

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

Кафедра інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

_____ О. А. Кузнецова

_____ 20__ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА. 3D**

Ступінь бакалавра

(для всіх спеціальностей

крім спеціальностей галузі знань 12 Інформаційні технології)

2020 – 2021 навчальний рік

Розробник: Булгакова Олександра Сергіївна, доцент кафедри інформаційних технологій, кандидат технічних наук, доцент _____ (Булгакова О.С)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій

Протокол № __ від «__» _____ 2020 р.

Завідувач кафедри _____ (Зосімов В.В.)

«__» _____ 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, освітній рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|---|--------------------------------------|--|
| | | <i>денна форма навчання</i> | |
| Кількість кредитів – 5 | Галузь знань всі галузі окрім галузі знань 12 Інформаційні технології | Варіативна | |
| | | | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання – | Освітня програма: | <i>Рік підготовки:</i> | |
| | | 2-й | |
| Загальна кількість годин 150 | | <i>Семестр</i> | |
| | | -й | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 8 | Ступінь бакалавра | <i>Лекції</i> | |
| | | 20 год | |
| | | <i>Практичні, семінарські</i> | |
| | | | |
| | | <i>Лабораторні</i> | |
| | | 30 год | |
| | | <i>Самостійна робота</i> | |
| 100 год | | | |
| | | Вид контролю: залік | |

Мова навчання – українська.

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 50 год. – аудиторні заняття, 100 год. – самостійна робота (30% ~ 70%).

2. Мета, завдання навчальної дисципліни та результати навчання

Мета курсу – освоєння графічного 3D-редактору, за допомогою якого можна моделювати тривимірні зображення об'єктів, а також базових концепцій програм анімації та фундаментальних інструментів, які необхідні для створення елементів дизайну, тривимірних персонажів та анімацій.

Завдання курсу:

- освоєння загальних принципів роботи з 3D-редактором
- моделювання різних категорій об'єктів, їх редагування та модифікація
- створення анімаційних зображень та відеомонтаж сцен

Передумови для вивчення дисципліни: для вивчення необхідні знання дисциплін на рівні загальноосвітньої школи: математика, інформатика.

Навчальна дисципліна складається з 5-ти кредитів.

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.

Знати склад і структуру використовуваних в системах мультимедіа технічних і програмних засобів;

Оволодіти навичками використання основних графічних редакторів.

У результаті вивчення курсу студент оволодіває такими *компетентностями*:

I. Загальнопредметні:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями

Базові знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій.

II. Фахові:

Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем.

3. Програма навчальної дисципліни

Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.

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

Особливості тримірного моделювання. Способи побудови плоских кривих. Способи побудови просторових кривих. Типи поверхонь. Способи побудови поверхонь.

Тема 2. 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 3. Основи полігонального моделювання.

Завдання представлення 3D-об'єктів. Основні типи 3D-моделей. Способи представлення моделей геометричних об'єктів. Структура геометричній моделі об'єктів. Полігональна модель. Об'ємне завдання тривимірних об'єктів.

Тема 4. 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 5. Основи NURBS- моделювання

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

Тема 6. 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 7. 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

Тема 8. Покадрова анімація

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

Тема 9. 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. Динаміка у 3D просторі

Тема 10. 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 11. 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. Режимы непрямого освітлення. Редактор матеріалів. Налаштування матеріалів. Методи накладення і типи карт.

Тема 12. 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 13. 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 о | у тому числі | | | | |
| | | л | П | лаб | інд | ср |
| 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. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання. | 20 | 2 | | 4 | | 14 |
| Усього | 30 | 4 | | 4 | | 22 |
| Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1). | | | | | | |
| Тема 3. Основи полігонального моделювання. | 16 | 2 | | 2 | | 12 |
| Тема 4. Робота з матеріалами. | 14 | 2 | | 2 | | 10 |
| Усього | 30 | 4 | | 4 | | 22 |
| Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2). | | | | | | |
| Тема 5. Основи NURBS- моделювання | 10 | 2 | | 2 | | 6 |
| Тема 6. Нелінійні деформатори. | 10 | | | 4 | | 6 |
| Тема 7. Моделювання з використанням Subdivision Surface | 10 | | | 2 | | 8 |
| Усього | 30 | 2 | | 8 | | 20 |
| Кредит 9. Анімація об'єктів | | | | | | |
| Тема 8. Покадрова анімація | 14 | 2 | | 2 | | 10 |
| Тема 9. Анімація вздовж шляху | 16 | 2 | | 4 | | 10 |
| Усього | 30 | 4 | | 6 | | 20 |
| Кредит 5. Динаміка у 3D просторі | | | | | | |
| Тема 10. Динамічні ефекти | 8 | 2 | | 2 | | 4 |
| Тема 11. Освітлення сцени | 8 | 2 | | 2 | | 4 |
| Тема 12. Камера в сцені | 6 | 2 | | 2 | | 4 |
| Тема 13. Візуалізація | 6 | | | 2 | | 2 |
| Усього | 30 | 6 | | 8 | | 14 |
| Усього годин: | 150 | 20 | | 30 | | 100 |

5. Темі 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. Види тримірних редакторів. Области застосування тримірного моделювання. | 2 |
| <i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i> | | |
| 3 | Тема 3. Основи полігонального моделювання. | 2 |
| 4 | Тема 4. Робота з матеріалами. | 2 |

| <i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i> | | |
|--|-----------------------------------|----|
| 5 | Тема 5. Основи NURBS- моделювання | 2 |
| <i>Кредит 4. Анімація об'єктів (ч.1)</i> | | |
| 6 | Тема 8. Покадрова анімація | 2 |
| 7 | Тема 9. Анімація вздовж шляху | 2 |
| <i>Кредит 5. Динаміка у 3D просторі</i> | | |
| 8 | Тема 10. Динамічні ефекти | 2 |
| 9 | Тема 11. Освітлення сцени | 2 |
| 10 | Тема 12. Камера в сцені | 2 |
| | Разом | 20 |

5. Теми лабораторних занять

| N з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|--|-----------------|
| <i>Кредит 1. Поняття про комп'ютерне моделювання.</i> | | |
| 1 | Тема 2. Ознайомлення з пакетом комп'ютерного 3D-моделювання. | 4 |
| <i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i> | | |
| 2 | Тема 3. Полігональне моделювання об'єктів | 2 |
| 3 | Тема 4. Робота з матеріалами. | 2 |
| <i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i> | | |
| 4 | Тема 5. Створення та модифікація кривих та площин NURBS | 2 |
| 5 | Тема 6. Нелінійні деформатори. | 4 |
| 6 | Тема 7. Моделювання з використанням Subdivision Surface | 2 |
| <i>Кредит 4. Анімація об'єктів</i> | | |
| 7 | Тема 8. Засоби створення та управління анімацією. | 2 |
| 8 | Тема 9. Технологія створення анімації уздовж шляху | 4 |
| <i>Кредит 5. Динаміка у 3D просторі</i> | | |
| 11 | Тема 10. Створення динамічних ефектів | 2 |
| 12 | Тема 11. Створення стандартних, фотометричних джерел та джерел денного світла. | 2 |
| 13 | Тема 12. Створення та налагодження камери. | 2 |
| 14 | Тема 13. Налаштування та використання візуалізаторів | 2 |
| | Разом | 30 |

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 поверхонь | 8 |
| 2 | Тема 2. Ознайомлення з пакетом для комп'ютерного моделювання. Види тримірних редакторів. Алгоритм створення тримірної сцени. | 14 |
| <i>Кредит 2. Моделювання 3D об'єктів (ч1).</i> | | |
| 3 | Тема 3. Полігональне моделювання об'єктів. | 12 |
| 4 | Тема 4. Робота з матеріалами. Колір об'єкту, відблиски, світіння об'єкта, прозорість | 10 |

| <i>Кредит 3. Моделювання 3D об'єктів (ч2).</i> | | |
|--|---|-----|
| 5 | Тема 5. Створення та модифікація кривих та площин NURBS | 6 |
| 6 | Тема 6. 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). | 6 |
| 7 | Тема 7. Моделювання з використанням Subdivision Surface | 8 |
| <i>Кредит 4. Анімація об'єктів</i> | | |
| 8 | Тема 8. Основи анімації. Принципи створення відеоролика. | 10 |
| 9 | Тема 9. Технологія створення анімації уздовж шляху. Визначення поведінки об'єкта при його русі по траєкторії. Деформація форми об'єкта при його поворотах | 10 |
| <i>Кредит 6. Динаміка у 3D просторі</i> | | |
| 10 | Тема 10. Створення динамічних ефектів. Lightning (Блискавка), Shatter, Curve Flow (Потік по кривій) и Surface Flow (Потік по поверхні). Динаміка твердих тіл. | 4 |
| 11 | Тема 11. Режимы непрямого освітлення. Редактор матеріалів. Налаштування матеріалів. Методи накладення і типи карт | 4 |
| 12 | Тема 12. Інтеграція 3D-об'єктів в фон. Анімація камер. Переміщення по прямолінійній траєкторії. Стеження за об'єктом, що рухається. Обліт по криволінійній траєкторії | 4 |
| 13 | Тема 13. Імітація каустики (Caustics). Налаштування глобального освітлення (Global Illumination, GI). Приклади візуалізації сцен в V-Ray | 1 |
| | Разом | 100 |

8. Форми роботи та критерії оцінювання

Рейтинговий контроль знань студентів здійснюється за 100-бальною шкалою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| ОЦІНКА ECTS | 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 250 до 500 балів (за 5 кредитів), тобто сума балів за виконання усіх завдань.

Відповідний розподіл балів, які отримують студенти за 5 крд

| Поточне оцінювання та самостійна робота | | | | | | | | | | | | | КР | Накопичувальні бали/ Сума |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | | |
| 20 | 80 | 50 | 50 | 30 | 35 | 35 | 30 | 30 | 15 | 15 | 15 | 15 | 100 | 500/100* |

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

9. 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.

10. 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.

11. 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. Веселовська Г.В., Ходакова В.Є.: Комп'ютерна графіка: Навч. пос. - К.: Кондор, 2015. - 584 с.
4. Шкіца Л. Є., Корнута О. В., Бекіш І. О., Павлик І. В. Інженерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2015. – 301 с.
5. Шкіца Л. Є., Бекіш І. О. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Електронний курс для дистанційного навчання. - 2017
6. Корнута О. В., Пригоровська Т. О. Інженерна і комп'ютерна графіка: практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. - 61 с.
7. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2017. – 60с.
8. Тарас І. П. Комп'ютерна графіка: методичні вказівки для виконання курсової роботи. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. - 20 с.

9. 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.
10. 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.
11. Василюк А. С., Мельникова Н. І. Комп'ютерна графіка – Видавництво Львівської політехніки, 2016 – 308с.
12. 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.
13. Инженерная 3D компьютерная графика / А.Л. Хейфец и др. - Москва: Машиностроение, 2016. - 464 с.
14. Кэмпбелл, Марк Компьютерная графика / Марк Кэмпбелл. - М.: АСТ, Lingua, Астрель, 2016. - 384 с.
15. Рассел, Джесси Компьютерная графика / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2015. - 298 с.
16. 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.
17. Миловская О.С. 3ds Max 2017. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2017, – 416стр.
18. Миловская О.С. 3ds Max 2018 и 2019. Дизайн интерьеров и архитектуры, – Питер, 2018, – 416стр.
19. Селезнев В.А., Дмитроченко С.А. Компьютерная графика. Учебник и практикум,– Юрайт, 2019, – 219стр.

12. Інформаційні ресурси

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