

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД – 12801/уч.

Программирование компьютерной графики

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:**

1-31 03 08 Математика и информационные технологии (по направлениям)

Направления специальности:

1-31 03 08-02 Математика и информационные технологии (математическое и
программное обеспечение мобильных устройств)

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 08-2014, утвержден Постановлением МО РБ № 99 от 09.07.2014, учебного плана № G31-196/уч. от 30.05.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Дубров Б.М., доцент кафедры веб-технологий и компьютерного моделирования Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Куликов С.С., доцент кафедры ПОИТ Белорусского государственного университета информатики и радиотехники Республики Беларусь, кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой веб-технологий и компьютерного моделирования БГУ
(протокол № 9 от 24.05.2023 г.)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 29.06.2023 г.)

Заведующий кафедрой



М.В. Игнатенко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины создание у студентов компетенций в области программирования компьютерной графики

Задачи учебной дисциплины:

1. Знакомство с основными моделями и алгоритмами двумерной и трехмерной компьютерной графики и вычислительной геометрии.
2. Получение практических навыков программирования интерактивных приложений на основе трехмерной компьютерной графики.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием. Дисциплина «Программирование компьютерной графики» относится к дисциплинам специализаций компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами. Изучение дисциплины «Программирование компьютерной графики» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Методы программирования», «Технологии программирования», «Анализ и проектирование информационных систем».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Программирование компьютерной графики» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

академические компетенции:

- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

- ПК-4. Самостоятельно работать с научной, нормативно-справочной и специализированной литературой, в том числе с доступной в компьютерных сетях.

- ПК-5. Проводить исследования в области решения научно-производственных задач и оценивать эффективность таких решений.

- ПК-8. Применять в производственной и научной деятельности современные технологии и методы проектирования, разработки и тестирования информационных систем.

- ПК-16. Готовить доклады, материалы к презентациям.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

модели двумерной и трехмерной векторной графики; форматы двумерной растровой графики; основные алгоритмы вычислительной геометрии; модели интерактивных веб приложений с трехмерным графическим интерфейсом;

уметь:

оценивать сложность алгоритмов компьютерной графики и вычислительной геометрии; разрабатывать архитектуру интерактивных приложений с трехмерным графическим интерфейсом;

владеть:

библиотеками разработки веб приложений с трехмерными сценами; приемами моделирования сложных графических эффектов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 7 семестре в очной форме получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Программирование компьютерной графики» отведено:

— в очной форме получения высшего образования — всего 126 часов, в том числе 54 аудиторных часа, из них: лекции — 32 часа, лабораторные занятия — 20 часов, управляемая самостоятельная работа — 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3.5 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Понятие векторной и растровой графики. Растеризация. Разрешение растровой графики. Проективная геометрия и проективные преобразования в 3D.

Тема 2. АЛГОРИТМЫ МАШИННОЙ ГРАФИКИ

Индекс кривой относительно точки. методы определения области, заданной множеством замкнутых кривых: non-zero rule, even-odd rule. Растеризация области на плоскости методом сканирующей линии. Алгоритмы отсечения.

Тема 3. ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ВЕКТОРНОЙ ГРАФИКИ

Триангуляция поверхностей. Полиномиальные кривые и поверхности Безье. Рациональные кривые Безье и NURBS кривые. Алгоритмы спрямления.

Тема 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН

Матрицы модели и проекции. Алгоритмы определения видимого контура: z-buffer, face culling. Модели освещения в 3D. Модель текстур.

Тема 5. ФОРМАТЫ ВЕКТОРНОЙ И РАСТРОВОЙ ГРАФИКИ

Модель SVG двумерной векторной графики. Формат glTF трехмерной векторной графики. Методы сжатия растровых изображений. Алгоритмы построения палитр. Дискретное преобразование Фурье в формате JPEG.

Тема 6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В WebGL и Three.js

Основные понятия стандарта OpenGL и их реализация на основе WebGL. Программирование шейдеров. Основные компоненты графических приложений и их представление в библиотеке Three.js. Программирование анимации.

Тема 7. БАЗОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИЛИТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Алгоритм пересечения отрезков на плоскости методом сканирующей линии. Триангуляция многоугольников. K-d-деревья и R-деревья для ортогонального поиска на плоскости.

Тема 8. ДИАГРАММЫ ВОРОНОСКОГО И ТРИАНГУЛЯЦИЯ ДЕЛОНЕ

Понятие диаграммы Вороного для заданного набора точек. Алгоритм построения диаграмм Вороного методом сканирующей линии. Понятие триангуляции Делоне. Свойства оптимальности. Двойственность между диаграммами Вороного и триангуляциями Делоне.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные понятия компьютерной графики	2					
2	Алгоритмы машинной графики	4					
3	Основные модели векторной графики	4					
4	Моделирование трехмерных сцен	4			4	2	Письменный отчет с устной защитой по домашнему заданию
5	Форматы векторной и растровой графики	4			2		Опрос, контрольная работа
6	Программирование в WebGL и Three.js	4			6		Письменный отчет с устной защитой по лабораторной работе
7	Базовые алгоритмы вычислительной геометрии	6			4		Опрос, письменный отчет с устной защитой по лабораторной работе
8	Диаграммы Вороного и триангуляция Делоне	4			4		Опрос, контрольная работа

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб., BHV, 2002.
2. Ghayour, F., Cantor, D. Real-Time 3D Graphics with WebGL 2
Build interactive 3D applications with JavaScript and WebGL 2, 2nd Edition.
– Packt Publishing, 2018.
3. Dirksen, J. Three.js Cookbook. – Packt Publishing, 2015.
4. Berg, M., Cheong, O., Kreveld, M., Overmans, M. Computational Geometry
Algorithms and Applications. – Springer Verlag, 2008.

Перечень дополнительной литературы

1. Роджерс, Д. Математические основы машинной графики. – М.: Мир, 2001.
2. Hughes, J., van Dam, A., McGuire, M. et al. Computer Graphics: Principles and Practice, 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2013.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине могут использоваться следующие средства текущего контроля:

- устный опрос;
- письменный отчет с устной защитой по лабораторной работе;
- письменный отчет с устной защитой по домашнему заданию;
- контрольная работа.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Программирование компьютерной графики» учебным планом предусмотрен **экзамен**.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения.

Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию:

- устный опрос — 30%

- письменный отчет с устной защитой по лабораторной работе — 40%
- контрольная работа — 30%

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) и отметки на экзамене с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей аттестации составляет 40%, экзаменационной отметки — 60%.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 4. Моделирование трехмерных сцен. (2 ч.)

Задание. Для заданной трехмерной модели построить триангуляцию с заданной точностью, включая координаты вершин, граней и нормалей.

Форма контроля - письменный отчет с устной защитой по домашнему заданию.

Примерная тематика лабораторных работ

1. Разработка приложения на основе WebGL.
2. Программирование шейдеров в рамках архитектуры WebGL.
3. Задание текстур и их параметров.
4. Разработка приложения на основе Three.js
5. Программирование интерактивности.
6. Использование различных моделей освещения.
7. Взаимодействие различных компонент модели.
8. Управление матрицами модели и проецирования.
9. Программирование физически реалистичных моделей.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает: освоение содержание образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме учебной дисциплины;
- выполнение домашнего задания;
- научно-исследовательские работы;
- анализ фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе фактических материалов;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие векторной и растровой графики. Растеризация. Разрешение растровой графики.
2. Индекс кривой относительно точки. методы определения области, заданной множеством замкнутых кривых: non-zero rule, even-odd rule.
3. Растеризация области на плоскости методом сканирующей линии.
4. Проективная геометрия и проективные преобразования в 3D.
5. Алгоритмы определения видимого контура: z-buffer, face culling.
6. Модель текстур. Методы сглаживания и задания текстур за пределами области определения.
7. Модели освещения в трехмерной графике.
8. Кривые и поверхности Безье.
9. Методы сжатия в файлах растровой графики.
10. Модель формата SVG.
11. Алгоритм пересечения отрезков на плоскости методом сканирующей линии.
12. Алгоритм Вейлера пересечения областей на плоскости.
13. Алгоритм Сазерленда-Козна отсечения по выпуклому контуру.
14. K-d-деревья для ортогонального поиска на плоскости.
15. R-деревья для ортогонального поиска на плоскости.
16. Диаграммы Вороного: определение и алгоритм построения
17. Триангуляция Делоне. Базовые свойства и связь с диаграммами Вронского.
18. Базовая архитектура приложений в WebGL.
19. Шейдеры в WebGL. Инициализация и обмен данными.
20. Реализация моделей освещения в шейдерах WebGL.
21. Базовая архитектура приложений в THREE.js.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Логическое программирование и искусственный интеллект	Веб-технологий и компьютерного моделирования	Изменений нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 24 мая 2023 г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ на ____ / ____ учебный
год

п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Веб-технологий и компьютерного моделирования (протокол № ____ от ____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

кандидат физ.-мат. наук доцент

М.В. Игнатенко

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор физ.-мат. наук, доцент

С.М. Босяков