

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет математики та інформатики

(назва факультету/навчально-наукового інституту)

Кафедра математичного моделювання

(назва кафедри, що забезпечує викладання)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

**Декан факультету
математики та інформатики**

Ольга МАРТИНЮК



2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Поглиблена 3D-графіка

(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов'язкова)

Освітньо-професійна програма «Системний аналіз»

(назва програми)

Спеціальність 124 Системний аналіз

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(вказати: перший (бакалаврський) / другий (магістерський) / третій (освітньо-науковий))

Факультет математики та інформатики

(назва факультету/ навчально-наукового інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньою програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Поглиблена 3D-графіка» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Системний аналіз»

Розробник:

Дорош Андрій Богданович, асистент, кандидат фіз.-мат. наук

Викладач, що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:

Дорош Андрій Богданович, асистент, кандидат фіз.-мат. наук

Затверджено на засіданні кафедри математичного моделювання

Протокол № 15 від «24» червня 2025 року

Завідувач кафедри _____

Ігор ЧЕРЕВКО

Схвалено методичною радою факультету математики та інформатики

Протокол № 12 від «25» червня 2025 року

Голова методичної ради _____

Віра СІКОРА

Мета навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни – оволодіти принципами роботи з графічним фреймворком OpenGL та основними геометричними перетвореннями.

Завдання вивчення навчальної дисципліни

Після вивчення даної дисципліни студент повинен знати:

- основні геометричні перетворення точок і векторів;
- найпоширеніші формати файлів для зберігання 3D-мешу;
- механізм відображення тривимірної сцени на плоскому екрані;
- принципи роботи з графічним фреймворком OpenGL.

Після вивчення даної дисципліни студент повинен вміти:

- створювати та редагувати 3D-меш;
- триангулювати основні тривимірні геометричні примітиви;
- відображати геометричні примітиви за допомогою OpenGL;
- застосовувати до них основні геометричні перетворення;
- накладати текстур на ці об'єкти; керувати освітленням сцени.

Пререквізити

Для вивчення даної освітньої компоненти будуть базою такі дисципліни: Лінійна алгебра, Програмування, Комп'ютерна графіка.

Результати навчання:

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються наступні

загальні компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК08. Здатність бути критичним і самокритичним;
- ЗК09. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації;
- ЗК10. Здатність працювати автономно;
- ЗК11. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК14. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

фахові компетентності:

ФК6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних.

ФК7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань.

програмні результати навчання:

ПР8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.

ПР10. Знати архітектуру сучасних обчислювальних систем і комп'ютерних мереж.

ПР12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація

| Форма навчання | Рік підготовки | Семестр | Кількість | | Кількість годин | | | | | | Вид підсумкового контролю |
|----------------|----------------|---------|-----------|-------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | кредитів | годин | лекції | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | індивідуальні завдання | |
| Денна | 3 | 5 | 3 | 90 | 15 | – | – | 30 | 45 | – | залік |

Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість кредитів — 3 / годин — 90 год. | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|---|-----|-----|------|--------|--------------|----|-----|-----|------|--|
| | денна форма — 90 год. | | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | | |
| | | л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| Змістовий модуль 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Вступ. Основні поняття. | 14 | 3 | | 5 | | 6 | | | | | | | |
| Тема 2. Знайомство з середовищем Blender | 17 | 3 | | 5 | | 9 | | | | | | | |
| Тема 3. Текстури | 14 | 2 | | 5 | | 7 | | | | | | | |
| Разом за ЗМ 1 | 45 | 8 | | 15 | | 22 | | | | | | | |
| Змістовий модуль 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 4. Триангуляція | 17 | 2 | | 5 | | 6 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|
| <i>основних геометричних примітивів</i> | | | | | | | | | | | | |
| Тема 5. Формат файлів STL | 21 | 2 | | 5 | | 9 | | | | | | |
| Тема 6. Відображення простої 3D-сцени за допомогою OpenGL | 22 | 3 | | 5 | | 8 | | | | | | |
| Разом за ЗМ 2 | 45 | 7 | | 15 | | 23 | | | | | | |
| Усього годин | 90 | 15 | | 30 | | 45 | | | | | | |

Теми лекційних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | Вступ до 3D-графіки. Основні поняття. | 2 |
| 2 | Полігональний меш. | 3 |
| 3 | Текстури. | 3 |
| 4 | STL-файли. | 3 |
| 5 | OpenGL. | 4 |
| | Разом | 15 |

Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми (завдання) | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | <p>Тема: Створення 3D-моделі інтер'єру. Завдання: Створити 3D-модель будинку за допомогою безкоштовної програми Sweet Home 3D. Будинок повинен мати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • щонайменше 2 поверхи зі сходами • вхідні двері • міжкімнатні двері • вікна у кожній кімнаті • спальню • кухню • ванну кімнату • коридор • меблі у кожній кімнаті | 5 |

| | | |
|---|---|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • кожна кімната повинна мати стіни й підлогу певного кольору або текстури • зовнішні стіни будинку теж повинні мати колір або текстуру | |
| 2 | <p>Тема: Створення 3D-моделі у Blender.</p> <p>Завдання: Створити 3D-модель об'єкта у безкоштовному середовищі Blender (згідно свого варіанту) і накласти на нього текстуру. Завдання виконати з використанням лише одного об'єкта, з якого витесати потрібну форму. Файл зберегти у форматі .blend.</p> | 5 |
| 3 | <p>Тема: Створення анімованої 3D-моделі у Blender.</p> <p>Завдання: Створити 3D-модель об'єкта у середовищі Blender (згідно свого варіанту), накласти на нього текстуру і створити анімацію. Дозволяється компонування з різних об'єктів. Файл зберегти у форматі .blend.</p> | 5 |
| 4 | <p>Тема: Створення безшовної текстури.</p> <p>Завдання: Самостійно зробити знімок будь-якої поверхні (на вибір) і створити з нього безшовну текстуру. Це має бути плоске зображення у форматі JPEG або PNG, яке при дублюванні (з усіх боків) не має швів і різких переходів. Зазвичай текстури роблять квадратними із розміром сторони кратним 16 (наприклад, 512x512, 1024x1024, 2048x2048). Завантажені з Інтернету текстури використовувати не дозволяється.</p> <p>Накласти одержану текстуру на створений у попередніх завданнях 3D-об'єкт (або на одну з його частин).</p> | 5 |
| 5 | <p>Тема: Створення STL-файлу програмними засобами.</p> <p>Завдання: Написати програму, яка програмно створює триангульовану 3D-модель об'єкта і записує координати всіх його граней в текстовий (а не бінарний) STL-файл. Користувач у якості вхідних даних задає параметри об'єкта (наприклад, довжину сторони чи радіус).</p> | 5 |
| 6 | <p>Тема: Відображення 3D-об'єкта на екрані за допомогою OpenGL.</p> <p>Завдання: Написати програму, яка малює на екрані 3D-об'єкт (такий же, як у попередній лабораторній роботі) засобами OpenGL.</p> | 5 |
| | Разом | 30 |

Самостійна робота

Самостійна робота складає 45 годин. Розподіл самостійної роботи за видами навчальних робіт:

- підготовка до лекційних занять – 10 годин;
- виконання лабораторних робіт – 20 годин;
- підготовка до заліку – 15 годин.

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Підготовка до лекційних занять. | 10 |
| 2 | Створення 3D-моделі інтер'єру. | 3 |
| 3 | Створення 3D-моделі у Blender. | 5 |
| 4 | Створення анімованої 3D-моделі у Blender. | 5 |
| 5 | Створення безшовної текстури. | 1 |
| 6 | Створення STL-файлу програмними засобами. | 3 |
| 7 | Відображення 3D-об'єкта на екрані за допомогою OpenGL. | 3 |
| 8 | Підготовка до заліку. | 15 |
| | Разом | 45 |

Контроль та оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі вивчення навчальної дисципліни

Під час вивчення навчальної дисципліни використовуються такі види та методи контролю: *лабораторні роботи та тести.*

Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни:

- 1) Які бувають системи координат?
- 2) Що таке векторний добуток?
- 3) Що таке нормальний вектор?
- 4) Що таке проєкція?
- 5) Що таке меш?
- 6) Що таке вершина?
- 7) Що таке ребро?
- 8) Що таке грань?
- 9) Що таке текстура?
- 10) Яка текстура вважається безшовною?
- 11) Які бувають формати файлів для збереження 3D-моделей?
- 12) Які 3D-формати файлів бувають текстовими і бінарними?
- 13) Які найвідоміші середовища для 3D-моделювання?
- 14) Що таке стереолітографія?
- 15) Яка структура STL-файлів?

- 16) Чи підтримують STL-файли зберігання інформації про колір об'єктів? Їхню анімацію?
- 17) Що таке OpenGL?
- 18) Яка послідовність операцій при роботі з OpenGL?
- 19) Скільки разів можна завантажити OpenGL в оперативну пам'ять? Чому?
- 20) Які є способи описати 3D-об'єкт в OpenGL?

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Система оцінювання рівня навчальних досягнень ґрунтується на принципах ECTS та є накопичувальною.

Протягом семестру студенти виконують 8 лабораторних робіт та 1 контрольне тестування. Лабораторні роботи (ЛР) оцінюються різною кількістю балів, контрольне тестування 20 балів, всього протягом семестру можна набрати 70 балів (див. таблицю нижче).

| Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота) | | | | | | | Кількість балів (залік) | Сумарна к-ть балів |
|---|-----|-----|-----|------|------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| ЛР1 | ЛР2 | ЛР3 | ЛР4 | ЛР 5 | ЛР 6 | Підсумкове тестування | 30 | 100 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | |

Зарахування результатів неформальної освіти

Здобувачі вищої освіти має право на участь у неформальній/інформальній освіті.

У межах поточного контролю можуть визнаватися результати неформальної/інформальної освіти за умови наявності сертифікату або освітньої декларації про результати неформальної/інформальної освіти з питань, що відповідає тематиці курсу («Порядок визнання у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти», <https://www.chnu.edu.ua/media/4g5fzssb/poriadok-vyznannia-rezultatив-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-ta-abo-informalnoi-osvity.pdf>).

Студентам можуть бути зараховані додаткові бали, отримані через неформальну освіту, до загальної суми балів, набраної з освітньої компоненти, за умови, що результати з проблеми, за якою відбувалося навчання, відповідають тематиці курсу.

Критерії оцінювання результатів навчання (з навчальної дисципліни) на підсумковому контролі

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом мінімальних порогових рівнів оцінок (балів) за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

Протягом вивчення дисципліни студент за виконання лабораторних робіт повинен набрати не менше 50% можливих балів (25 балів з 50) та на підсумковому тестуванні набрати не менше 50% можливих балів (10 балів з 20).

Підсумкова оцінка, як показник результатів вивчення навчальної дисципліни, складається із сумарної кількості балів за поточне оцінювання – **70 балів** та підсумкового модуль-контролю (залік) – **30 балів**, за **100-бальною університетською шкалою**.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| 100-бальна шкала | Оцінка за національною шкалою | | Оцінка за шкалою ЄКТС | |
|------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|---|
| | | | Оцінка | Пояснення за розширеною шкалою |
| 90-100 | Зараховано | Відмінно | A | відмінно |
| 80-89 | | Добре | B | дуже добре |
| 70-79 | | | C | добре |
| 60-69 | | Задовільно | D | задовільно |
| 50-59 | | | E | достатньо |
| 35-49 | Незараховано | Незадовільно | FX | (незадовільно) з можливістю повторного складання |
| 1-34 | | | F | (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання |

Методи та освітні технології навчання

Лекції, лабораторні роботи, тестування, аудиторне та онлайн-навчання з використанням систем Moodle та Google Meet.

Методи навчання:

- вербальні методи (лекція, бесіда, диспут, пояснення, розповідь тощо);
- практичні методи (лабораторні роботи);
- наочні методи (демонстрація, ілюстрація);
- робота з інформаційними ресурсами: з навчально-методичною, науковою, нормативною літературою та інтернет-ресурсами;
- самостійна робота над індивідуальним завданням або за програмою навчальної дисципліни;
- навчання з використанням відповідних онлайн-платформ.

Рекомендована література

Основна

1. John Kessenich, Graham Sellers, Dave Shreiner. OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 4.5 with SPIR-V (9th Edition). — Addison-Wesley Professional, 2016. — 976 p.
2. V. Scott Gordon, John L. Clevenger. Computer Graphics Programming in OpenGL with C++. — Mercury Learning & Information, 2018. — 384 p.

Додаткова

1. Eric Lengyel. Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics, Third Edition. — Cengage Learning PTR, 2011. — 624 p.

Інформаційні ресурси

1. Офіційний сайт OpenGL: <https://www.songho.ca/opengl>
2. Довідковий сайт про OpenGL: <https://www.opengl-tutorial.org/beginners-tutorials>
3. Електронний курс у системі Moodle: <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=191>

Політика академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

1. «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yurii-fedkovycha/>
2. «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu/>