**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы компьютерной графики и обработки изображений

Fundamentals of Computer Graphics and Image Processing

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 002913

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Цель изучения дисциплины: ознакомление обучающихся с основными задачами компьютерной графики и обработки изображений и подходами к их решению; подготовка обучающихся к углубленному изучению специализированных разделов данной области.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена для обучающихся третьего курса и рассчитана на обучающихся, изучавших программирование (владеющих терминологией и имеющих практические навыки, включая основы разработки интерфейсов прикладных программ), алгоритмы и структуры данных, архитектуру ЭВМ в объеме двух курсов.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся самостоятельно изучит находящиеся в свободном доступе материалы по темам, рассматриваемым на занятиях.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Курс способствует формированию следующих компетенций:

* ОПК-1 – способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
* ОПК-3 – способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения;
* ОПК-4 – способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов;
* ПКА-1 – способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий;
* ПКП-1 – способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности;
* ПКП-2 – способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;
* ПКП-4 – способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях;
* ПКП-5 – способен использовать основные методы и средства автоматизации проектирования, реализации, испытаний и оценки качества при создании конкурентоспособного программного продукта и программных комплексов, а также способен использовать методы и средства автоматизации, связанные с сопровождением, администрированием и модернизацией программных продуктов и программных комплексов;
* ПКП-6 – способен использовать знания направлений развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; современных системных программных средств: операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ; тенденции развития функций и архитектур проблемно-ориентированных программных систем и комплексов в профессиональной деятельности;
* ПКП-8 – способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования;
* УКБ-3 – способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Объём интерактивных занятий: 4 часа.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 1-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): семестр 6.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1. | Введение. Цвет и свет. Системы вывода изображений, растр. | лекции | 6 |
| по методическим материалам | 14 |
| 2. | Координаты, преобразования. | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 9 |
| 3. | Проецирование, модель камеры. | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 4. | Игровые движки. | лекции | 6 |
| по методическим материалам | 14 |
| 5. | Текстурирование, Ray Casting, Ray Tracing | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 9 |
| 6. | OpenGL | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 7 | Освещение, шейдеры | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 9 |
| 8 | Фильтрация и масштабирование изображений | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 9 |
| 9. | Промежуточная аттестация | экзамен | 2 |
| консультации | 2 |
| самостоятельная работа | 36 |
| **Итого** | | | **144** |

Более подробный план занятий:

1. Введение. Цвет и свет. Системы вывода изображений, растр.
   1. Знакомство с курсом, План, Правила сдачи.
   2. Цвет и Свет, физическая природа цветового ощущения, метамерия, представление цвета.
   3. Общие данные о системах вывода изображения, понятие алиасинга.
   4. Растр, Буфер кадра, архитектура ПК в приложении к обработке и выводу изображений.
   5. Эффективная растеризация линий, окружностей, многоугольников, закраска.
2. Координаты, преобразования.
   1. Координаты, геометрические примитивы, преобразования.
   2. Однородные координаты, примеры, дуальность задачи поиска выпуклой оболочки.
   3. Вращения и их параметризации, спектральная теорема, кватернионы, матричный логарифм.
3. Проецирование, модель камеры.
   1. Центральное проецирование, pinhole модель камеры.
   2. Алгоритмы отсечения Сазерленда-Коэна и Кируса-Бека.
4. Игровые движки.
   1. История развития игровых движков — классификация движков.
   2. BattleZone, Elite.
   3. Wolfenstien3D и Ray Casting.
   4. Doom и BSP и алгоритм плавающего горизонта.
   5. Quake и его структуры данных.
5. Текстурирование, Ray Casting, Ray Tracing.
   1. Текстурирование, MIP mapping.
   2. Алгоритмы фотореалистичного построения изображений. Ray Casting и Ray Tracing.
   3. Симуляция свойств материалов.
   4. Шумовые и процедурные текстуры.
6. OpenGL.
   1. OpenGL история и архитектура.
7. Освещение, шейдеры.
   1. Типы освещения и закрасок — Flat, Gouraud, Phong.
   2. Шейдеры, типы и виды переменных.
   3. Примеры шейдеров.
8. Фильтрация и масштабирование изображений.
   1. Фурье-фильтрация и полосные фильтры.
   2. Вопросы масштабирования изображений.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины обучающиеся должны посещать лекционные занятия.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Контроль успеваемости обучающихся осуществляется посредством проводимого в конце семестра устного экзамена. Экзамен можно сдать двумя способами: сдав теоретический экзамен, либо выполнив практическое задание, выдаваемое в начале курса.

*Методика проведения теоретического экзамена*

На экзамене обучающийся получает 2 вопроса для самостоятельно подготовки, с правом доступа к имеющейся у него литературе. На подготовку к ответу даётся не менее 45 минут. В процессе устной сдачи обучающийся отвечает по билету и отвечает на дополнительные вопросы, а также получает задачу для самостоятельного решения без источников. По результатам общения с обучающимся и факту решения или не решения задачи выставляется оценка.

Имеет место список вопросов, обязательных для получения оценки выше «неудовлетворительно» (ECTS F):

1. определение и формулы задания плоскостей и прямых;

2. сумма арифметической и геометрической прогрессии;

3. определение однородных координат;

4. определение векторного и скалярного произведений;

5. формулировка спектральной теоремы с пониманием всех слов в ней.

Вопросы из этого списка могут задаваться как дополнительные в процессе ответа, при ответе на них нельзя пользоваться литературой, на подготовку к ответу выделяется не менее одной минуты. В случае неудовлетворительного ответа на один из этих вопросов обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Критерии выставления оценок:

Оценка «**отлично**» (ECTS A) выставляется, если выполняются оба условия:

* 1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
  2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «**хорошо**» (ECTS B) выставляется, если выполняются оба условия:

* 1. обучающимся в целом дан ответ по всем вопросам, либо дан полный исчерпывающий ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу представлены основные определения и формулировки;
  2. обучающийся отвечает более чем на 80% дополнительных вопросов.

Оценка «**хорошо**» (ECTS C) выставляется, если выполняются оба условия:

* 1. обучающимся в целом дан ответ по всем вопросам билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя), либо дан полный исчерпывающий ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу представлены основные определения и формулировки;
  2. обучающийся отвечает более чем на 70% дополнительных вопросов.

Оценка «**удовлетворительно**» (ECTS D) выставляется, если выполняются оба условия:

* 1. по обоим вопросам даны все основные определения и формулировки, а по одному из вопросов приведены основные шаги рассуждений;
  2. обучающийся дает правильный ответ более чем на 60% заданных дополнительных вопросов.

Оценка «**удовлетворительно**» (ECTS E) выставляется, если выполняются оба условия:

* 1. по обоим вопросам даны все основные определения и формулировки, а по одному из вопросов приведены основные шаги рассуждений;
  2. обучающийся дает правильный ответ более чем на 50% заданных дополнительных вопросов.

Оценка «**неудовлетворительно**» (ECTS F) выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

*Методика оценивания практического семестрового задания*

Задачи на досрочную практическую сдачу должны быть приняты или не приняты за 10 дней до формальной даты экзамена, чтобы дать обучающемуся подготовиться к экзамену по очной теоретической схеме в случае провала.

Список задач освещается на одном из первых трех занятий по мере готовности. Одну задачу может сдавать только один человек.

До 5-го занятия курса обучающиеся сообщают о том, кто планирует решать предложенные задачи. Первый записавшийся бронирует за собой задачу.

Тип задачи может накладывать ограничения на инструментальные средства. Решения выкладываются под открытой лицензией в виде pull request в основной репозиторий, созданный преподавателем на удобной ему, но публичной платформе. Решение должно быть — корректным, содержать не менее двух тестов, обеспечивающих разумное покрытие кода, и несколько абзацев документации.

При выполнении всех вышеперечисленных условий за экзамен выставляется оценка «**отлично**» (ECTS A).

Мотивация такой формы сдачи в формировании единой кафедральной кодовой базы для дидактических, инженерных и исследовательских нужд.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

*Примерный список вопросов для теоретического экзамена:*

* 1. Цвет и Свет, физическая природа цветового ощущения, метамерия, представление цвета.
  2. Общие данные о системах вывода изображения, понятие алиасинга.
  3. Растр, Буфер кадра, архитектура ПК в приложении к обработке и выводу изображений.
  4. Эффективная растеризация линий, окружностей, многоугольников, закраска.
  5. Координаты, геометрические примитивы, преобразования.
  6. Однородные координаты, примеры, дуальность задачи поиска выпуклой оболочки.
  7. Вращения и их параметризации, спектральная теорема, кватернионы, матричный логарифм.
  8. Центральное проецирование, pinhole модель камеры.
  9. Алгоритмы отсечения Сазерленда-Коэна и Кируса-Бека.
  10. История развития игровых движков — классификация движков. BattleZone, Elite.
  11. Wolfenstien3D и Ray Casting.
  12. Doom и BSP и алгоритм плавающего горизонта.
  13. Quake и его структуры данных.
  14. Текстурирование, MIP mapping.
  15. Алгоритмы фотореалистичного построения изображений. Ray Casting и Ray Tracing.
  16. Симуляция свойств материалов.
  17. Шумовые и процедурные текстуры.
  18. OpenGL история и архитектура.
  19. Типы освещения и закрасок — Flat, Gouraud, Phong.
  20. Шейдеры, типы и виды переменных.
  21. Примеры шейдеров.
  22. Фурье-фильтрация и полосные фильтры.
  23. Вопросы масштабирования изображений.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется

анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном

порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению с опытом работы по специальности в областях, связанных с реинжинирингом информационных систем, анализом исходного кода и подобных.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Не требуется.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Аудитории для проведения занятий должны быть оснащены проекционной техникой и компьютером с возможностью вывода изображения на проектор.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Не требуется.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Роджерс Д.Ф. Алгоритмические основы машинной графики. (Procedural Elements for Computer Graphics) Учебное издание. Перевод с английского С.А. Вичеса, Г.В. Олохтоновой, П.А. Монахова под редакцией Ю.М. Банковского, В.А. Галактионова.
2. А. Боресков «Разработка и отладка шейдеров» БХВ-Петербург, 978-5-94157-712-5, 2006.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Е. Шикин А. Боресков. Компьютерная графика. Полигональные модели. МОСКВА «ДИАЛОГ-МИФИ» ISBN 5-86404-139-4 2001
2. Е. Шикин А. Боресков. Компьютерная графика. Динамика реалистические изображения. Диалог-МИФИ ISBN: 5-86404-061-4 1996

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Курс лекций от MIT <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-837-computer-graphics-fall-2012/>
2. Курс, записанный при содействии ПОМИ РАН <https://www.lektorium.tv/course/22834>
3. Курс CS253 Vanderbilt University School of Engineering <https://archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing>

**Раздел 4. Разработчики программы**

Пименов Александр Александрович, старший преподаватель кафедры системного программирования. calvrack@gmail.com.