



# ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І СИСТЕМ ВСЕРЕДОВИЩІ HOUDINI

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, 2 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів ЕКТС (лекції – 18 год., лабораторні заняття – 36 год., самостійна робота – 66 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	м.к.р., залік
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Шалденко Олексій Вікторович, <a href="mailto:o.shaldenko@gmail.com">email: o.shaldenko@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей:*

- опанувати об'єктно-орієнтований підхід для розробки та розвитку програмних систем;
- розуміти методологію моделювання динамічних процесів та їх подальшої візуалізації;
- розробляти програмне забезпечення за допомогою сучасних інструментальних засобів створення програмного забезпечення для моделювання динамічних процесів та систем.

*Основні завдання при вивченні дисципліни*

## Пререквізити та постреквізити дисципліни

У структурно-логічній схемі навчання зазначений кредитний модуль розміщується тоді, коли студенти вже прослухали такі дисципліни, як "Проєктування інформаційних систем", "Геометричне моделювання та комп'ютерна графіка." та "Алгоритмізація та програмування", і є логічним продовженням навчального процесу набуття знань та навичок сучасних систем програмування.

## 2. Зміст навчальної дисципліни

В дисципліні вивчаються такі теми:

Розділ 1. Нодова парадигма та система атрибутів.

Тема 1.1. Вступ в Нодову парадигму моделювання процесів.

Тема 1.2. Атрибути та властивості.

Розділ 2. Візуалізація об'єктів динаміки.

Тема 2.1. Рендер об'єктів.

Тема 2.2. Шейдінг.

Розділ 3. Динаміка процесів в Houdini.

Тема 3.1. Процедурні анімаційні технології.

Тема 3.2. Механіка твердих тіл.

Тема 3.3. Волюметричні дані. Методи роботи із волюметриками.

Тема 3.4. Динаміка рідин.

### Базова література:

1. Robert Magee HOUDINI FOUNDATIONS, Robert Magee, 2022 by SideFX Software, Toronto.
2. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ [Електронний ресурс]: навч. посіб. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 290 с.

### Навчальний контент

## 3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	К-сть ауд.го д.
<b>Розділ 1. Нодова парадигма та система атрибутів.</b>		
Тема 1.1. Вступ в Нодову парадигму моделювання процесів		
1.	ЛЕКЦІЯ 1. Архітектура Houdini. Процедурна ідеологія. Основні поняття: процедура, нода, зв'язок, нетвор, параметр, атрибут. Налаштування інтерфейсу. Налаштування змінних середовища. Навігація. Контексти. Типи контекстів. OBJ, Geometry, POP, SHOP, DOP, VOP, SOP, ROP, COP. Обмін даними між контекстами. Геометричний контекст. Пристрій геометрії в Houdini. Типи геометрії, атрибути та інструменти роботи з ними. Базовий рівень сцени OBJ. Створення основних елементів сцени: об'єкти, світла, камера. Процедурний підхід у створенні геометрії. SOP контексту. Контейнер Geometry. Відображення у в'юпорті. Прапори.	2
Тема 1.2. Атрибути та властивості		
2.	ЛЕКЦІЯ 2. Атрибути. Локальні змінні. Доступ до атрибутів через локальні змінні. Expressions. Створення найпростіших примітивів. Інструменти полігонального моделювання. UV-мапінг. Нода Copy. Нода Group. Робота з векторними даними. Основи векторної алгебри. VOP контексту. Ознайомлення з VEX. Розробка SOP модифікатора.	2
<b>Розділ 2. Візуалізація об'єктів динаміки</b>		

Тема 2.1. Ренед об'єктів		
3.	ЛЕКЦІЯ 3. Рендеринг у Mantra. Спільне знайомство з архітектурою Mantra. Mantra Render Engines. Оптимізація часу прорахунку. Виведення додаткових пасів. Використання Takes. Багатопрохідний рендер. Wedge ROP. Physical Based та Classic методи рендерингу. Lighting. Типи джерел світла та сфери їх застосування. Підготовка та методи оптимізації геометрії для рендерингу. Автоматизація процесів рендерингу.	2
Тема 2.2. Шейдінг		
4.	ЛЕКЦІЯ 4. Шейдинг у Mantra. Суть процесу. Концепція шейдера. Типи шейдерів. Шейдери для Physical Based методів. Класична модель — сфери застосування. Шейдинг волюметриків. Складні шейдингові сетапи, виведення додаткових даних для композитингу.	2
Розділ 3. Динаміка процесів в Houdini		
Тема 3.1. Процедурні анімаційні технології.		
5.	ЛЕКЦІЯ 5. Динаміка партиклів. Нові партикли в DOP нетворці. Области застосування POPS vs DOPs. POP контексту. DOP контексту. Типи емітерів. Початковий стан. Спадкування атрибутів. Типи емісії. Імовірнісна емісія. Контроль симуляції. Угруповання частинок. Сили (Forces) та категорії сил за типом впливу. Force. Spring. Interaction. Комбіновані (процедурно-динамічні) системи часток. Particle Advection. Створення Custom Force на VEX.	2
Тема 3.2. Механіка твердих тіл		
6.	ЛЕКЦІЯ 6. Колізія (Collision). Типи. Атрибути. Події (Events). Типи алгоритмів колізії, методи підвищення їхньої ефективності. Поняття Object, Data, Data Sharing, Relationship. Активний/пасивний об'єкт. Параметри симуляції. Початковий стан. Запис у кеш. Типи об'єктів RBD. RBD Glue, Fracture, Point Objects. Підготовка об'єкта для симуляції. Packed Primitives. Voronoi Fracture Tool. Використання проксі-геометрії. RBD та Bullet солвери. Особливості та обмеження. RBD Constraints. Constraint Networks.	2
7.	ЛЕКЦІЯ 7. Експорт даних в контексті SOP. Вибір оптимального методу. Розбирає приклади прискорення динамічних завдань за рахунок застосування партиклів. Інстансинг та побудова складних систем управління геометрією. Динаміка жорстких тіл. Основи створення cg-руйнувань. Підготовка геометрії до руйнування. Fracturing. Побудова Constraint-Network. Підходи до організації симуляції масштабних руйнувань.	2
Тема 3.3. Волюметричні дані. Методи роботи із волюметриками.		
8.	ЛЕКЦІЯ 8. Скалярні та векторні поля та операції над ними (дивергенція, ротор, градієнт, лапласіан). Неявне уявлення геометрії. Поля Fog та SDF. Модифікація волюмів за допомогою VEX. Мультиплікативний та пірокластичний шуми. Семплювання атрибутів у волюметрик. Конструювання скалярних та векторних полів на основі геометрії. Огляд OpenVDB. OpenVDB подання. Флюїдні симуляції. Солвери та мікросолвери. Дані та поля у флюїдній динаміці. Кешування результатів. Рендер волюметриків.	2
Тема 3.4. Динаміка рідин.		
9.	ЛЕКЦІЯ 9. FLIP-солвер. Особливості побудови симуляцій рідин. Методи симуляції рідини (Ейлер, Лагранжа, комбінований (FLIP)). Огляд методу FLIP. Управління FLIP симуляцією за допомогою custom velocity field. Створення Custom Force за допомогою Gas Field VOP. Створення складної рідинної системи – хвилі, бризки, піна. Рендер рідин.	2
	Всього годин	18

### Лабораторні роботи

N	Назва лабораторних робіт	К-сть ауд.го д.
1.	Створення динамічної системи атрибутів при взаємодії об'єктів з використанням VEX	6

2.	Рендер динамічних об'єктів складної форми в Mantra	6
3.	Налаштування взаємодії твердих тіл	6
4.	Симуляція динамічних систем на основі рівнянь Нав'є-Стокса	18
	Всього годин	36

#### 4. Самостійна робота

Самостійна робота студента (66 годин) передбачає підготовку до аудиторних занять та контрольних заходів, проведення розрахунків та підготовка вхідних даних до роботи.

Розподіл годин СРС: передбачає підготовку до аудиторних занять та контрольних заходів, проведення розрахунків та підготовка вхідних даних до роботи.

Розподіл годин СРС: підготовка до заліку – 20 годин; підготовка до лабораторної роботи - 6 годин; підготовка до МКР – 4 годин; підготовка до лекції – 2 година.

### Політика та контроль

#### 5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Відвідування лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- При захисті лабораторних робіт студент має продемонструвати розроблений програмний код та результати його виконання на тестах, як заздалегідь підготованих, так і запропонованих викладачем. У випадку дистанційної форми навчання захист відбувається на відповідній конференції шляхом демонстрації екрана.
- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### 6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

- Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з них 40 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за виконання лабораторних робіт (4 робіт) та МКР;

- Критерії нарахування балів за виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за виконання завдань лабораторних робіт складає 9 балів. Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює

$$9 \text{ балів} \times 6 = 36 \text{ балів.}$$

Мінімальна кількість для зарахування лабораторної роботи складає 3 бали ( 60%)

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює 5 балів. На модульну контрольну роботу виносяться одне теоретичне питання та одне практичне.

Контрольна робота оцінюється наступним чином:

1. правильність написання теоретичного питання – 2 бали;
2. надання прикладу на вказані завдання – 0.3 бали;
3. правильність розв'язання практичного завдання – 2 бали;

4. правильність написання псевдокоду – 0.7 балів.

- За активність на лекціях та виконання домашніх робіт нараховується максимум – 4 бали.

- Умови допуску до екзамену: зарахування всіх лабораторних робіт. Мінімальна кількість набраних балів – 30 ( 60%).

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Ваговий бал кожного теоретичного питання – 15. Ваговий бал практичного завдання – 20.

Максимальна кількість балів за складання екзамену дорівнює

$$15 \text{ балів} \times 2 + 20 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

Теоретична частина оцінюється наступним чином:

- «відмінно» , правильна чітко викладена, повна відповідь – (не менше 90% потрібної інформації) – 14-15 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 11-13 балів;

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 9-10 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне завдання оцінюється наступним чином:

- «відмінно», повне, безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів;

- «добре», повне, розв'язування завдання із несуттєвими неточностями – 15-17 балів;

- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 12-14 балів;

- «незадовільно», завдання не виконано.

5. Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться за освітній компонент згідно з таблицею.

Бали: практичні роботи + екзаменаційна контрольна робота	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи	Не допущено

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., доцентом Шалденко Олексієм Вікторовичем

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 10.05.23)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.05.23)