



ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТРИВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

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	Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС / 120 год.: лекції- 36, лабораторні роботи – 18 год., самостійна робота – 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	м.к.р., залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор, д.т.н., проф. Аушева Наталія Миколаївна, email: nataauscheva@gmail.com Лабораторні заняття: професор, д.т.н., проф. Аушева Наталія Миколаївна, email: nataauscheva@gmail.com , асистент, Кардашов Олександр Вадимович email:alexanderkardashov3@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей до застосування принципів, методів і алгоритмів комп'ютерної графіки до розробки та проектування графічного забезпечення для систем різного призначення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання: новітніх технологій в сфері комп'ютерної графіки, а саме 3D-моделювання, методів візуалізації тривимірних об'єктів, методів побудови моделей освітлення.

вміння:

Розробляти графічний інтерфейс, застосовуючи методи візуалізації тривимірних об'єктів та анімаційні технології за умови створення інтерактивного графічного середовища.

досвід:

- розробки проектів, застосовуючи технічні та програмні засоби реалізації статичних та динамічних процесів ;
- побудови реалістичних зображень об'єктів та навколишнього середовища, застосовуючи методи 3D-моделювання;
- візуалізації тривимірних об'єктів, застосовуючи видові перетворення, методи вилучення невидимих ліній та поверхонь, методи створення моделі освітлення за умови твердотільного моделювання;
- анімації тривимірних сцен.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані за програмою попередніх років навчання за спеціальністю 122 « Комп'ютерні науки».

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 4 курсі, тобто тоді, коли студенти вже прослухали “Алгоритмізація та програмування”, “Чисельні методи”, “ Об'єктно-орієнтоване програмування”, “Технології розробки програмного забезпечення” та набули певного досвіду у програмуванні і можуть виконати складні лабораторні роботи. З іншого боку, викладений матеріал може бути використаний при вивченні дисциплін «Візуалізація графічної та геометричної інформації», “Методи синтезу віртуальної реальності”, “Математичні методи моделювання систем з розподіленими параметрами”, які викладаються при підготовці магістрів. Матеріал курсу є основою для виконання курсових робіт з дисциплін, де необхідна візуалізація розроблюваних об'єктів та процесів. Матеріал курсу має бути основою для візуалізації інформації в дипломних роботах бакалаврів та магістрів.

3. Зміст навчальної дисципліни

В дисципліні вивчаються такі теми:

Розділ 1. Геометричне моделювання складних поверхонь

Тема 1.1. Геометричне моделювання поверхонь за впорядкованою точковою множиною

Тема 1.2. Геометричне моделювання поверхонь за невпорядкованою точковою множиною

Розділ 2. Візуалізація тривимірних зображень

Тема 2.1. Видалення невидимих ліній та поверхонь

Тема 2.2. Побудова реалістичного зображення

Тема 2.3. Комп'ютерна анімація

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Donald D. Hearn, M. Pauline Baker, Warren Carithers Computer Graphics with Open GL 4th Edition, 2014-812 p. Режим доступу : <https://doc.lagout.org/programmation/OpenGL/Computer%20Graphics%20with%20OpenGL%20%284th%20ed.%29%20%5BHearn%2C%20Baker%20%26%20Carithers%202013%5D.pdf>
2. Аушева Н.М. Лінійні перетворення: методичні вказівки. - К.:ІВЦ „Політехніка”, 2005. - 24 с.
3. Аушева Н.М. Геометричне моделювання кривих та поверхонь: методичні вказівки. -К.:ПП „ППНВ”, 2005. - 36 с.
4. Пришляк О. Диференціальна геометрія: Курс лекцій. — К.: Київський університет, 2004. — 68 с.
5. Donald D. Hearn, M. Pauline Baker Computer Graphics, 2014 — 662 p. Режим доступу : <https://archive.org/details/DonaldHearnM.PaulineBakerComputerGraphicsBookFi.org/mode/2up>
6. Szauer G. Hands-On C++ Game Animation Programming: Lear modern animation techniques from theory to implementation with C++ and OPENGL.- Packt Publishing, 2020 -368 p.
7. Кампус КПІ ім.Ігоря Сікорського <http://login.kpi.ua/>
8. Науково-технічна бібліотека КПІ ім.Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua/>

Додаткова література

1. Buss S.R. 3-D Computer Graphics A Mathematical Introduction with OpenGL, Press The Edinburgh Building, Cambridge, United Kingdom, 2003. - 371p.
2. Barry G. Blundell An Introduction to Computer Graphics and Creative 3-D Environments, Springer-Verlag London Limited, 2008.- 501p.
3. Max K. Agoston Computer Graphics and Geometric Modeling Implementation and Algorithms, Springer-Verlag London Limited, 2005.- 907 p.
4. Todd A. Ell, Nicolas Le Bihan, Stephen J. Sangwine Quaternion Fourier Transforms for Signal and Image Processing, ISTE Ltd, 2014 - 127p.
5. Jason Zink, Matt Pettineo, Jack Hoxley Practical Rendering and Computation with Direct3D 11, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2012.- 631 p.
6. Klaus Engel, Markus Hadwiger, Joe M. Kniss, Christof Rezk-Salama, Daniel Weiskopf Real-Time Volume Graphics, A K Peters, Ltd, 2006.- 487 p.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кільк. ауд.год.
Розділ 1. Геометричне моделювання складних поверхонь		
Тема 1.1. Геометричне моделювання поверхонь за впорядкованою точковою множиною		
1	<i>ЛЕКЦІЯ 1. Тема: Моделювання чотирикутних порцій на основі кривих другого порядку</i> Методи завдання поверхонь. Біквадратичні порції Безьє. Порції на основі дробово-раціональних кривих другого порядку.	2
2	<i>ЛЕКЦІЯ 2. Тема: Моделювання чотирикутних порцій на основі кривих третього порядку</i> Бікубічні порції Безьє. Порції на основі дробово-раціональних кривих третього порядку.	2
3	<i>ЛЕКЦІЯ 3. Тема: Моделювання чотирикутних порцій у загальному вигляді</i> Порція Безьє в загальному вигляді. Порції на основі поєднання кривих Безьє та дробово-раціональних кривих. Порції за Кунсом.	2
4	<i>ЛЕКЦІЯ 4. Тема: Моделювання чотирикутних порцій у загальному вигляді (продовження)</i> Узагальнення функції Кунсом. Порції за Кунсом на основі узагальненої інтерполяції Ерміта. Порції тензорного добутку.	2
5	<i>ЛЕКЦІЯ 5. Тема: Моделювання складених поверхонь та B-сплайн поверхня</i> Розрахунок похідних у точковому каркасі поверхні. B-сплайн поверхня. Моделювання складної поверхні. Нанесення кривої на поверхню у векторно-параметричному вигляді.	2
Тема 1.2. Геометричне моделювання поверхонь за невпорядкованою точковою множиною		
6	<i>ЛЕКЦІЯ 6. Тема: Диференціальна геометрія поверхні</i> Поняття поверхні. Дотична площина до поверхні. Стичний параболоїд поверхні. Класифікація точок поверхні. Метод зклеювання чотирикутних порцій Безьє.	2
7	<i>ЛЕКЦІЯ 7. Тема: Методи тріангуляції</i> Методи тріангуляції невпорядкованої множини точок. Метод Вороного. Побудова діаграми Вороного. Алгоритм Форчуна. Тріангуляція Делоне на базі лакусів Вороного. Моделювання трикутних порцій.	2
8	<i>Модульна контрольна робота (ч.1)</i>	2
Розділ 2. Візуалізація тривимірних зображень		
Тема 2.1. Видалення невидимих ліній та поверхонь		
9	<i>ЛЕКЦІЯ 8. Тема: Побудова комп'ютерних зображень при твердотільному проектуванні</i> Застосування комп'ютерної графіки. Твердотільне проектування. Конвеєр візуалізації.	2
10	<i>ЛЕКЦІЯ 9. Тема: Видалення невидимих ліній та поверхонь</i> Основні методи видалення невидимих ліній. Алгоритм плаваючого обрію. Алгоритм Z-буфера. Алгоритм Робертса.	2
11	<i>ЛЕКЦІЯ 10. Тема: Видалення невидимих ліній та поверхонь</i> Алгоритм рядкового сканювання. Алгоритм художника. Алгоритм трасування променів. Алгоритм рядкового сканювання для криволінійних поверхонь.	2
Тема 2.2. Побудова реалістичного зображення		
12	<i>ЛЕКЦІЯ 11. Тема: Побудова простої моделі освітлення.</i> Фізичні та психологічні процеси побудови реалістичних зображень. Проста модель освітлення.	2
13	<i>ЛЕКЦІЯ 12. Тема: Зафарбування полігональної сітки</i> Однотонове зафарбування. Зафарбування методом Гуро. Зафарбування Фонга. Характеристика тіней.	2

14	ЛЕКЦІЯ 13 Фактура. Текстура. Нанесення узору на гладку поверхню. Метод збуру нормалі.	2
15	ЛЕКЦІЯ 14. Глобальна модель освітлення та колір. Глобальна модель освітлення з трасуванням променів. Колір.	2
Тема 2.3. Комп'ютерна анімація		
16	ЛЕКЦІЯ 15. Анімація за ключовими кадрами Історія комп'ютерної анімації. Анімація за ключовими кадрами. Створення анімаційної кривої. Налаштування швидкості анімації.	2
17	ЛЕКЦІЯ 16. Методи анімації Процедурна анімація. Захоплення рухів. Програмова анімація. Засоби для створення анімації.	2
18	Модульна контрольна робота (ч.2)	2

Лабораторні роботи

N	Назва лабораторних робіт	Кільк. ауд.год
1	Моделювання гранованого тіла засобами графічних бібліотек	4
2	Побудова моделі освітлення засобами графічних бібліотек	6
3	Нанесення текстури на поверхню	4
4	Створення анімації	4

6. Самостійна робота

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

Розподіл годин СРС: підготовка до лабораторної роботи – 10 годин; підготовка до двох частин МКР – 10 годин; підготовка до лекції – 1 година.

Політика та контроль

7. 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>.

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

- Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів. 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 8 балів. Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює

$$16 \text{ балів} \times 4 = 64 \text{ бали.}$$

Виконання кожного завдання оцінюється за наступними критеріями:

1. правильність отриманих результатів – від 1 до 14 балів;
2. зручний інтерфейс користувача – 0.6 бали;
3. інтерактивне введення параметрів методу – 0.6 бали;

4. динамічні зміни на екрані – 0.8 бали;

Мінімальна кількість для зарахування лабораторної роботи складає 9 балів (60%)

Максимальна кількість балів за одну частину модульної контрольної роботи дорівнює 14 балів. На модульну контрольну роботу виносяться два теоретичних питання та одне практичне.

Контрольна робота оцінюється наступним чином:

1. правильність написання кожного теоретичного питання - 3 бали;

2. надання прикладу на вказані завдання – 1 бали;

3. правильність розв'язання практичного завдання - 6 бали;

4. правильність написання псевдокоду – 1 балів.

- За активність на лекціях та виконання домашніх робіт нараховується максимум – 10 балів.

- Семестровий контроль проводиться відповідно до навчального плану у вигляді заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу. Форма проведення семестрового контролю комбінована (усна + письмове тестування). Перелік тем та питань які виносяться на семестровий контроль, критерії оцінювання визначаються силабусом. Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю. Умови допуску до заліку: рейтинг ≥ 36 б. Не виконані умови допуску \rightarrow Не допущено. < 60 балів \rightarrow залікова к/р + співбесіда. ≥ 60 балів = оцінка (відмінно, дуже добре, добре, задовільно, достатньо, незадовільно). Оцінка може бути підвищена за бажанням за рахунок виконання залікової к/р + співбесіда. Залік проводиться в період останніх двох тижнів теоретичного навчання у семестрі, як правило, на останньому за розкладом занятті з навчальної дисципліни. Результати контрольних заходів доступні до ознайомлення авторизованим користувачам в їх особистих кабінетах автоматизованої інформаційної системи «Електронний кампус».

- Принцип визначення підсумкової оцінки. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку і мають рейтингову оцінку 60 та більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Якщо оцінка, отримана за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, попередній рейтинг здобувача, за рішенням кафедри, скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи (письмова + співбесіда).

Максимальна сума балів складає 100. Сума балів переводиться у систему оцінювання згідно з таблицею. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 2 освітнього компонента 2 містить основи побудови реалістичних тривимірних моделей та може бути зарахований за наявності сертифікатів відповідних курсів з комп'ютерної графіки. В якості прикладу опанування фундаментальними основами можна взяти курс Justin Solomon <https://www.youtube.com/c/justinmsolomon/featured>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором, д.т.н., проф. Аушевою Наталією Миколаївною

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 1 від 1.07.22)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 4.07.22)