

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретичної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

в.о. декана фізичного факультету

_____ Володимир ЛАЗУР

« _____ » _____ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«3D-моделювання»

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Предметна спеціальність

Освітня програма

Статус дисципліни

Мова навчання

Бакалавр

17 Електроніка, автоматизація та електронні телекомунікації

172 Електронні комунікації та радіотехніка

Телекомунікації та радіотехніка

вибіркова

українська

Робоча програма навчальної дисципліни «**3D-моделювання**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **17 Електроніка, автоматизація та електронні телекомунікації** спеціальності **172 Електронні комунікації та радіотехніка** освітньої програми **Телекомунікації та радіотехніка**.

Розробник: Єлизавета НОДЬ, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики

протокол № ____ від «____» _____ 2025 р.

Завідувач кафедри _____ Мирослав КАРБОВАНЕЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № ____ від «____» _____ 2025 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Василь РУБИШ

© Нодь Є. А., 2025 р.
© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2025 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120	2-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання - 6: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3	3-й
	Лекції:
	30-год.
	Практичні (семінарські):
	- -год.
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:
	30 -год.
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	60-год.

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**3D-моделювання**» є поглиблення теоретичних і практичних знань здобувачів вищої освіти щодо сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій візуалізації та моделювання тримірних об'єктів, набуття вмінь використання комп'ютерного моделювання у вивченні складних природних явищ на практиці.

Вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ІК: Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
- ЗК1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК7: Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ФК1: Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
- ФК3: Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- ФК4: Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**3D-моделювання**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

ОК 5. Інформатика

ОК 12. Інженерна та комп'ютерна графіка

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти програмних результатів навчання (ПРН) відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності **172 Електронні комунікації та радіотехніка** та освітньої програми «**Телекомунікації та радіотехніка**»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних	ПРН 3

проблем у галузі професійної діяльності.	
Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.	ПРН 12

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «3D-моделювання»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти фізичні принципи освітлення та відтінків, що є базою для створення реалістичних сцен у 3D моделюванні, використовувати коректні джерела світла та тіні. Структурувати процес моделювання від початкового етапу до завершення проекту, розбиваючи його на зрозумілі етапи. Вміти обчислювати позиції, оберти та масштабувати об'єкти у 3D просторі. Візуалізація даних, отриманих із зовнішніх джерел (наприклад, сенсорів), у вигляді 3D-графіки.	ПРН 3
Вміти застосувати алгоритми для автоматичного зменшення кількості полігонів у моделях, зберігаючи їхню деталізацію та форму; застосувати методи оцінювання ефективності алгоритмів для оптимізації 3D моделей, що дозволяє забезпечити високу продуктивність програм; використати алгоритми для створення скриптів та макросів, що автоматизують повторювані завдання у 3D моделюванні, таких як генерація складних об'єктів або автоматичне застосування текстур. Створити анімацій, які демонструють принцип роботи радіотехнічного вузла (наприклад, передавача або фільтра).	ПРН 12

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності: стандартизовані тести, презентації результатів виконаних завдань та досліджень, захист лабораторних робіт;
- модульний контроль;
- підсумковий контроль;
- залік.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркоче усне опитування перед початком занять;

- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання лабораторних робіт;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: поточне оцінювання та виконання модульної контрольної роботи у письмовій формі, сумарний результати яких оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі заліку за результатами поточного контролю.

3 семестр

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	60	100
5	5	6	6	6	6	6		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	60	100
7	7	6	7	7	6		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	7	40	6	40
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом	8	100	7	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в письмовій (або електронній) формі. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

При визначенні оцінки за модуль враховуються результати модульного контрольного оцінювання та поточного контролю під час навчальних занять, результати лабораторних робіт, самостійної та індивідуальної роботи.

На виконання письмового компонента модульного контрольного оцінювання відводиться 2 академічних годин. Здобувач освіти, який не з'явився на модульний контроль, може пройти його додатково у визначений кафедрою термін.

Модульна контрольна робота містить теоретичну і практичну частини, оцінюється у 60 балів. Теоретична частина – 20 балів. Практична частина – 40 балів.

Підсумкова модульна оцінка з навчальної дисципліни визначається як середнє арифметичне результатів усіх модульних контролів та виставляється за 100-бальною шкалою, шкалою ЄКТС та національною шкалою.

Здобувач, який за результатами модульних контролів отримав від 0 до 34 балів, повинен до проведення підсумкового семестрового контролю покращити цю оцінку принаймні до показника не менше 35. Без такого покращення він до семестрового контролю не допускається.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «**3D-моделювання**» здійснюється у формі заліку. Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: "зараховано" або "незараховано". Підсумкова оцінка визначається наступними критеріями.

Оцінка "зараховано" – якщо студент достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу, викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

Оцінка "незараховано" – якщо студент викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчасті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Шкала ЄКТС	Диференційована шкала	Недиференційована шкала	Мін.бал- макс.бал
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре		82-89
C			74-81
D			64-73
E	Задовільно		60-63
Fx	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

Здобувач, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку "незараховано" (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

СЕМЕСТР 3

Модуль 1

Тема 1. *3D моделювання, види та особливості.* Історія розвитку та сфери застосування комп'ютерної графіки. Поняття про 3D моделювання. Сучасні 3D редактори. Види і загальні характеристики 3D редакторів. Класифікація програм тривимірної графіки.

Тема 2. *Загальні принципи створення твердотільних об'єктів.* Принципи створення тривимірних об'єктів. Основні операції створення тривимірних об'єктів. Ескізи та операції. Основні елементи тривимірної моделі. Створення основи деталі.

Тема 3. *Системи геометричного моделювання*

Типи систем моделювання. Каркасне моделювання: особливості та застосування. Поверхневе моделювання: замкнені та не замкнені оболонки; види та прийоми моделювання. Типи поверхонь при поверхневому моделюванні. Твердотільне моделювання: застосування, примітиви, булеві операції над примітивами. Функції твердотільного моделювання. Функції створення примітивів. Булеві операції. Замітання. Скіннінг. Скруглення або плавне сполучення. Підняття. Моделювання границь. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Моделювання кривих ліній і поверхонь. Гібридне та небагатообразне моделювання.

Тема 4. *Знайомство з інтерфейсом програми Tinkercad.* Створення простих та складних моделей та об'єктів. Знайомство з інтерфейсом та функціоналом програми. Переваги та недоліки Tinkercad. Створення простих фігур. Властивості об'єктів. Тестування, підготовка, конвертація та друк деталей, форм, об'єктів.

Тема 5. *Знайомство з інтерфейсом програми Blender.* Загальні питання. Виготовлення 3D моделі. Порівняння Blender з іншими програмними продуктами. Призначення Blender. Система вікон в Blender. Маніпуляції над об'єктами в Blender. Створення об'єктів.

Тема 6. *Робота з основними меш-об'єктами.* Розміщення об'єктів в 3D вікні. Точне розміщення 3D-курсора. Типи Меш-об'єктів. Використання віджетів трансформації. Режими редагування. Основні модифікації. Опції згладжування.

Тема 7. *Матеріали та текстура.* Основні налаштування матеріалу. Прозорі об'єкти. Налаштування опцій матеріалу. Основні налаштування текстури. Вбудовані у Blender текстури. Використання Jpeg в якості текстури. Карта зміщення.

Модуль 1

Тема 1. *Налаштування оточення, ламп і камер.* Налаштування вікна Рендера. Використання Кольори, Зірок і Туману. Створення 3D фону хмар. Використання зображень в якості фону. Види ламп та їх налаштування. Налаштування лампи. Налаштування Spot-лампи. Камери. Основні опції, інтерфейс та налаштування Рендера. Рендер зображення у форматі JPEG (.jpg). Створення відео файлу.

Тема 2. *Анімація у програмі Blender.*

Теорія анімації. Основи анімації у програмі Blender. Робота з Timeline. Налаштування анімації у Graph Editor. Рух об'єкту по кривих. Робота з NLA Editor.

Тема 3. *Анімація. Основи персонажної анімації у Blender.*

Створення та редагування «кісток». Ріггінг та анімація персонажа. Синхронізація, Рух, Обертання і Масштабування. Переміщення, обертання та масштабування. Перегляд анімації. Робота з вікном IPO. Автоматичне створення ключових кадрів (Keyframing). Анімація матеріалів, ламп та налаштування оточення. Опції анімації матеріалів. Опції анімації лампи. Опції анімації оточення. Основи NURBS і мета-поверхонь. Основи персонажної анімації у Blender. Використання NURBS для створення вигнутих форм (поверхонь). Створення 3D тунелей. Ефект рідини та капель з використанням метаформ.

Тема 4. *Модифікатори. Система частинок і їх взаємодія.* Модифікатор *Subsurf* (згладжування меш-об'єктів). Ефект побудови (Build). Дзеркальне відображення меш-об'єктів. Ефект Хвилі (Wave). Булеві операції (додавання і віднімання). Налаштування часток і вплив матеріалів. Панель Particle System. Панель Physics. Панель Visualization. Вплив матеріалу на частки. Взаємодія

частинок з об'єктами і силами. Зразки налаштувань частинок. Сніг. Вогонь. Простий феєрверк.

Тема 5. *Скріплення об'єктів методом батько-нащадок, робота з обмежувачами, арматура.* Метод зв'язку об'єктів "Батько-Нащадок" (Child-Parent). Огляд способів переміщення центральної точки об'єкту. Стеження за об'єктом. Меню обмежувачів. Рух по шляху і по кривій. Проходження по шляху. Використання кривих для створення поверхні об'єкта. Використання арматури для деформації меша. Анімація арматури. Створення груп вершин. Використання інверсної кінематики (ІК). Додаткові налаштування арматури.

Тема 6. *Слайсинг та підготовка до друку моделей.*

Друк трьохвимірних об'єктів. Види та особливості 3D друку. Будова та принцип роботи fdm принтерів. Слайсинг моделей. Особливості слайсингу в Cura. Вади при 3D друці, причини та методи боротьби з ними.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
3-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. 3D моделювання, види та особливості.	5	2				3
Тема 2. Загальні принципи створення твердотільних об'єктів.	7	2		2		3
Тема 3. Системи геометричного моделювання.	8	4				4
Тема 4. Знайомство з інтерфейсом програми Tinkercad. Створення простих та складних моделей та об'єктів.	10	2		4		4
Тема 5. Знайомство з інтерфейсом програми Blender.	11	2		4		5
Тема 6. Робота з основними меш-об'єктами.	9	2		2		5
Тема 7. Матеріали та текстура.	12	2		4		6
Разом за модуль	62	16		16		30
Модуль 2						
Тема 1. Налаштування оточення, ламп і камер. Налаштування вікна Рендера.	9	2		2		5
Тема 2. Анімація у програмі Blender.	9	2		2		5
Тема 3. Анімація. Основи персонажної анімації у Blender.	9	2		2		5
Тема 4. Модифікатори. Система частинок і їх взаємодія. Модифікатор Subsurf.	9	2		2		5
Тема 5. Скріплення об'єктів методом батько-нащадок, робота з обмежувачами,	11	2		4		5

<i>арматура.</i>					
Тема 6. Слайсинг та підготовка до друку моделей.	9	2		2	5
Модульна контрольна робота	2	2			
Разом за модуль	58	14		14	30
Разом за семестр	120	30		30	60
Разом	120	30		30	60

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Знайомство з галереями 3D об'єктів: Tinkercad, Thingiverse.	2
2	Створення першої моделі з простих форм. (Tinkercad)	2
3	Створення моделі з трансформацією простих форм. (Tinkercad).	2
4	Створення власної 3D моделі. (Tinkercad).	2
5	Знайомство з інтерфейсом програми (Blender). Робота з основними меш-об'єктами.	2
6	Створення простої моделі за аксонометричним зображенням. (Blender).	2
7	Створення сцени, елементи віртуальної реальності (Blender).	2
8	Ознайомлення студентів на практиці із базовими концепціями формування тривимірної поверхні у середовищах 3D графіки.	2
9	Використання інструментів для редагування полігональних поверхонь тривимірних шляхом модифікації просторових багатокутників, ребер та вершин.	2
10	Моделювання та текстурування простих об'єктів.	2
11	Моделювання та текстурування складних об'єктів.	
12	Анімація об'єктів.	2
13	Застосування модифікатори для створення та редагування тривимірних моделей у Blender.	2
14	Використання кривих для створення поверхні об'єкта. Рух по шляху і по кривих.	2
15	Слайсинг та підготовка до друку моделей.	2
	Разом	30

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	3D моделювання, види та особливості.	3
2	Загальні принципи створення твердотільних об'єктів.	3
3	Системи геометричного моделювання.	4
4	Знайомство з інтерфейсом програми Tinkercad. Створення простих та складних моделей та об'єктів.	4
5	Знайомство з інтерфейсом програми Blender.	5
6	Робота з основними меш-об'єктами.	5
7	Матеріали та текстура.	6
8	Налаштування оточення, ламп і камер. Налаштування вікна Рендера.	5
9	Анімація у програмі Blender.	5
10	Анімація. Основи персонажної анімації у Blender.	5
11	Модифікатори. Система частинок і їх взаємодія. Модифікатор Subsurf.	5
12	Скріплення об'єктів методом батько-нащадок, робота з обмежувачами, арматура.	5
13	Слайсинг та підготовка до друку моделей.	5
Разом		60

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби та обладнання: мультимедійний проектор, комп'ютер.
Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, веб-камери.
Програмне забезпечення: Blender, Tinkercad, MS Power Point.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Олтаржевський Д. О. Цифрові комунікації: навч. посіб. із дисципліни «Медіавиробництво: промоція». Київ : ННІЖ КНУ імені Тараса Шевченка, 2023. 120 с.
2. Засоби та технології створення візуальних ефектів та штучних об'єктів в кінематографії. Використання модифікаторів в програмному середовищі Blender: Комп'ютерний практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка»/Г. Г. Власюк; КПП ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 113 с
3. Blain J. M. The Complete Guide to Blender Graphics : Computer Modeling & Animation. 6 th ed. Natick, Massachusetts : A K Peters/CRC Press, 2020. 550 p.
4. Fundamentals of Character Design: How to Create Engaging Characters for Illustration, Animation & Visual Development. Worcester, UK : 3DTotal Publishing, 2020. 288 p.
5. Oscar Baechler, Xury Greer. Blender 3D By Example - Second Edition: A project-based guide to learning the latest Blender 3D, EEVEE rendering engine, and Grease Pencil 2nd ed. Edition, Publisher : Packt Publishing; 2nd ed. Edition, 2020. 658 p.
6. Jason van Gumster Blender For Dummies. Publisher : John Wiley & Sons, 2020. 640 p.
7. M.Eng. Johannes Wild. CAD Projects with Tinkercad | 3D Models Part 1: Learn how to create advanced 3D objects with Tinkercad in an easy way (Tinkercad for Beginners and Advanced). Publisher : Independently Published, 2023. 123 p.

Допоміжна література

1. Kohdas M., Kohdas A. From 3D modeling to 3D printing. Engineering and Educational Technologies, 2023, 11 (3). 66–78.
2. Dirksen J. Learn Three.js : Programming 3D animations and visualizations for the web with HTML5 and WebGL. 3 rd ed. Birmingham, UK : Packt Publishing, 2018. 528 p. 12

3. Губаренко Є. В. Створення графічних моделей та анімація : навч. посіб. / Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. Харків : ХНУРЕ, 2019. 179 с.
4. Українська анімація / за ред. Л. Брюховецької, А. Канівець. Київ : Фенікс, 2018. 261 с.
5. Обідник Д. Т. Комп'ютерна анімація : навч. посіб. / Вінниц. нац. техн. ун-т. Вінниця : ВНТУ, 2004. 123 с.
6. Обідник Д. Т., Обідник А. С. Лабораторний практикум з комп'ютерної анімації : навч. посіб. / МОН України. Вінниця : ВНТУ, 2004. 107 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://www.tinkercad.com/>
2. <https://www.blender.org/>
3. <https://www.artstation.com>