологій. Адитивні технології - як третя промислова революція. Класифікація методів адитивного виробництва, порівняльний аналіз базових способів виробництва. Основні принципи адитивних технологій. Теоретичні основи виробництва виробів методом пошарового синтезу. Порівняння адитивних та субтрактивних технологій. Аналіз ринку.	Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
2	Особливості матеріалів, що використовуються в адитивних технологіях. Органічні та неорганічні полімери. Полімерні композиційні матеріали. Структура, властивості Полімерні композиційні матеріали: склад, структура, властивості. Поліконденсація. Фізичні властивості полімерних композиційних матеріалів. Фазові та фізичні стани полімерів. Зміни стану полімерних композиційних матеріалів. Фізико-хімічні механізми деструкція полімерів та композиційних матеріалів	Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
3	Технології адитивного виробництва виробів з металів. Порошкова металургія в 3D друці. Композиційні матеріали на неорганічній основі. Особливості фізико-хімічних ефектів на межі розподілу фаз. Лазерне спікання. Приклади використання композиційних матеріалів для	Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

	вирішення конкретних технологічних завдань	практичні результати, роботи висновки.	
4	<p>Класифікація технологій адитивного виробництва, основні принципи технологічного процесу: - FDM (Fused Deposition Modelling) -метод пошарового плавлення; -SLA (Stereolithography), DLP (Digital Light Processing) - стереолітографія; - CJP (ColorJet Printing), Binder Jetting-склеювання порошкового матеріалу; -SLS (Selective laser sintering) - селективне лазерне спікання; -SLM (Selective Laser Melting) - селективне вибіркве лазерне плавлення; Фізичні основи SLM і SLS методів. Реологія і макрокінетика спікання. Формування структури і властивостей виробів, одержуваних методами SLS, SLM. - SHS (Selective heating sintering) - селективне теплове спікання; -DMT (DIRECT METAL TOOLING); -SDL (Selective deposition lamination) - селективне пресування та інші;</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
5	<p>Підготовка виробничого процесу: програмне забезпечення, створення 3D моделі об'єкта, 3Dсканування. Вимоги до комп'ютерних моделей, призначених для виробництва на установках пошарового синтезу. Методи створення і коригування комп'ютерних моделей.. Технологія проектування корпусних деталей за допомогою хмарних систем проектування. Універсальне програмне забезпечення для роботи з різними типами друку.</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

6	<p>Типове обладнання яке застосовується при адитивних технологіях. Загальна схема адитивного виробництва, особливості адитивного виробництва при реверсінжинірингу.</p> <p>3D сканер. Принцип роботи 3D сканеру. Будова 3D-сканерів. Ознайомлення з основами, управління і налаштування 3Dсканерів.</p> <p>Переваги. Контактні і безконтактні сканери.</p> <p>Технології сканування.</p> <p>Області застосування.</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.</p> <p>Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.</p> <p>Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
5	<p>Технологія друку FDM, види матеріалів, їх використання.</p> <p>Програмне забезпечення підготовки моделі для друку за технологією FDM.</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.</p> <p>Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.</p> <p>Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
6	<p>Технологія друку DLP, види матеріалів, їх використання.</p> <p>Програмне забезпечення підготовки моделі для друку за технологією DLP (SLS).</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.</p> <p>Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.</p> <p>Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання
7	<p>Специфічні види адитивних технологій. Використання технологій в медичному та аерокосмічному виробництві.</p>	<p>Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.</p> <p>Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для практичних занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

		застосованих методів. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	
8	Методи та технології постобробки деталей після друку. Міцнісні характеристики деталей отриманих шляхом 3D друку		<ul style="list-style-type: none"> • Тестові завдання • Завдання для індивідуальної роботи • Завдання для семінарських занять • Завдання для самостійної роботи • Контрольні запитання

Лабораторні роботи

1. Проектування виробів в хмарних САПР. Он-лайн модулі підготовки друку. (2 год.)
2. Конфігурування ПЗ 3D принтера. (2 год.)
3. Підготовка моделей до друку за технологією FDM. (4 год.)
4. Підготовка моделей до друку за технологією DLP. (2 год.)
5. Специфічні методи друку за технологією FDM. (2 год.)
6. Постобробка деталей після друку. (2 год.)

Самостійна робота

- Друк нестандартними пластиками за технологією FDM (15 год.).
- Види та типи полімерних смол для виробничих потреб за технологією DLP (15 год.).
- Методика отримання відливок з полімерів з використанням багаторазових форм (15 год.).
- Методика налаштування ПЗ для підготовки моделей до 3D друку (16 год.)

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	10
Практичні заняття	70
Самостійна робота	10
Індивідуальне завдання	10
Залік	0
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

Види навчальної роботи	Навчальні тижні																Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	17		
Лекції	2		2		2		2		2								10
Практичні з-тя		10		10		10		10		10		10		10			70
Самостійна р-та															10		10
Індивідуальні завдання										5		5					10
Всього за тиждень	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	5	10	5	10	10		100

Примітка: не рекомендується на один тиждень планувати кілька форм контролю.

Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою:

- *90-100 балів* – Студент вільно володіє навчальним матеріалом; висловлює свої думки; творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань; комунікативні уміння та навички сформовані на високому рівні; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання і оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань.

- *70-89 балів* – Студент вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні граматичні помилки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці; за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдань.



- *50-69 балів* – Студент володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно; на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків; знайомий з основними поняттями навчального матеріалу; комунікативні уміння та навички сформовані частково; під час відповіді допускаються суттєві граматичні помилки; має елементарні нестійкі навички виконання завдань; планує та виконує частину завдань за допомогою викладача.

- *Менше 50 балів* – У студента не сформовані комунікативні уміння та навички; студент допускає велику кількість граматичних помилок, що ускладнює розуміння; студент не володіє навчальним матеріалом; виконує лише елементарні завдання, потребує постійної допомоги викладача.

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	3D-принтер Ultimaker Мультимедіа (відеофайли, електронні ресурси унаочнень)
Література:	
Базова <ol style="list-style-type: none">1. Манжілевський, О. Д. М86 Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.2. Онофрейчук Н. В. Основи обробки та програмування на верстатах з числовим програмним керуванням : підруч. / Н.В.Онофрейчук. — Львів : Світ, 2019. — 352 с.3. О.В.Барабанов Системи автоматизованого проектування в радіоелектроніці: підручник. К. : Вид.-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 137 с4. 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing, Andreas Gebhardt, Julia Kessler, Laura Thurn, Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2018. – 204 p5. Лазерне сканування / методичний посібник. – К.: ЗАТ Наукововиробниче підприємство НАВГЕОКОМ, 2006.6. Слюсар, В.І. (2003). Фабер-технології. Новий засіб тривимірного моделювання. Електроніка: наука, технологія, бізнес. – 2003. – № 5. с. С. 54-60.7. 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.8. Пупань Л. І. Лазерні технології у машинобудуванні : навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХП», 2020. –109с.9. Дегтярьов І. М. Д 26 Прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання : навчальний посібник / І. М. Дегтярьов, А. О. Нешта, В. О. Колесник. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 256 с.	

7. Контактна інформація

Кафедра	https://kmint.pnu.edu.ua/
Викладач	Бойчук Володимира Михайлівна доктор фізико-математичних наук, професор
Контактна інформація викладача	 volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua  Персональна сторінка викладача на сайті кафедри
Політика курсу	
Академічна доброчесність	<p>Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Наказ №530 від 27.09.2022 р. “Про введення в дію нової редакції Кодексу честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника” ➤ Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у навчальній та науково дослідній роботі студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника . ➤ Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника ➤ Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника . ➤ Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника . ➤ Лист МОН України “До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності”. <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/polozhennia-pro-zapobihannia-plahiatu/</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	Можливість і порядок відпрацювання пропущених студентом занять регламентується Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів вищої освіти ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім.

	<p>Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.)</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	<p>У разі виконання завдання студентом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання - «незадовільно», відповідно до «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.)</p> <p>Ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Додаткові бали	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання індивідуальних завдань, попередньо узгоджених з викладачем. Перелік індивідуальних завдань міститься у навчальній програмі до курсу.</p> <p>Також за рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.)</p>
Неформальна освіта	<p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника (Редакція 3) (введено в дію наказом ректора № 672 від 24.11.2022 р.) https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>