

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Металорізальні верстати та інструменти
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

Василь ГЛУШКО

«26»

08

2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВК Основи 3D моделювання в машинобудуванні
(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) будь яка

(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G9 Прикладна механіка, G11 Машинобудування (за спеціалізаціями), G12
Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код і найменування спеціальності)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти магістр

(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни Основи 3D моделювання в
машинобудуванні
(назва навчальної дисципліни)

спеціальност G9 Прикладна механіка, G11 Машинобудування (за спеціалізаціями), G12
Авіаційна та ракетно-космічна техніка,
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) будь яка.
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): _____
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
Михайло ФРОЛОВ, Зав. Кафедри «Металорізальні верстати та інструменти», к.т.н., доцент

Програма погоджена:

Завідувач кафедри

на якій виконується освітній компонент

Гарант освітньої програми

Михайло ФРОЛОВ

25.08. 2025

Михайло ФРОЛОВ

(і'мя прізвище)

25.08 2025

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «26» серпня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії

Василь ГЛУШКО

(і'мя прізвище)

2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Ступінь вищої освіти	Магістр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G9 Прикладна механіка, G11 Машинобудування (за спеціалізаціями), G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	3	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	1	1
Загальна кількість годин	90	
з них аудиторних:	32	6
лекції	16	4
практичні	-	-
лабораторні	16	2
семінарські	-	-
з них самостійної роботи:	58	84
Занять на тиждень на тиждень	1	3
Індивідуальні завдання		
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни «Основи 3D моделювання в машинобудуванні» полягає в ґрунтовному ознайомленні з теоретичними основами, зокрема математичними методами, комп'ютерного моделювання тривимірних (3-D) об'єктів, що органічно доповнює та розширює знання та практичні навички, які здобуваються (здобуті) на курсах «Комп'ютерні графічні системи», «Програмне забезпечення мехобробки в технологічних системах» та ін.

3. Завдання вивчення дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні отримати теоретичні знання з наступних напрямків:

- Основи та системи геометричного моделювання;
- Топологія;
- Однорідні координати та перетворення систем координат;
- Представлення кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні;
- Апроксимація кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні.

Сплайни;

- Варіаційні зв'язки та параметричне моделювання;

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: Вища математика (в тому числі вектори, матриці, математичний аналіз, аналітична та диференціальна геометрія); Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка; Інформатика; Інженерна графіка. Зазначені передумови важливі для формування цілісної освітньої програми та мають бути зрозумілі здобувачам освіти оскільки не є предметами, що розглядаються в курсі

Постреквізити: Дипломування

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- Критичне осмислення передових наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач і забезпечення сталого розвитку

Фахові компетентності:

- Здатність опановувати передові знання та практичні навички у виборі та використанні сучасних програмних засобів, включаючи графічні CAD/CAM системи, для моделювання та проектування ефективних конструкцій обладнання; розробки та формування раціонального технологічного та програмного забезпечення для його виробництва
- Здатність до розуміння основних математичних засад, що використовуються при створенні програмного забезпечення для комп'ютерного 3D моделювання об'єктів

Очікувані програмні результати навчання:

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі
- Знати і вміти підбирати та використовувати комп'ютерні графічні CAD/CAM системи та інші програмні засоби для вирішення практичних завдань по моделюванню та/або проектуванню обладнання та/або його частин; автоматизованому формуванню технологічних процесів механічної обробки а також програмного забезпечення, що забезпечують високу продуктивність механічної обробки та належну якість продукції
- Уміння виконувати каркасне, твердотільне та поверхневе моделювання деталей, формувати 3-D моделі виробів при виготовленні на верстатах з ЧПУ

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.1 Загальне поняття про топологію та геометричне моделювання

Тема 1. Вступ, вектори та матриці,

Тема 2. Основи геометричного 3D моделювання

Тема 3. Топологія оболонок

Тема 4. Системи геометричного моделювання

Змістовий модуль 2.1 Представлення кривих та поверхонь в системах 3D моделювання

Тема 5. Однорідні координати, перетворювання систем координат

Тема 6. Геометрія кривих та поверхонь

Тема 7. Представлення кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні

Тема 8. Апроксимація кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні.
Сплайни

Тема 9. Варіаційні зв'язки та параметричне моделювання

2. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1.1 Загальне поняття про топологію та геометричне моделювання												
Тема 1	9	1		2		6	9	0,5		0,2		8,3
Тема 2	11	2		2		7	11	0,5		0,3		10,2
Тема 3	14	3		2		9	14	0,5		0,3		13,2
Тема 4	11	2		2		7	11	0,5		0,2		10,3
Разом за змістовим модулем 1	45	8		8		29	45	2		1		42
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2.1 Представлення кривих та поверхонь в системах 3D моделювання												
Тема 5	6	1		1		4	6	0,2		0,2		5,6
Тема 6	6	1		1		4	6	0,3		0,2		5,5
Тема 7	14	3		2		9	14	0,5		0,2		13,3
Тема 8	11	2		2		7	11	0,5		0,2		10,3
Тема 9	8	1		2		5	8	0,5		0,2		7,3
Разом за змістовим модулем 1	45	8		8		29	45	2		1		42
Усього годин	90	16		16		58	90	4		2		84

3. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Тема 1. Вступ, вектори та матриці,	лекція	Основи геометричного моделювання. Використання матричної алгебри. Вектори
2	Тема 2. Основи геометричного 3D моделювання	лекція	Геометричні об'єкти та їх моделі. Репараметризація. Загальні функції.
3	Тема 3. Топологія оболонок	лекція	Топологія оболонок: терміни та визначення. Гомеоморфність. Топологічні об'єкти. Ейлерова характеристика. Зв'язність. Орієнтованість. Формула Ейлера-Пуанкаре
4	Тема 4. Системи геометричного моделювання	лекція	Типи систем моделювання. Каркасне, твердотільне, поверхневе. Булеві операції. Замітання, скінінг, спряження. Способи та послідовність поверхневого моделювання. Гібридне моделювання
5	Тема 5. Однорідні координати, перетворювання систем координат	лекція	Перетворення систем координат, однорідні координати. Трансляція, обертання, масштабування, відображення, обертання навколо осі, симетрія.
6	Тема 6. Геометрія кривих та поверхонь	лекція	Геометрія кривих ліній. Натуральна параметризація. Кривизна. Геометрія поверхонь. Головні перетини. Заточка довбача
7	Тема 7. Представлення кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні	лекція	Представлення кривих та поверхонь в комп'ютерному моделюванні. Еквідистантні криві, перетин кривих. Способи побудови двовірних та просторових ліній. Приклади тіл обертання. Типи рівнянь поверхонь. Білінійна поверхня. Клапоть Куна. Бікубічний шматок. Способи побудови поверхонь.
8	Тема 8. Апроксимація кривих та поверхонь в комп'ютерному 3D моделюванні. Сплайни	лекція	Апроксимація кривих в математичному моделюванні. Апроксимація в геометричному моделюванні та при проектуванні металорізального інструменту. Апроксимація алгебраїчними поліномами. Інтерполяція та інтерполяційні криві. Ламана лінія, крива Лагранжа. Поняття про сплайни: сплайн Лагранжа, сплайн Ньютона, кубічний сплайн.

			Ермітові криві. Криві Без'є. В-сплайн. NURBS сплайн. Порівняння сплайнів. Сплайнові поверхні.
9	Тема 9. Варіаційні зв'язки та параметричне моделювання	лекція	Параметричне моделювання. Варіаційні зв'язки. Порівняння підходів до параметричного проектування. Застосування параметричного моделювання. Параметрична оптимізація. Моделювання динамічних зв'язків. Види зв'язків та їх математичний опис.
13	ОЗНАЙОМЛЕННЯ СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ PowerShape 3	Лабораторна робота	Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань шляхом ознайомлення з можливостями системи 3D моделювання PowerShape.
14	КАРКАСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	Лабораторна робота	Ознайомлення відбувається як результат виконання вправ та набуття в результаті цього деяких практичних навичок.
15	ПОВЕРХНЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ	Лабораторна робота	
16	ТВЕРДОТІЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	Лабораторна робота	За результатом виконання всіх практичних робіт оформлюється один звіт, що містить: • результати виконання завдань, що виконуються в ході ознайомлення з системою PowerShape згідно змісту практичних робіт у вигляді PrintScreen. • креслення деталі; • 3D модель запропонованої деталі (PrintScreen); • Детальний опис послідовності побудови моделі з зазначенням використаних команд та параметрів.
17	Підготовка презентації за індивідуальною темою та доповідь	Індивідуальна (самостійна робота)	Теми до індивідуальної роботи: 1. Перетворення прямокутних декартових координат у просторі – призначення та математичний опис 2. Модифікація векторів у просторі – масштабування та поворот навколо осі. 3. Поняття про однорідні координати. Загальний вигляд матриць перетворення 4. Геометрія кривих ліній у просторі в системах геометричного моделювання. Натуральна параметризація та супроводжуючий трикутник

			5. Геометрія двовірних кривих в системах 3D моделювання: загальний вигляд та приклади 6. Геометрія поверхонь в системах 3D моделювання та математична модель геометрії об'єктів 7. Системи геометричного моделювання – загальний огляд, приклади та області застосування 8. Математична модель кривих ліній при 3D моделюванні: загальний вигляд та приклади деяких найбільш розповсюджених ліній (відрізок, коло, еліпс, спіраль та ін.) 9. Сплайни: загальна інформація та деякі простіші сплайни: ламана лінія, Ерміта, Лагранжа, Ньютона, кубічний сплайн. Їх порівняння 10. Сплайни: криві Без'є та їх властивості. Порівняння зі сплайнами Лагранжа та Ерміта 11. Сплайни: B-сплайн – його обчислення та об'єднання B-сплайнів 12. Сплайни: NURBS криві та їх обчислення 13. Математичний опис ліній, що базуються на лініях в 3D моделюванні: зрізана, еквідистантна, посилавна, репараметризована, подовжена. Складні криві 14. 3D моделювання поверхонь: типи рівнянь, кусок Куна та бікубічний шматок. Способи побудови поверхонь 15. Топологія оболонок: загальне поняття, топологічні об'єкти, Ейлерова характеристика 16. Топологія оболонок та їх топологічні характеристики: зв'язність та орієнтовність 17. Топологія оболонок: оболонки для моделювання тіл, поняття про однорідні оболонки 18. Математична модель твердого тіла: основні поняття та приклади деяких найпростіших тіл (призма, циліндр, конус) 19. Математична модель твердого тіла: основні поняття та приклади деяких найпростіших тіл (сфера, тор) 20. Основні принципи побудови математичної моделі тіл та деякі способи побудови 21. Булеві операції над тілами: застосування та їх математичний опис 22. Булеві операції над тілами: перетнуті та співпадаючі ребра.
--	--	--	--

			23. Побудова симетричного та еквідистантного тіла при 3D моделюванні 24. Скруглення ребер та вершин тіла, побудова фасок при 3D моделюванні, їх математичний опис 25. Візуалізація геометричних об'єктів. Паралельні проекції на площину в тому числі проекція точки та масштабування проекції 26. Візуалізація геометричних об'єктів. Центральні проекції на площину в тому числі проекція точки та матриця перетворення 27. Полігони кривих та поверхонь, стики полігонів 28. Визначення видимої частини геометричних об'єктів. Векторна та растрова графіка 29. Моделювання світла при 3D моделюванні, різновиди світла 30. Опис кольору при 3D моделюванні та формування реалістичних зображень
--	--	--	--

4. Форми та методи контролю

Види контролю: поточний за окремими темами лекційного курсу; рубіжний у формі тестування; захист практичних робіт у формі тестування. Підсумковий контроль – екзамен.

Допуск до підсумкового контролю здійснюється за умови проходження тестів рубіжного контролю; виконання практичних робіт та її захист.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота									Презентація та доповідь	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2						
<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>	<i>T6</i>	<i>T7</i>	<i>T8</i>	<i>T9</i>	30	100
3	3	4	3	3	3	4	4	3		
Рубіжний контроль - Модуль №1										
Тестування - 10 балів макс.										
Рубіжний контроль – Модуль №2										
Тестування - 10 балів макс.										
Лабораторні роботи										
№1		№2		№3		№4				
3		5		6		6				

6. Політика курсу

- Самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- при вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка»
https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття.
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.
- Практичні роботи виконуються індивідуально та оформлюються звітом. Звіт може здаватися онлайн через систему дистанційного навчання. Захист робіт відбувається індивідуально шляхом складання відповідного тесту в системі дистанційного навчання. Роботи повинні здаватися в зазначені терміни. Ті роботи, що здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання модулів або їх складання пізніше зазначеного терміну відбувається тільки за наявності поважних причин.
- Виконання всіх видів контрольних заходів є обов'язковим.
- Списування під час виконання контрольних заходів заборонені (в т.ч. з використанням мобільних девайсів).

7. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Основи 3D моделювання в машинобудуванні” для здобувачів освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальностей: G11 Машинобудування, G9 Прикладна механіка, G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, усіх освітніх програм та форм навчання / Укл. М.В. Фролов, С.В. Танченко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. - 54 с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Основи 3D моделювання в машинобудуванні» для здобувачів освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальностей: G11 Машинобудування, G9 Прикладна механіка, G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: М.В. Фролов, С.В. Танченко – НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 94 с.3. Презентації до курсу <https://moodle.zp.edu.ua/mod/folder/view.php?id=103270>

8. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

3. Грабченко А.І. Теорія 3D моделювання / А.І.Грабченко, В.Л.Доброскок. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 230 с.
4. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник / В.Я. Ворошук, Т.М. Вітенько. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.
5. Зінько, Р.В. Системи 3D моделювання: навчальний посібник / Р.В. Зінько, В.Г. Топільницький. Львів: Галицька видавнича спілка, 2021. – 150 с.
6. Системи 3D моделювання: Навчальний посібник / Пальчевський Б.О., Валецький, Б.П., Вараніцький Т.Л. / Луцьк:, 2016 – 176с.
7. Kunwoo Lee. Principles of CAD/CAM/CAE Systems/ - Addison-Wesley, Reading, MA, 1999. - 582p.

9. Рекомендовані інформаційні джерела

1. Spline, a place to design and collaborate in 3D. <https://spline.design/>
2. 3D models for every budget. <https://www.turbosquid.com/>
3. Carveco: creative CNC software <https://carveco.com/>
4. 3D Modeling Basics <https://www.instructables.com/Intro-to-3D-Modeling/>
5. 3D Modeling Tutorials <https://www.youtube.com/playlist?list=PL8U26D-Xj2GY08YujN0tYGbXVgrfDqtXa>