

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИЧНИЙ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Сучасні PLM системи

підготовки магістра

денної та заочної форм здобуття освіти

освітньо-професійна програма Комп'ютерні науки

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

галузі знань 12 Інформаційні технології

**ВИКЛАДАЧ: Г. М., д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук**

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол №1 від «29» серпня 2024 р.  
Завідувач кафедри комп'ютерних наук

  
Шило Г. М.

Погоджено  
Гарант освітньо-професійної програми

  
Шило Г. М.

2024 рік

**Зв'язок з викладачем: Резник Юрій Борисович**

**E-mail:** *y.b.reznik@gmail.com*

**Сезн ЗНУ повідомлення:**

**Телефон:** +38 050 484 45 87

**Інші засоби зв'язку:** *Telegram (+38 050 484 45 87)*

**Кафедра:** *Кафедра комп'ютерних наук*

## 1. Опис навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни є ознайомлення з широким спектром інженерно-технічних систем (так званих CAD/CAM/CAE/PLM), які використовуються на промислових підприємствах для проектування, підготовки виробництва, інженерних розрахунків та управління даними життєвого циклу виробів. Прикладом такої системи є Autodesk Fusion, в якій поєднуються можливості спільної роботи над проектом, цифрового 3D проектування, автоматизованої підготовки програм для механічної обробки на верстатах з ЧПК з хмарним зберіганням даних.

На підприємствах, які використовують (або планують використовувати) подібні системи, існує великий попит на фахівців у галузі комп'ютерних технологій для впровадження, супроводу таких систем, а також розробки для них програмних додатків.

Програма курсу передбачає виконання студентами практичних завдань по усім етапам життєвого циклу виробів (3D проектування, підготовка виробництва, інженерні розрахунки) для набуття необхідного досвіду для роботи с системами CAD/CAM/CAE/PLM.

При навчанні за курсом використовується програмне забезпечення Autodesk Fusion. Реєстрація на сайті Autodesk дає можливість інсталяції цієї системи та використання офіційної безкоштовної персональної ліцензії. Для роботи в системі потрібне стабільне підключення до інтернету.

## Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Статус дисципліни	<b>Вибіркова</b>	
Семестр	1-й	1-й
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>	
Кількість годин	150	
Лекційні заняття	22 год.	8 год.
Практичні	22 год.	8 год.
Самостійна робота	106 год.	134 год.
Консультації	Згідно з розкладом	
Вид підсумкового семестрового контролю:	<b>залік</b>	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=17166">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=17166</a>	

## 2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою

**компетентностей і результатів навчання**

<b>Компетентності/ результати навчання</b>	<b>Методи навчання</b>	<b>Форми і методи оцінювання</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>ЗК 5 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями</p> <p>ЗК 7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)</p> <p>СК 3 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області</p> <p>СК 6 Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук</p> <p>РН 1 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань</p> <p>РН 2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур</p> <p>РН 16 Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук</p> <p>РН 18 Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується</p> <p>РН 19 Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій</p>	<p>лекція-візуалізація, пояснення, демонстрування, дискусія, аналіз, виконання завдань практичних і самостійних робіт</p>	<p><b>Поточний контроль:</b> захист практичних та самостійних робіт, опитування, тестування</p> <p><b>Підсумковий контроль:</b> тестування</p>

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### **Змістовий модуль 1. Основи 3D моделювання в системі Autodesk Fusion**

Можливості модуля CAD системи Fusion у задачах тривимірного моделювання технічних виробів: параметричні ескізи різної складності, операції створення твердотілих об'єктів на базі ескізів, редагування моделей. Створення зборок, з'єднання компонентів, перевірка механізмів. Моделі з листового металу, моделювання поверхонь. Створення креслень з моделей, інструменти для їх оформлення.

#### **Змістовий модуль 2. Підготовка виробництва в системі Autodesk Fusion**

Можливості модуля САМ системи Fusion у задачах розробки керуючих програм для верстатів з ЧПК. 3D модель, бібліотека інструментів, завдання режимів різання, стратегія обробки. Постпроцесування. Ознайомлення з можливостями системи для підготовки моделей для 3D друку.

#### **Змістовий модуль 3. Вирішення задач інженерного аналізу**

Огляд систем інженерного аналізу (модуль CAE). Типи розрахунків деталей та конструкцій: на статичну та динамічну міцність, теплові та газодинамічні розрахунки. Метод кінцевих елементів як базовий математичний апарат модулів CAE, альтернативні методи.

#### **Змістовий модуль 4. Місце системи PLM в автоматизації інженерних процесів**

Стадії інженерних робіт в системі PLM (дизайн, проектування, аналіз, підготовка виробництва), включає функції сховища інформації, має можливості відстеження всіх змін в проекті, а також організації та управління робочими процесами проектів.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
Лекція 1	Поняття та види систем 3D моделювання. Огляд сучасних систем CAD/CAM/CAE. Інтерфейс системи Fusion, налаштування.	2	0,5	<i>тиждень 1</i>
Практичне заняття 1	Запуск системи, налаштування параметрів інтерфейсу. Створення проекту, папок, моделей. Відкриття, збереження та експорт моделей.	2		<i>тиждень 1</i>
Лекція 2	Створення ескізів. Геометричні об'єкти, обмеження, розміри. Проекції в ескізі. Цілком завершений ескіз.	2	1	<i>тиждень 2</i>
Практичне заняття 2	Створення ескізів та робота з ними. Завдання залежностей та розмірів елементів ескізу. Формування цілком завершеного ескізу	2	1	<i>тиждень 2</i>

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
Лекція 3	Основні інструменти створення твердотільної геометрії. Бульові операції. Особливості та застосування інструментів Extrude, Revolve, Sweep, Loft. Конструктивні елементи Інструменти Hole, Rib, Web, Emboss. Дзеркальні елементи та масиви. Призначення та використання команд Fillet, Chamfer, Draft, Scale, Split Body при доопрацюванні моделі.	2	1	<i>тиждень 3</i>
Практичне заняття 3	Побудова 3D моделі з використанням команд створення ескізів та операцій твердотільного моделювання	2	1	<i>тиждень 3</i>
Самостійна робота	Створення 3D моделей по заданих кресленнях	40	50	
Лекція 4	Область застосування модуля листового металу. Налаштування модуля. Створення вихідного профілю. Команди побудови фланців, згинів, отворів, масивів елементів. Отримання розгортки.	2	0,5	<i>тиждень 4</i>
Практичне заняття 4	Налаштування модуля листового металу. Побудова моделі із листового металу за заданим зразком. Розгортка як окремих згинів, і всієї моделі. Створення шаблону розгортки, формування креслення	2	1	<i>тиждень 4</i>
Лекція 5	Моделювання поверхонь – доповнення до можливостей твердотільного моделювання. Інструменти модуля побудови поверхонь – витягування, обертання, протягування профілю по траєкторії, латка, лінійна поверхня. Редагування поверхонь: витягування меж, обрізка, зшивка/розшивка поверхонь, реверс нормалі.	2	0,5	<i>тиждень 5</i>
Практичне заняття 5	Побудова складних кривих (сплайнів) для створення поверхонь. Вивчення на заданих прикладах інструментарію побудови та редагування поверхонь. Візуальний аналіз якості поверхонь.	2	1	<i>тиждень 5</i>
Лекція 6	Поняття збірок та компонентів у Fusion. Порівняння збірок та багатотільних моделей, переваги роботи зі збірками. Відмінності організації збірок у Fusion від інших САПР, переваги та недоліки. Правило №1: створювати компоненти якомога раніше. Внутрішні та зовнішні компоненти.	2	1	<i>тиждень 6</i>
Практичне заняття 6	Створення моделей (компонентів), та побудова нескладної збірки, завдання з'єднань. Перевірка роботи механізму	2	1	<i>тиждень 6</i>
Лекція 7	Створення з'єднань (Joints) компонентів, поняття точок прив'язки (Joint Origin). Типи з'єднань. Приклади застосування з'єднань різних типів.	2	1	<i>тиждень 7</i>

Вид заняття / роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
	Додаткові умови при з'єднанні компонентів за допомогою команд Rigid Group та Tangent Relationship. Інструменти Capture Position та Revert Position.			
Практичне заняття 7	Створення збірки з доопрацюванням окремого компонента. Використання асоціативної геометрії оточуючих компонентів.	2		<i>тиждень 7</i>
Самостійна робота	Побудова компонентів і збірок по заданих кресленнях та зразках. Створення з'єднань між компонентами	30	50	
Лекція 8	Можливості модуля САМ системи Fusion. Поняття Setup в обробці. Чернові та чистові операції. Завдання параметрів операції. Верифікація обробки. Використання постпроцесора.	2	1	<i>тиждень 8</i>
Практичне заняття 8	Створення набору керуючих програм для обробки заданої деталі на верстаті с ЧПК	2	1	<i>тиждень 8</i>
Лекція 9	Огляд систем інженерного аналізу (модуль CAE). Типи розрахунків деталей та конструкцій. Метод кінцевих елементів як базовий математичний апарат модулів CAE, альтернативні методи	2	0,5	<i>тиждень 9</i>
Практичне заняття 9	Розрахунок деталі «турнік» на статичну міцність за допомогою CAE модуля Fusion. Завдання матеріалу моделі та граничних умов, розрахунок деформацій та коефіцієнту запасу міцності	2	1	<i>тиждень 9</i>
Лекція 10	Поняття системи управління життєвим циклом виробів (PLM). Відміна PLM від PDM. Приклади використання PLM на промислових підприємствах	2	0,5	<i>тиждень 10</i>
Практичне заняття 10	Тестування можливостей управління даними в системі Fusion. Перегляд даних про проект і деталі у браузері. Створення збірки з зовнішніми компонентами	2		<i>тиждень 10</i>
Лекція 11	Засоби технічної візуалізації в системі Fusion. Рендеринг моделі. Призначення матеріалу. Параметри сцени. Анімація складання збірки	2	0,5	<i>тиждень 11</i>
Практичне заняття 11	Рендеринг заданої моделі для технічної візуалізації	2	1	<i>тиждень 11</i>
Самостійна робота	Побудова 3D моделі за заданим кресленням. Розрахунок моделі на статичну міцність. Створення набору керуючих програм для обробки моделі деталі на верстаті с ЧПК	36	34	

### 5. Види і зміст контрольних заходів

<b>Вид заняття/ роботи</b>	<b>Вид контрольного заходу</b>	<b>Зміст контрольного заходу*</b>	<b>Критерії оцінювання та термін виконання*</b>	<b>Усього балів</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<b>Поточний контроль</b>				
Практичне заняття №1	Практична робота 1	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №2	Практична робота 2	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №3	Практична робота 3	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №4	Практична робота 3	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №5	Практична робота 4	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №6	Практична робота 5	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 5 бали, за наявності помилок – 3 бали	<b>5</b>
Практичне заняття №7	Практична робота 6	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 3 бали, за наявності помилок – 1,5 бали	<b>6</b>
Практичне заняття №8	Практична робота 7	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 3 бали, за наявності помилок – 1,5 бали	<b>6</b>
Практичне заняття №9	Практична робота 8	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 4 бали, за наявності помилок – 2 бали	<b>6</b>
Практичне заняття №10	Практична робота 9	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	Повне виконання завдання п/р оцінюється в 10 бали, за наявності помилок – 8 бали	<b>6</b>
Практичне заняття №11	Практична робота 10	Розміщається в СЕЗН ЗНУ		<b>6</b>
<b>Усього за поточний контроль</b>				<b>60</b>
<b>Підсумковий контроль</b>				
<b>Залік</b>	Теоретичне завдання	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	5 питань по 4 бали	<b>20</b>
	Практичне завдання	Розміщається в СЕЗН ЗНУ	1 завдання (повністю виконане)	<b>20</b>
<b>Усього за підсумковий контроль</b>				<b>40</b>

## Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)		
E	60 – 69 (достатньо)	3 (задовільно)	Не зараховано
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

### 6. Основні навчальні ресурси

#### Рекомендована література

1. Autodesk Fusion 360 For Beginners: Part Modeling, Assemblies, and Drawings, Tutorial Books, Kishore, 2019. 93 p.
2. CADArtifex, Willis J., Dogra S. Autodesk Fusion 360: A Power Guide for Beginners and Intermediate Users (2nd Edition), Amazon Digital Services LLC -KDP Print US, 2019. 734 p.
3. Shih R. Parametric Modeling with Autodesk Fusion (Spring 2024 Edition). SDC Publications, 2024. 430p.

#### Інформаційні ресурси

1. Офіційний канал AutodeskFusion360 на YouTube <https://www.youtube.com/user/AutodeskFusion360>
2. Tutorial from official website <https://www.repetier.com/tutorials/>
3. 2020 Cura Tutorial: Master Cura Slicer Software Settings, by Dibya Chakravorty Jan 14, 2020, <https://all3dp.com/1/cura-tutorial-software-slicer-cura-3d/>
4. <https://helpiks.org/6-75531.html>
5. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
6. Офіційний канал AutodeskFusion360 на YouTube <https://www.youtube.com/user/AutodeskFusion360>
7. Tutorial from official website <https://www.repetier.com/tutorials/>
8. 2020 Cura Tutorial: Master Cura Slicer Software Settings, by Dibya Chakravorty Jan 14, 2020. <https://all3dp.com/1/cura-tutorial-software-slicer-cura-3d/>





## 7. Регуляції і політики курсу

### **Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених даною дисципліною. Пропуски та запізнення на заняття є недопустимими.

### **Політика академічної доброчесності**

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це *плагіат*. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу). Неприпустиме складання роботи, виконаної іншою особою.

### **Використання комп'ютерів/телефонів на занятті**

Використання мобільних телефонів, ноутбуків та інших гаджетів під час лекційних та лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (з активованим режимом «без звуку»).

### **Комунікація**

Комунікація викладача зі студентами здійснюється безпосередньо на заняттях та додатково за допомогою месенджерів (наприклад, Telegram), електронної пошти і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)



## ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

**ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р.** доступний за адресою:  
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

**НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ.** Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ:  
<https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

**ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ.** Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ:  
<https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

**ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ:  
<https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

**ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА.** Телефон довіри практичного психолога **Марти Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

**УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ** Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**  
Електронна адреса: [v\\_banakh@znu.edu.ua](mailto:v_banakh@znu.edu.ua)  
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

**РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.** Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання



допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ:  
<https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

## РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

**НАУКОВА БІБЛІОТЕКА:** <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів:  
понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

**СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):**  
<https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою:  
[moodle.znu@znu.edu.ua](mailto:moodle.znu@znu.edu.ua).

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи;  
електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то  
використовуйте посилання для відновлення паролю  
<https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

**ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:**  
<http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

**ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ:**  
<https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

**ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ):**  
<http://sites.znu.edu.ua/confucius>