

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО
Механіко-математичний факультет

Кафедра комп'ютерних наук та прикладної математики




РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (3D)

Ступінь бакалавра

Галузь знань 12 Інформаційні технології
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
освітня програма Комп'ютерні науки


2019 – 2020 навчальний рік

Розробник: Булгакова Олександра Сергіївна, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики, кандидат технічних наук, доцент

 (Булгакова О.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Протокол № 1 від «27» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри  (Поздєєв В.О.)

«27» серпня 2019 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 12 Інформаційні технології	Варіативна	
	Спеціальність 122 Комп'ютерні науки		
Індивідуальне науково-дослідне завдання – (підготовка мультипрезентації одного з напрямів застосування КГ. 3D)	Освітня програма: Комп'ютерні науки	<i>Рік підготовки:</i>	
		4-й	
Загальна кількість годин 180		<i>Семестр</i>	
		1-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 8	Ступінь бакалавра	26 год	
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		<i>Лабораторні</i>	
		34 год	
		<i>Самостійна робота</i>	
		120 год	
Вид контролю: залік			

Мова навчання – українська.

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 60 год. – аудиторні заняття, 120 год. – самостійна робота (30% ~ 70%).

2. Мета, завдання навчальної дисципліни та результати навчання

Мета курсу – формування системних відомостей та удосконалення практичних навичок побудови на високому технічному рівні складних тривимірних графічних об'єктів для подальшого ефективного використання у професійній діяльності

Завдання курсу:

- навчати принципам та методам комп'ютерного моделювання;
- навичкам роботи з інструментальними засобами комп'ютерного моделювання;
- розвивати логічне мислення у студентів тощо.

Передумови для вивчення дисципліни: «Комп'ютерна графіка (2D)», «Вища математика», «Проектування».

Очікувані результати навчання:

Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

У результаті вивчення курсу студент оволодіває такими *компетентностями*:

I. Загальнопредметні:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

II. Фахові:

СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

3. Програма навчальної дисципліни

Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.

Тема 1. Представлення об'єктів у 3D просторі.

Особливості тримірного моделювання. Типи рівнянь кривих на площині. Плaskі аналітичні лінії. Лінії у просторі. Еквідистантні криві. Способи побудови пласких кривих. Способи побудови просторових кривих. Типи рівнянь поверхонь. Білінійна поверхня. Клапоть Куна. Способи побудови поверхонь.

Тема 2. Особливості моделювання технічних систем.

Загальне поняття про моделювання технічних систем, що використовуються в комп'ютерних системах

Тема 3. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання.

Види тримірних редакторів. Області застосування тримірного моделювання. Види тримірних редакторів (Autodesk 3ds max, Maya, Softimage, LightWave3D, Cinema 4D). Алгоритм створення тримірної сцени.

Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч.1).

Тема 4. Основи полігонального моделювання.

Завдання уявлення 3D-об'єктів. Основні типи 3D-моделей. Способи представлення моделей геометричних об'єктів. Структура геометричній моделі об'єктів. Точкове та каркасне уявлення геометричної моделі об'єктів. Загальний вигляд параметричної поверхні. Поверхневе завдання тривимірних об'єктів. Полігональна модель. Патч-модель. Об'ємне завдання тривимірних об'єктів. Поняття "воксель". Параметричне завдання геометричних об'єктів. Види параметричних функцій двох змінних.

Тема 5. Робота з матеріалами.

Поняття текстури, маски і шару. Принципи створення реалістичного матеріалу. Характеристики об'єкту матеріалу (колір об'єкту, відблиски, світіння об'єкта, прозорість)

Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч.2).

Тема 6. Основи NURBS- моделювання

NURBS моделювання. Лоскутне моделювання. Створення та модифікація кривих та площин NURBS. Перетворення NURBS-кривої у тривимірний об'єкт. NURBS-площина поперечного лофтінгу. NURBS-площина зміщення. NURBS-площина поперечно-поздовжнього лофтінгу.

Тема 7. Нелінійні деформатори.

Стек модифікаторів. Модифікатори: Affect Region (Область Впливу), Bend (Сгибать), Bevel (Скіс), Displace (Видавити), FFD (Free Form Deformation – Вільна деформація), Fillet / Chamfer (Округляє / Фаска), Lathe (Тіло обертання), Lattice (Грати), Melt (Плавлення), MeshSmooth (Згладжування каркаса), Noise (Шум), Optimize (Оптимізувати), Relax (Послабити), Ripple (Брижі), Shell (Шкаралупа), Skew (Нахил), Squeeze (Стиснути), Stretch (Розтягнути), Sweep (Шаблон), Symmetry (Симетрія), Taper (Звуження), Tessellate (Мозаїчний), Twist (Скручувати), Wave (Хвиля).

Тема 8. Моделювання з використанням Subdivision Surface

Елементи Subdiv-моделі. Принципи моделювання на базі Subdivision Surface. Особливості роботи з поверхнями, що розбиваються.

Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)

Тема 9. Покадрова анімація

Основи анімації. Принципи створення відеоролика. Засоби створення та управління анімацією. Поняття ключового кадру. Види ключів анімації.

Тема 10. Анімація вздовж шляху

Технологія створення анімації уздовж шляху. Прив'язка об'єкта до готової кривої-траєкторії. Формування траєкторії по ключових положень об'єкта. Редагування траєкторії руху. Визначення поведінки об'єкта при його русі по траєкторії. Деформація форми об'єкта при його поворотах.

Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)

Тема 11. Програмна анімація.

Теоретичні аспекти. Створення частинок. Вплив на частки фізичних сил. Приклади впровадження частинок в сцену.

Тема 12. Анімація частинок.

Особливості анімації частинок. Ефект водяних бризок, ефект падаючого снігу. Моделювання широкого спектру ефектів.

Кредит 6. Динаміка у 3D просторі

Тема 13. Динамічні ефекти

Особливості створення динамічних ефектів. Динамічні ефекти: Fire (Вогонь), Smoke (Дим), Fireworks (Феєрверк), Lightning (Блискавка), Shatter, Curve Flow (Потік по кривій) и Surface Flow (Потік по поверхні). Динаміка твердих тіл.

Тема 14. Освітлення сцени

Види джерел світла. Створення стандартних, фотометричних джерел та джерел денного світла. Колір потоку світла. Рівні освітленості сцени. Об'ємне і текстурне освітлення. Налаштування тіней. Режими непрямого освітлення. Редактор матеріалів. Налаштування матеріалів. Методи накладення і типи карт.

Тема 15. Камера в сцені

Управління камерами. Параметри налаштування камер. Створення та налагодження камери. Приклади налаштування камери в статичних сценах. Вибір вдалою точки огляду сцени з урахуванням глибини різкості. Інтеграція 3D-об'єктів в фон. Анімація камер. Переміщення по прямолінійній траєкторії. Стеження за об'єктом, що рухається. Обліт по криволінійній траєкторії

Тема 16. Візуалізація

Особливості налаштування та використання візуалізаторів. Рендеринг сцен за допомогою технології візуалізації V-Ray. Формування відображень і заломлень. Імітація каустики (Caustics). Налаштування глобального освітлення (Global Illumination, GI). Приклади візуалізації сцен в V-Ray

4. Структура навчальної дисципліни

Назви кредитів і тем	Кількість годин					
	усьог	у тому числі				
		о	л	П	лаб	інд
1	2	3	4	5	6	7
Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.						
Тема 1. Представлення об'єктів у 3D просторі.	10	2				8
Тема 2. Особливості моделювання технічних систем.	10	2				8
Тема 3. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання.	10			4		6
Усього	30	4		4		22
Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).						
Тема 4. Основи полігонального моделювання.	16	2		4		10
Тема 5. Робота з матеріалами.	14	2		2		10
Усього	30	4		6		20
Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).						
Тема 6. Основи NURBS- моделювання	14	2		2		10
Тема 7. Нелінійні деформатори.	14			2		12
Тема 8. Моделювання з використанням Subdivision Surface	12			2		10
Усього	30	2		6		22
Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)						
Тема 9. Покадрова анімація	14	2		2		10
Тема 10. Анімація вздовж шляху	16	2		2		12
Усього	30	4		4		22
Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)						
Тема 11. Програмна анімація.	14	2		4		8
Тема 12. Анімація частинок.	16	2		2		12
Усього	30	4		6		20
Кредит 6. Динаміка у 3D просторі						
Тема 13. Динамічні ефекти	8	2		2		4

Тема 14. Освітлення сцени	8	2	2	4
Тема 15. Камера в сцені	6	2	2	2
Тема 16. Візуалізація	8	2	2	4
Усього	30	8	8	14
Усього годин:	180	26	34	120

5. Теми лекційних занять

N з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.</i>		
1	Тема 1. Представлення об'єктів у 3D просторі.	2
2	Тема 2. Особливості моделювання технічних систем.	2
<i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i>		
3	Тема 4. Основи полігонального моделювання.	2
4	Тема 5. Робота з матеріалами.	2
<i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i>		
5	Тема 6. Основи NURBS- моделювання	2
<i>Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)</i>		
6	Тема 9. Покадрова анімація	2
7	Тема 10. Анімація вздовж шляху	2
<i>Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)</i>		
8	Тема 11. Програмна анімація.	2
9	Тема 12. Анімація частинок.	2
<i>Кредит 6. Динаміка у 3D просторі</i>		
10	Тема 13. Динамічні ефекти	2
11	Тема 14. Освітлення сцени	2
12	Тема 15. Камера в сцені	2
13	Тема 16. Візуалізація	2
	Разом	26

5. Теми лабораторних занять

N з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.</i>		
1	Тема 3. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання.	4
<i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i>		
2	Тема 4. Полігональне моделювання об'єктів	4
3	Тема 5. Робота з матеріалами.	2
<i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i>		
4	Тема 6. Створення та модифікація кривих та площин NURBS	2
5	Тема 7. Нелінійні деформатори.	2
6	Тема 8. Моделювання з використанням Subdivision Surface	2
<i>Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)</i>		
7	Тема 9. Засоби створення та управління анімацією.	2
8	Тема 10. Технологія створення анімації уздовж шляху	2
<i>Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)</i>		
9	Тема 11. Створення частинок.	4

10	Тема 12. Анімація частинок.	2
<i>Кредит 6. Динаміка у 3D просторі</i>		
11	Тема 13. Створення динамічних ефектів	2
12	Тема 14. Створення стандартних, фотометричних джерел та джерел денного світла.	2
13	Тема 15. Створення та налагодження камери.	2
14	Тема 16. Налаштування та використання візуалізаторів	2
	Разом	34

7. Самостійна робота

N з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.</i>		
1	Тема 1. Представлення об'єктів у 3D просторі. Способи побудови просторових кривих. Типи рівнянь поверхонь. Білінійна поверхня. Клапоть Куна. Способи побудови поверхонь	8
2	Тема 2. Особливості моделювання технічних систем.	8
3	Тема 3. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання. Види тримірних редакторів (Autodesk Softimage, LightWave3D, Cinema 4D). Алгоритм створення тримірної сцени.	6
<i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i>		
4	Тема 4. Полігональне моделювання об'єктів. Параметричне завдання геометричних об'єктів. Види параметричних функцій двох змінних.	10
5	Тема 5. Робота з матеріалами. Колір об'єкту, відблиски, світіння об'єкта, прозорість	10
<i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i>		
6	Тема 6. Створення та модифікація кривих та площин NURBS	10
7	Тема 7. Нелінійні деформатори. Noise (Шум), Optimize (Оптимізувати), Relax (Послабити), Ripple (Брижі), Shell (Шкаралупа), Skew (Нахил), Squeeze (Стиснути), Stretch (Розтягнути), Sweep (Шаблон), Symmetry (Симетрія), Taper (Звуження), Tessellate (Мозаїчний), Twist (Скручувати), Wave (Хвиля).	12
8	Тема 8. Моделювання з використанням Subdivision Surface	10
<i>Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)</i>		
9	Тема 9. Основи анімації. Принципи створення відеоролика.	10
10	Тема 10. Технологія створення анімації уздовж шляху. Визначення поведінки об'єкта при його русі по траєкторії. Деформація форми об'єкта при його поворотах	12
<i>Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)</i>		
11	Тема 11. Створення частинок. Вплив на частки фізичних сил. Приклади впровадження частинок в сцену.	8
12	Тема 12. Анімація частинок. Моделювання широкого спектру ефектів.	12
<i>Кредит 6. Динаміка у 3D просторі</i>		

13	Тема 13. Створення динамічних ефектів. Lightning (Блискавка), Shatter, Curve Flow (Потік по кривій) и Surface Flow (Потік по поверхні). Динаміка твердих тіл.	4
14	Тема 14. Режими непрямого освітлення. Редактор матеріалів. Налаштування матеріалів. Методи накладення і типи карт	4
15	Тема 15. Інтеграція 3D-об'єктів в фон. Анімація камер. Переміщення по прямолінійній траєкторії. Стеження за об'єктом, що рухається. Обліт по криволінійній траєкторії	2
16	Тема 16. Імітація каустики (Caustics). Налаштування глобального освітлення (Global Illumination, GI). Приклади візуалізації сцен в V-Ray	4
	Разом	120

8. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Індивідуальне науково-дослідне завдання складається з двох напрямів :

I – підготовка та захист контрольної роботи (для студентів ЗФН);

II – підготовка мультимедійної презентації одного з напрямів застосування КГ.3D (для студентів ДФН).

Підготовка та захист контрольної роботи:

Основне завдання цього виду діяльності – набуття знань та вмінь щодо застосування теоретичних та практичних основ методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

Загальні вимоги до виконання індивідуального завдання:

- 1) Загальна характеристика об'єкта дослідження
- 2) Визначення потреб потенційних споживачів продукції.

9. Форми роботи та критерії оцінювання

Рейтинговий контроль знань студентів здійснюється за 100-бальною шкалою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

ОЦІНКА ЄКТС	СУМА БАЛІВ	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ	
		екзамен	залік
A	90-100	5 (відмінно)	5/відм./зараховано
B	80-89	4 (добре)	4/добре/ зараховано
C	65-79		
D	55-64	3 (задовільно)	3/задов./ зараховано
E	50-54		
FX	35-49	2 (незадовільно)	Не зараховано

Форми поточного та підсумкового контролю. Комплексна діагностика знань, умінь і навичок студентів із дисципліни здійснюється на основі результатів проведення поточного й підсумкового контролю знань (КР). Поточне оцінювання (індивідуальне, групове і фронтальне опитування, самостійна робота, самоконтроль). Завданням поточного контролю є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмового матеріалу, виконання практичних, лабораторних робіт, умінь самостійно опрацьовувати тексти, складання конспекту рекомендованої літератури, написання і захист реферату, здатності публічно чи письмово представляти певний матеріал.

Завданням підсумкового контролю (КР, залік) є перевірка глибини засвоєння студентом програмового матеріалу модуля.

Критерії оцінювання відповідей на практичних заняттях:

Студенту виставляється відмінно, якщо студент здатний самостійно здійснювати основні види навчальної діяльності. Знання студента є глибокими, міцними, узагальненими; студент вміє застосовувати знання творчо, його навчальна діяльність позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію.

Студенту виставляється дуже добре, якщо студент знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в нестандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями, вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована.

Студенту виставляється добре, якщо студент знає ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними на середньому рівні, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями, вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована.

Студенту виставляється достатньо, якщо відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Студент відтворює основний навчальний матеріал, здатний виконувати завдання за зразком, володіє елементарними вміннями навчальної діяльності.

Студенту виставляється мінімальний задовільно, якщо відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Студент відтворює основний навчальний матеріал.

Кількість балів у кінці **семестру** повинна складати від 300 до 600 балів (за 6 кредитів), тобто сума балів за виконання усіх завдань.

Відповідний розподіл балів, які отримують студенти за 6 крд

Поточне оцінювання та самостійна робота															КР	Накопичувальні бали/ Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15 T16		
30	35	35	20	30	30	35	35	50	50	25	25	25	25	50	100	600/100*

*Примітка. Коефіцієнт для іспиту – 0,6. Іспит оцінюється в 40 б.

10. Засоби діагностики

Засобами діагностики та методами демонстрування результатів навчання є: завдання до лабораторних занять, завдання для самостійної та індивідуальної роботи, презентації результатів досліджень, тестові завдання, контрольні роботи.

11. Методи навчання

Усний виклад матеріалу: наукова розповідь, спрямована на аналіз фактичного матеріалу; пояснення – вербальний метод навчання, за допомогою якого розкривається сутність певного явища, закону, процесу; проблемне навчання, робота з підручником та додатковими джерелами.

Лекційні заняття призначені для теоретичного осмислення і узагальнення складних розділів курсу, які освітлюються, в основному, на проблемному рівні та у формі діалогічно-проблемних лекцій.

Лабораторні заняття є аудиторними, проводяться по наперед відомих темах у вигляді активних форми проведення занять. Вони призначені для закріплення і глибшого вивчення певних аспектів лекційного матеріалу на практиці.

Самостійна робота є позааудиторною і призначена для самостійного ознайомлення студента з певними розділами курсу за рекомендованими педагогом матеріалами і підготовки до виконання індивідуальних завдань по курсу.

Поточний рейтинг-контроль проводиться викладачем в процесі проведення всіх видів занять. Проміжний рейтинг-контроль призначений для практичної комплексної оцінки освоєння розділів курсу і здійснюється шляхом підготовки студентами відповідей на поставлені питання.

12. Рекомендована література

Базова

1. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
2. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей в Maya: Учебное пособие для вузов / Р.М. Ганеев. - М.: ГЛТ, 2015. - 284 с.
3. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В. Зеньковский. - М.: Форум, 2011. - 384 с.
4. Зеньковский, В.А. 3D моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В.А. Зеньковский. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 384 с.

Допоміжна

1. Комп'ютерна графіка: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за напрямком підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: / Смірнова Н.В. Смірнов В.В., - Кіровоград: КНТУ, 2015 – 52 с.
2. Власій О.О Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень: Навчально-методичний посібник / О. О. Власій, О. М. Дудка. – ІваноФранківськ: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. – 72 с.
3. Комп'ютерна графіка: AutoCAD: навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 304 с.
4. Веселовська Г.В., Ходакова В.Є.: Комп'ютерна графіка: Навч. пос. - К.: Кондор, 2015. - 584 с.
5. Шкіца Л. Є., Корнута О. В., Бекіш І. О., Павлик І. В. Інженерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2015. – 301 с.
6. Шкіца Л. Є., Бекіш І. О. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Електронний курс для дистанційного навчання. - 2017
7. Корнута О. В., Пригоровська Т. О. Інженерна і комп'ютерна графіка: практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. - 61 с.
8. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2017. – 60с.
9. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка: методичні вказівки для виконання курсової роботи. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. - 20 с.

10. В. Ю. Коцюбинський, Л. М. Мельник, О. Ю. Софіна Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Комп'ютерна графіка» – Вінниця : ВНТУ, 2015 . – 65 с.
11. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн.2. / Укладачі : Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 304 с.
12. Василюк А. С., Мельникова Н. І. Комп'ютерна графіка – Видавництво Львівської політехніки, 2016 – 308с.
13. Комп'ютерна графіка : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки» та 123 «Комп'ютерна інженерія» з курсу «Комп'ютерна графіка» / Укладач: Скиба О.П. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 88 с.
14. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD: учебное пособие / И.П. Конакова, И. И. Пирогова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 148 с.
15. Жарков, В.А. Visual Basic 2005, DirectX 9.0 и Microsoft Agent в компьютерной графике, мультимедиа и играх (+ CD-ROM) / В.А. Жарков. - М.: Жарков Пресс, 2017. - 717 с.
16. Журбенко, П. А. Все о компьютерной графике. Трехмерное моделирование в Autodesk Inventor / П.А. Журбенко, Н.П. Алиева, Л.С. Сенченкова. - Москва: ИЛ, 2017. - 112 с.
17. Инженерная 3D компьютерная графика / А.Л. Хейфец и др. - Москва: Машиностроение, 2016. - 464 с.
18. Кэмпбелл, Марк Компьютерная графика / Марк Кэмпбелл. - М.: АСТ, Lingua, Астрель, 2016. - 384 с.
19. Рассел, Джесси Компьютерная графика / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2015. - 298 с.
20. Хейфец, Александр Инженерная компьютерная графика. AutoCAD / Александр Хейфец. - М.: БХВ-Петербург, 2015. - 813 с.
21. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под ред. А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 602 с.
22. Миловская О.С. 3ds Max 2017. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2017, – 416стр.
23. Миловская О.С. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2018, – 416стр.
24. Селезнев В.А., Дмитроченко С.А. Компьютерная графика. Учебник и практикум,– Юрайт, 2019, – 219стр.
25. Информационные технологии и вычислительные системы. Вычислительные системы. Компьютерная графика. Распознавание образов. Математическое моделирование / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. - 100 с.
26. Аверин, В.Н. Компьютерная графика: Учебник / В.Н. Аверин. - М.: Академия, 2018. - 240 с.
27. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 174 с.
28. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: Учебное пособие / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2019. - 208 с.
29. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 64 с.
30. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: Учебное пособие / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 352 с.
31. Аверин, В.Н. Компьютерная графика: Учебник / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2016. - 304 с.

32. Большаков, В.П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания / В.П. Большаков. - СПб.: ВHV, 2016. - 384 с
33. Боресков, А.В. Компьютерная графика: Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 219 с.
34. Голованов, Д.В. Компьютерная нотная графика: Учебное пособие / Д.В. Голованов, А.В. Кунгуров. - СПб.: Планета Музыки, 2018. - 192 с.
35. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльникова. - М.: Academia, 2016. - 236 с.
36. Дегтярев, В.М. Компьютерная геометрия и графика / В.М. Дегтярев. - М.: Academia, 2017. - 200 с.
37. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика: Учебник / В.М. Дегтярев. - М.: Академия, 2018. - 336 с.
38. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика: Учебник / В.М. Дегтярев. - М.: Академия, 2017. - 160 с.
39. Королев, Ю.И. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Ю.И. Королев. - СПб.: Питер, 2019. - 384 с.
40. Кувшинов, Н.С. Инженерная и компьютерная графика (для бакалавров) / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. - М.: КноРус, 2017. - 208 с.
41. Максимова, И.А. Приёмы изобразительного языка в современной архитектуре (ручная и компьютерная графика): Учебное пособие / И.А. Максимова, А.Е. Винокурова, А.В. Пивоварова. - М.: Инфра-М, 2018. - 264 с.
42. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и Web-дизайн. Практикум. Практикум по информатике: Учебное пособие / Т.И. Немцова, Ю.В. Назарова. - М.: Форум, 2018. - 144 с.
43. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и web-дизайн: Уч.пос / Т.И. Немцова, Т.В. Казанкова, А.В. Шнякин и др. - М.: Форум, 2015. - 144 с.
44. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и web-дизайн: Учебное пособие / Т.И. Немцова, Т.В. Казанкова, А.В. Шнякин. - М.: Форум, 2019. - 144 с.
45. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 708 с.
46. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Фракталы: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 100 с.
47. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 200 с.
48. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик, Л.М. Корпан. - М.: Academia, 2018. - 168 с.
49. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик. - М.: Academia, 2017. - 184 с.
50. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик. - М.: Academia, 2016. - 672 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Autodesk Inc. Офіційний ресурс Autodesk для дизайнерів Maya [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https:// autodesk.com/](https://autodesk.com/)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

Механіко-математичний факультет

Кафедра комп'ютерних наук та прикладної математики



ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (3D)

Ступінь бакалавра

Галузь знань 12 Інформаційні технології
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
освітня програма Комп'ютерні науки

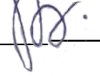
Миколаїв – 2019

Програму розроблено та внесено: Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського


РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Булгакова Олександра Сергіївна, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики, кандидат технічних наук, доцент.

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики


Протокол від «27» серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики 
(Поздєєв В.О.)

Програму погоджено навчально-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «27» серпня 2019 року №
Голова навчально-методичної комісії  (Пархоменко О.Ю.)

Програму погоджено навчально-методичною комісією університету

Протокол від «27» серпня 2019 року № 14
Голова навчально-методичної комісії університету  (Кузнецова О.А.)

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Комп'ютерна графіка (3D)» складена Булгаковою О.С. відповідно до ступеня «бакалавр» студентів спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є принципів побудови та алгоритмів комп'ютерного тривимірного моделювання з використанням сучасних пакетів прикладних програм.

Міждисциплінарні зв'язки: структура курсу спрямована на постійну демонстрацію взаємозв'язку дисциплін, таких як «Комп'ютерна графіка (2D)», «Вища математика», «Проектування» та інші.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу – формування системних відомостей та удосконалення практичних навичок побудови на високому технічному рівні складних тривимірних графічних об'єктів для подальшого ефективного використання у професійній діяльності

Завдання дисципліни:

- навчати принципам та методам комп'ютерного моделювання;
- навичкам роботи з інструментальними засобами комп'ютерного моделювання;
- розвивати логічне мислення у студентів тощо.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент оволодіває такими компетентностями:

I. Загальнопредметні:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

II. Фахові:

СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин/6 кредитів ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.

Тема 1. Представлення об'єктів у 3D просторі.

Особливості тримірного моделювання. Типи рівнянь кривих на площині. Плaskі аналітичні лінії. Лінії у просторі. Еквідистантні криві. Способи побудови пласких кривих. Способи побудови просторових кривих. Типи рівнянь поверхонь. Білінійна поверхня. Клапоть Куна. Способи побудови поверхонь.

Тема 2. Особливості моделювання технічних систем.

Загальне поняття про моделювання технічних систем, що використовуються в комп'ютерних системах

Тема 3. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання.

Види тримірних редакторів. Області застосування тримірного моделювання. Види тримірних редакторів (Autodesk 3ds max, Maya, Softimage, LightWave3D, Cinema 4D). Алгоритм створення тримірної сцени.

Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч.1).

Тема 4. Основи полігонального моделювання.

Завдання уявлення 3D-об'єктів. Основні типи 3D-моделей. Способи представлення моделей геометричних об'єктів. Структура геометричній моделі об'єктів. Точкове та каркасне уявлення геометричної моделі об'єктів. Загальний вигляд параметричної поверхні. Поверхневе завдання тривимірних об'єктів. Полігональна модель. Патч-модель. Об'ємне завдання тривимірних об'єктів. Поняття "воксель". Параметричне завдання геометричних об'єктів. Види параметричних функцій двох змінних.

Тема 5. Робота з матеріалами.

Поняття текстури, маски і шару. Принципи створення реалістичного матеріалу. Характеристики об'єкту матеріалу (колір об'єкту, відблиски, світіння об'єкта, прозорість)

Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч.2).

Тема 6. Основи NURBS- моделювання

NURBS моделювання. Лоскутне моделювання. Створення та модифікація кривих та площин NURBS. Перетворення NURBS-кривої у тривимірний об'єкт. NURBS-площина поперечного лофтінгу. NURBS-площина зміщення. NURBS-площина поперечно-поздовжнього лофтінгу.

Тема 7. Нелінійні деформатори.

Стек модифікаторів. Модифікатори: Affect Region (Область Впливу), Bend (Сгибать), Bevel (Скіс), Displace (Видавити), FFD (Free Form Deformation – Вільна деформація), Fillet / Chamfer (Округляє / Фаска), Lathe (Тіло обертання), Lattice (Грати), Melt (Плавлення), MeshSmooth (Згладжування каркаса), Noise (Шум), Optimize (Оптимізувати), Relax (Послабити), Ripple (Брижі), Shell (Шкаралупа), Skew (Нахил), Squeeze (Стиснути), Stretch (Розтягнути), Sweep (Шаблон), Symmetry (Симетрія), Taper (Звуження), Tessellate (Мозаїчний), Twist (Скручувати), Wave (Хвиля).

Тема 8. Моделювання з використанням Subdivision Surface

Елементи Subdiv-моделі. Принципи моделювання на базі Subdivision Surface. Особливості роботи з поверхнями, що розбиваються.

Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)

Тема 9. Покадрова анімація

Основи анімації. Принципи створення відеоролика. Засоби створення та управління анімацією. Поняття ключового кадру. Види ключів анімації.

Тема 10. Анімація вздовж шляху

Технологія створення анімації уздовж шляху. Прив'язка об'єкта до готової кривої-траєкторії. Формування траєкторії по ключових положень об'єкта. Редагування траєкторії руху. Визначення поведінки об'єкта при його русі по траєкторії. Деформація форми об'єкта при його поворотах.

Кредит 5. Анімація об'єктів (ч.2)

Тема 11. Програмна анімація.

Теоретичні аспекти. Створення частинок. Вплив на частки фізичних сил. Приклади впровадження частинок в сцену.

Тема 12. Анімація частинок.

Особливості анімації частинок. Ефект водяних бризок, ефект падаючого снігу. Моделювання широкого спектру ефектів.

Кредит 6. Динаміка у 3D просторі

Тема 13. Динамічні ефекти

Особливості створення динамічних ефектів. Динамічні ефекти: Fire (Вогонь), Smoke (Дим), Fireworks (Феєрверк), Lightning (Блискавка), Shatter, Curve Flow (Потік по кривій) и Surface Flow (Потік по поверхні). Динаміка твердих тіл.

Тема 14. Освітлення сцени

Види джерел світла. Створення стандартних, фотометричних джерел та джерел денного світла. Колір потоку світла. Рівні освітленості сцени. Об'ємне і текстурне освітлення. Налаштування тіней. Режими непрямого освітлення. Редактор матеріалів. Налаштування матеріалів. Методи накладення і типи карт.

Тема 15. Камера в сцені

Управління камерами. Параметри налаштування камер. Створення та налагодження камери. Приклади налаштування камери в статичних сценах. Вибір вдалою точки огляду сцени з урахуванням глибини різкості. Інтеграція 3D-об'єктів в фон. Анімація камер. Переміщення по прямолінійній траєкторії. Стеження за об'єктом, що рухається. Обліт по криволінійній траєкторії

Тема 16. Візуалізація

Особливості налаштування та використання візуалізаторів. Рендеринг сцен за допомогою технології візуалізації V-Ray. Формування відображень і заломлень. Імітація каустики (Caustics). Налаштування глобального освітлення (Global Illumination, GI). Приклади візуалізації сцен в V-Ray

3. Рекомендована література

Базова

1. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
2. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей в Maya: Учебное пособие для вузов / Р.М. Ганеев. - М.: ГЛТ, 2015. - 284 с.
3. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В. Зеньковский. - М.: Форум, 2011. - 384 с.
4. Зеньковский, В.А. 3D моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В.А. Зеньковский. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 384 с.

Допоміжна

1. Комп'ютерна графіка: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за напрямком підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: / Смірнова Н.В. Смірнов В.В., - Кіровоград: КНТУ, 2015 – 52 с.
2. Власій О.О Комп'ютерна графіка. Обробка растрових зображень: Навчально-методичний посібник / О. О. Власій, О. М. Дудка. – ІваноФранківськ: ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015. – 72 с.
3. Комп'ютерна графіка: AutoCAD: навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук. – Херсон: Грін Д.С., 2015. – 304 с.
4. Веселовська Г.В., Ходакова В.Є.: Комп'ютерна графіка: Навч. пос. - К.: Кондор, 2015. - 584 с.
5. Шкіца Л. Є., Корнута О. В., Бекіш І. О., Павлик І. В. Інженерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2015. – 301 с.
6. Шкіца Л. Є., Бекіш І. О. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Електронний курс для дистанційного навчання. - 2017

7. Корнута О. В., Пригоровська Т. О. Інженерна і комп'ютерна графіка: практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. - 61 с.
8. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2017. – 60с.
9. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка: методичні вказівки для виконання курсової роботи. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. - 20 с.
10. В. Ю. Коцюбинський, Л. М. Мельник, О. Ю. Софіна Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Компютерна графіка» – Вінниця : ВНТУ, 2015 . – 65 с.
11. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн.2. / Укладачі : Тотосько О.В., Микитишин А.Г., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 304 с.
12. Василюк А. С., Мельникова Н. І. Комп'ютерна графіка – Видавництво Львівської політехніки, 2016 – 308с.
13. Комп'ютерна графіка : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки» та 123 «Комп'ютерна інженерія» з курсу «Комп'ютерна графіка» / Укладач: Скиба О.П. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 88 с.
14. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD: учебное пособие / И.П. Конакова, И. И. Пирогова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 148 с.
15. Жарков, В.А. Visual Basic 2005, DirectX 9.0 и Microsoft Agent в компьютерной графике, мультимедиа и играх (+ CD-ROM) / В.А. Жарков. - М.: Жарков Пресс, 2017. - 717 с.
16. Журбенко, П. А. Все о компьютерной графике. Трехмерное моделирование в Autodesk Inventor / П.А. Журбенко, Н.П. Алиева, Л.С. Сенченкова. - Москва: ИЛ, 2017. - 112 с.
17. Инженерная 3D компьютерная графика / А.Л. Хейфец и др. - Москва: Машиностроение, 2016. - 464 с.
18. Кэмпбелл, Марк Компьютерная графика / Марк Кэмпбелл. - М.: АСТ, Lingua, Астрель, 2016. - 384 с.
19. Рассел, Джесси Компьютерная графика / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2015. - 298 с.
20. Хейфец, Александр Инженерная компьютерная графика. AutoCAD / Александр Хейфец. - М.: БХВ-Петербург, 2015. - 813 с.
21. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под ред. А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 602 с.
22. Миловская О.С. 3ds Max 2017. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2017, – 416стр.
23. Миловская О.С. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2018, – 416стр.
24. Селезнев В.А., Дмитроченко С.А. Компьютерная графика. Учебник и практикум,– Юрайт, 2019, – 219стр.
25. Информационные технологии и вычислительные системы. Вычислительные системы. Компьютерная графика. Распознавание образов. Математическое моделирование / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Ленанд, 2015. - 100 с.
26. Аверин, В.Н. Компьютерная графика: Учебник / В.Н. Аверин. - М.: Академия, 2018. - 240 с.
27. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 174 с.
28. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: Учебное пособие / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2019. - 208 с.

29. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 64 с.
30. Аверин, В.Н. Компьютерная инженерная графика: Учебное пособие / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2018. - 352 с.
31. Аверин, В.Н. Компьютерная графика: Учебник / В.Н. Аверин. - М.: Academia, 2016. - 304 с.
32. Большаков, В.П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания / В.П. Большаков. - СПб.: ВHV, 2016. - 384 с
33. Боресков, А.В. Компьютерная графика: Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 219 с.
34. Голованов, Д.В. Компьютерная графика: Учебное пособие / Д.В. Голованов, А.В. Кунгуров. - СПб.: Планета Музыки, 2018. - 192 с.
35. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика / В.М. Дегтярев, В.П. Затыльникова. - М.: Academia, 2016. - 236 с.
36. Дегтярев, В.М. Компьютерная геометрия и графика / В.М. Дегтярев. - М.: Academia, 2017. - 200 с.
37. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика: Учебник / В.М. Дегтярев. - М.: Академия, 2018. - 336 с.
38. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика: Учебник / В.М. Дегтярев. - М.: Академия, 2017. - 160 с.
39. Королев, Ю.И. Инженерная и компьютерная графика. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Ю.И. Королев. - СПб.: Питер, 2019. - 384 с.
40. Кувшинов, Н.С. Инженерная и компьютерная графика (для бакалавров) / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. - М.: КноРус, 2017. - 208 с.
41. Максимова, И.А. Приёмы изобразительного языка в современной архитектуре (ручная и компьютерная графика): Учебное пособие / И.А. Максимова, А.Е. Винокурова, А.В. Пивоварова. - М.: Инфра-М, 2018. - 264 с.
42. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и Web-дизайн. Практикум. Практикум по информатике: Учебное пособие / Т.И. Немцова, Ю.В. Назарова. - М.: Форум, 2018. - 144 с.
43. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и web-дизайн: Уч.пос / Т.И. Немцова, Т.В. Казанкова, А.В. Шнякин и др. - М.: Форум, 2015. - 144 с.
44. Немцова, Т.И. Компьютерная графика и web-дизайн: Учебное пособие / Т.И. Немцова, Т.В. Казанкова, А.В. Шнякин. - М.: Форум, 2019. - 144 с.
45. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 708 с.
46. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Фракталы: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 100 с.
47. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация: Учебное пособие / Е.А. Никулин. - СПб.: Лань, 2018. - 200 с.
48. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик, Л.М. Корпан. - М.: Academia, 2018. - 168 с.
49. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик. - М.: Academia, 2017. - 184 с.
50. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик. - М.: Academia, 2016. - 672 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік

5. Засоби діагностики успішності навчання:

Лекційні та лабораторні заняття з використанням традиційних методів, інтерактивних методик та комп'ютерної техніки, індивідуальна робота, самостійна робота.

Поточний та підсумковий контроль здійснюється у вигляді комп'ютерних тестів на

освітньому просторі університету. Для оцінювання використовується національна чотириохвальна шкала: відмінно, добре, задовільно, незадовільно; європейська шкала: A, B, C, D, E, FX, F.

(приклад для заліку) 100% балів студенти накопичують на заняттях та під час поточного і підсумкового контролю, що регламентується робочою програмою викладача. (приклад для іспиту) 60% балів студенти накопичують на заняттях та під час поточного контролю, що регламентується робочою програмою викладача, 40% балів студенти набирають на іспиті.