

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

Д.В. Куртяник
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«20» марта 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерная графика»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 09.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника |
| Наименование направленности | Компьютерные технологии, системы и сети |
| Форма обучения | заочная |
| Год приема | 2024 |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

стар. преп. _____ «20» марта 2024 г. Д.А. Булгаков
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

«20» марта 2024 г, протокол № 4-23/24

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н., проф. _____ «20» марта 2024 г. М.Б. Сергеев
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н. _____ «20» марта 2024 г. А.А. Фоменкова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерная графика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Компьютерные технологии, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен проектировать пользовательские интерфейсы по готовому образцу или концепции интерфейса»

ПК-4 «Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением основных теоретических знаний, получением умений и выработке практических навыков в области современных систем компьютерной графики, методов представления графических изображений и трёхмерных объектов и их геометрических преобразований. Дисциплина изучает способы реалистичной визуализации изображений, моделирования и анимирования трёхмерных объектов, компоновки сцен, а также проектирования пользовательских интерфейсов по готовому образцу и разработки требований компонентов информационных систем и программных комплексов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования интерактивных интерфейсов компьютерной графики, методов представления геометрических и графических объектов, математических и алгоритмических основ их преобразования, структур трёхмерных данных, способов их визуализации и применения при проектировании программного обеспечения.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|---|---|
| Профессиональные компетенции | ПК-2 Способен проектировать пользовательские интерфейсы по готовому образцу или концепции интерфейса | ПК-2.3.1 знать способы обеспечения доступности интерфейсов; методы статистического анализа данных ПК-2.У.1 уметь оценивать сценарии использования интерфейса программного обеспечения |
| Профессиональные компетенции | ПК-4 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение | ПК-4.3.1 знать принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения ПК-4.У.1 уметь использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информатика»;
- «Основы программирования»;
- «Дискретная математика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Интерактивная компьютерная графика»;
- «Цифровая обработка изображений»;
- «Разработка виртуальной и дополненной реальности».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №4 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 4/ 144 | 4/ 144 |
| Из них часов практической подготовки | 8 | 8 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 16 | 16 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 8 | 8 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 8 | 8 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 9 | 9 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 119 | 119 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз. | Экз. |

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 4 | | | | | |
| Раздел 1. Основные аспекты компьютерной графики | 1 | | | | 12 |
| Раздел 2. Системы координат, геометрические преобразования и проекции в компьютерной графике | 1 | | 1 | | 16 |
| Раздел 3. Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Структуры данных | 1 | | 2 | | 18 |
| Раздел 4. Цветовые модели. Восприятие цвета человеком. Модели и методы освещения. Типы | 2 | | 2 | | 20 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|-----|
| источников света | | | | | |
| Раздел 5. Методы повышения реалистичности 3D-сцен при визуализации. Создание материалов и текстурирование | 1 | | 2 | | 20 |
| Раздел 6. Триангуляция. Методы оптимизации представления геометрической и графической информации | 1 | | 1 | | 18 |
| Раздел 7. Аппаратно-программные средства и стандарты компьютерной графики. | 1 | | | | 15 |
| Итого в семестре: | 8 | | 8 | | 119 |
| Итого | 8 | 0 | 8 | 0 | 119 |
| | | | | | |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|--|
| 1 | <p>Тема 1.1. Основные цели и задачи дисциплины. Понятие геометрического объекта и графического изображения. Виды компьютерной графики: 2D, 3D, фракталы. Определения и особенности растровой и векторной графики. Трехмерная и интерактивная компьютерная графика. Области применения компьютерной графики.</p> <p>Тема 1.2. Особенности зрительной системы человека при восприятии пространства. Концептуальная модель 3D-сцены. Модель камеры.</p> |
| 2 | <p>Тема 2.1. Системы координат. Факторы классификации геометрических проекций. Основные виды проекций: центральные и параллельные.</p> <p>Тема 2.2. Геометрические преобразования: Аффинные преобразования, преобразования пространства, однородные координаты. Матричное представление преобразований на плоскости и в пространстве. Композиция преобразований.</p> |
| 3 | <p>Тема 3.1. Модели геометрических объектов, их виды и свойства. Выпуклые многоугольники и многогранники. Модели двумерных объектов: координатные, аналитические. Модели трехмерных объектов: каркасные, сплошные.</p> <p>Тема 3.2. Сплайны и кривые Безье. Способы получения геометрических объектов. Платоновы тела. Структуры данных геометрических объектов.</p> |
| 4 | <p>Тема 4.1. Особенности зрительной системы человека, восприятие цвета. Кодирование цвета, альфа-канал. Цветовые модели компьютерной графики (RGB, CMYK). Цветовые пространства (HSV, HSL, XYZ).</p> <p>Тема 4.2. Модели и методы освещения. Локальная модель освещения. Типы источников света. Закрашивание по методам Гуро, Фонга и Блинна-Фонга. Понятие нормалей.</p> |

| | |
|---|---|
| | Тема 4.3. Модели и методы глобального освещения: трассировка лучей, метод излучательности, метод Монте-Карло, фотонные карты. |
| 5 | Тема 5.1. Определение и разновидности текстур. Наложение текстур. Текстурные карты и развертки. Тема 5.2. Алгоритмы сглаживания (anti-aliasing) и фильтрации текстур. Тема 5.3. Способы повышение реалистичности изображений. Эффекты визуализации. Атмосферные и оптические эффекты. |
| 6 | Тема 6.1. Понятие триангуляции. Алгоритмы триангуляции. Триангуляция Делоне и её реализация на практике. Примеры использования триангуляции. Тема 6.2. Алгоритмы отсечения по окну проекции (алгоритмы Сазерленда). Двумерное и трехмерное (относительно видимого объема) отсечение. Тема 6.3. Представление отношений по глубине (алгоритм художника, алгоритм Z-буфера). Удаление невидимых граней, рёбер и поверхностей (алгоритм плавающего горизонта, алгоритм Робертса). |
| 7 | Тема 7.2. Этапы 3D-конвейера. Понятие, задачи и разновидности шейдеров. Растровые операции на конвейере. Тема 7.3. Устройство и работа графического процессора. Аппаратная реализация графических функций. Вершинные и пиксельные процессоры. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | |
| | | | | |
| Всего | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|------------------|---|---------------------|----------------------|
| Семестр 4 | | | |
| 1 | Работа с примитивами, полигональное моделирование и применение модификаторов. | 2 | 2 |
| 2 | Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование объектов. | 2 | 3 |
| 3 | Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование. | 2 | 4, 5 |
| 4 | Анимация геометрических объектов и материалов и | 2 | 5, 6 |

| | | |
|---------------------|-------|---|
| визуализация сцены. | | |
| | Всего | 8 |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 4, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 40 | 40 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | 24 | 24 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 15 | 15 |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Домашнее задание (ДЗ) | 11 | 11 |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | 5 | 5 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 24 | 24 |
| Всего: | 119 | 119 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-----------------------------|---|---|
| УДК 681.327.11:003.6(075.3) | Никулин Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы. Уч. Пособие. – Издательство Лань, 2017. – 708с. ISBN: 978-5-8114-2505-1 | |
| УДК 004.5 + 741 | Боресков А. В., Шикин Е. В. Компьютерная | |

| | | |
|--|---|----|
| (075.32) ББК 32.973.26 Б82 | графика: учебник и практикум для СПО – Изд. Юрайт, Москва, 2019. – 219с. ISBN 978-5-534-11630-4 | |
| УДК 004.0 ББК 32.973.26-018.2 Б90 | Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max: учеб.-метод. пособие / Д. А. Булгаков. – СПб.: ГУАП, 2021. – 199с. | 50 |
| УДК 004.4'27 ББК 32.973.26-018.2 Г68 | Горелик А. Г., Васильева Ю. Д. Самоучитель 3ds Max 2022 – Изд. БХВ- Петербург, СПб, 2023. – 544с. ISBN 978-5-9775-1721-8 | |
| ББК 32.973.2 УДК 004.94 Х99 | Хэсс Ф. Практическое пособие Blender 3.0 для любителей и профессионалов. Моделинг, анимация, VFX – Солон-Пресс, 2022. – 300с. ISBN 978-5-91359-485-3 | |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|---|
| https://videoinfographica.com/3dsmax-tutorials/ | Бесплатные уроки по 3ds Max на сайте videoinfographica |
| https://videoinfographica.com/blender-tutorials/ | Бесплатные уроки по Blender на сайте videoinfographica |
| http://3deasy.ru | Уроки 3ds Max для начинающих |
| https://younglinux.info/blender/course | Введение в Blender. Курс для начинающих |
| https://www.math10.com/ru/geometria/geogebra/geogebra.html | Geogebra – бесплатное он-лайн геометрическое приложение |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|---------------------------------|
| 1 | Blender 4.1 или новее |
| 2 | Autodesk 3ds Max 2023 или новее |
| 3 | Paint.NET 3.5.11 или новее |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1 | Мультимедийная лекционная аудитория | 53-07, 32-04 |
| 2 | Специализированная компьютерная лаборатория | 52-09, 52-17 |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|---|
| Экзамен | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Список вопросов к экзамену ➤ Экзаменационные билеты ➤ Задачи ➤ Тесты |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|------------------------|--|
| 5-балльная шкала | |
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| | – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы. Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1 | Понятие о геометрическом объекте, графическом изображении | ПК-2.3.1 |
| 2 | Векторная графика. Определение, основные параметры, примеры | ПК-2.У.1 |
| 3 | Модели объектов трёхмерной графики | ПК-2.3.1 |
| 4 | Растровая графика. Определение, основные параметры, примеры | ПК-2.У.1 |
| 5 | Виды систем координат и способы их преобразования | ПК-2.3.1 |
| 6 | Декартова система координат. Операции над векторами в декартовой системе координат | ПК-2.У.1 |
| 7 | Полярные системы координат. Переход от полярных координат к | ПК-2.У.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| | декартовым | |
| 8 | Концептуальная модель 3D-сцены | ПК-4.3.1 |
| 9 | Модель камеры. Типы проецирования камер в 3D-сцене | ПК-4.3.1 |
| 10 | Аффинные преобразования. Виды аффинных преобразований | ПК-4.У.1 |
| 11 | Эквивалентные геометрические преобразования. Определение и применение | ПК-2.У.1 |
| 12 | Аксонметрические проекции. Виды, принципы построения, матричное представление | ПК-4.У.1 |
| 13 | Параллельные проекции. Основные виды, принципы построения | ПК-2.3.1 |
| 14 | Перспективные проекции. Виды, принципы построения, матричное представление | ПК-2.У.1 |
| 15 | Преобразования на плоскости: виды преобразований, аналитическое и матричное описания, композиция | ПК-4.3.1 |
| 16 | Преобразования в пространстве: виды преобразований, аналитическое и матричное описания, композиция | ПК-4.3.1 |
| 17 | Однородные координаты. Причины введения однородных координат | ПК-2.3.1 |
| 18 | Модели описания геометрических объектов. Платоновы тела | ПК-2.3.1 |
| 19 | Каркасные модели геометрических объектов | ПК-2.3.1 |
| 20 | Сплайны. Кривые Безье | ПК-2.3.1 |
| 21 | Граничное представление объектов (B-rep) | ПК-2.3.1 |
| 22 | Конструктивное блочное представление 3D-объектов. Булевы операции | ПК-4.3.1 |
| 23 | Особенности зрительной системы человека при восприятии цвета | ПК-2.3.1 |
| 24 | Цветовые модели и их классификация | ПК-2.3.1 |
| 25 | Цветовые палитры и кодирование цвета. Альфа-канал | ПК-2.3.1 |
| 26 | Аддитивная и субтрактивная цветовые модели | ПК-4.3.1 |
| 27 | Цветовые пространства HSB, HSL | ПК-4.3.1 |
| 28 | Локальная модель освещения. Типы источников света | ПК-4.3.1 |
| 29 | Модель диффузного отражения Ламберта | ПК-4.3.1 |
| 30 | Различия моделей закрасивания Гуро и Фонга | ПК-4.3.1 |
| 31 | Глобальное освещение по методу трассировки лучей | ПК-4.3.1 |
| 32 | Метод излучательности (Radiosity) | ПК-4.3.1 |
| 33 | Алгоритм Монте-Карло и трассировка пути | ПК-4.У.1 |
| 34 | Алгоритмы триангуляции Делоне | ПК-4.У.1 |
| 35 | Добавление точек в триангуляцию Делоне | ПК-4.У.1 |
| 36 | Отсечение по окну вывода. Основные алгоритмы | ПК-4.3.1 |
| 37 | Отсечение по пирамиде видимости. Основные алгоритмы | ПК-4.3.1 |
| 38 | Принципы работы Z-буфера. Иерархический Z-буфер | ПК-4.3.1 |
| 39 | Управление текстурированием. Наложение текстур | ПК-2.У.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| 40 | Текстурные карты и UV-развертки | ПК-2.У.1 |
| 41 | Способы фильтрации текстур | ПК-2.У.1 |
| 42 | Базовые способы анимации 3D-сцены. Работа с камерой | ПК-4.У.1 |
| 43 | Сглаживание фрагментов (пространственный и временной антиальясинг) | ПК-4.3.1 |
| 44 | Основные этапы 3D-конвейера | ПК-4.3.1 |
| 45 | Растеризация и растровые операции на 3D-конвейере. | ПК-4.3.1 |
| 46 | Шейдеры (вершинные, пиксельные). Определение и основные функции | ПК-2.3.1 |
| 47 | Общие принципы работы графического процессора | ПК-4.3.1 |
| 48 | Модель зеркального отражения Фонга | ПК-4.3.1 |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень тем вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень тем вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1 | Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите, какую задачу выполняет алгоритм Z-буфера. 1. Отсечение фрагментов, загороженных другими объектами сцены 2. Отсечение фрагментов, выходящих за границы окна проекции 3. Отсечение линий, выходящих за границы окна проекции 4. Сборка полигонов из линий 5. Применение сглаживания к границам объектов | ПК-2.3.1 |
| 2 | Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите, какие из перечисленных алгоритмов относятся к глобальному освещению. 1. Трассировка лучей 2. Метод излучательности 3. Фотонные карты | ПК-4.3.1 |

| | | |
|---|---|----------|
| | <p>4. Затенение по Фонгу</p> <p>5. Метод Ламберта</p> | |
| 3 | <p>Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите, алгоритмы, которые решают задачу удаления невидимых элементов в пространстве изображения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритм Робертса 2. Алгоритм Вейлера-Айзертонна 3. Алгоритм плавающего горизонта 4. Алгоритм художника 5. Алгоритм Z-буфера 6. Алгоритм Катмулла-Кларка | ПК-2.У.1 |
| 4 | <p>Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Укажите, какие из перечисленных операций относятся к аффинным преобразованиям.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещение 2. Отражение 3. Скос 4. Масштабирование 5. Изгиб 6. Выдавливание 7. Инвертирование нормалей 8. Вращение | ПК-4.У.1 |
| 5 | <p>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите систему координат, которая применяется в компьютерной графике для построения моделей объектов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прямолинейная прямоугольная 2. Прямолинейная косоугольная 3. Полярная цилиндрическая 4. Полярная сферическая 5. Криволинейная бицентрическая | ПК-4.3.1 |
| 6 | <p>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите формат данных, который используется для представления координат в 3D-графике.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Целочисленный (Integer) 2. Логический (Boolean) 3. С плавающей запятой одинарной точности (FP32) 4. С плавающей запятой двойной точности (FP64) 5. Вещественный (Real) | ПК-2.У.1 |
| 7 | <p>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Определите принцип, который лежит в основе рельефного текстурирования (Bump Mapping).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Смещения нормали к поверхности 2. Смещения нормали к вершине 3. Смещения вершин полигона по вертикальной оси 4. Смешивания цветов материала 5. Применения Альфа-канала | ПК-4.У.1 |
| 8 | <p>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите название вектора, задающего положение точки в декартовой системе координат относительно начала координат.</p> | ПК-4.3.1 |

| | | |
|----|---|----------|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. Радиус-вектор 2. Орт 3. Нулевой луч 4. Вектор-нормаль 5. Свободный вектор | |
| 9 | <p>Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите цвета, которые входят в субтрактивную модель СМУ(k).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Голубой 2. Чёрный 3. Пурпурный 4. Жёлтый 5. Красный 6. Зелёный 7. Белый | ПК-2.3.1 |
| 10 | <p>Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите имя учёного, предложившего модель диффузного отражения света.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Иоганн Генрих Ламберт 2. Ву Тонг Фонг 3. Джеймс Ф. Блинн 4. Анри Гуро | ПК-2.3.1 |

Инструкции и система оценивания теста.

Тест проводится в системе LMS ГУАП (<https://lms.guap.ru/>). Тест может применяться в качестве средства проведения промежуточной аттестации (во время экзамена), так и для проведения текущего контроля успеваемости или контроля остаточных знаний.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1.

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

| № | Указания по оцениванию | Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа) |
|---|--|---|
| 1 | Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца) | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно») |
| 2 | Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно») |
| 3 | Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно») |

| | | |
|---|--|--|
| | аргументы, используемые при выборе ответа | |
| 4 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно») |
| 5 | Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте | Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно») |

Инструкция по выполнению тестового задания находится в таблице 18.2.

Таблица 18.2 - Инструкция по выполнению тестового задания

| № | Тип задания | Инструкция |
|---|---|---|
| 1 | Задание закрытого типа на установление соответствия | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце |
| 2 | Задание закрытого типа на установление последовательности | Прочитайте текст и установите последовательность Запишите соответствующую последовательность букв слева направо |
| 3 | Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора | Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа |
| 4 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора | Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов |
| 5 | Задание открытого типа с развернутым ответом | Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|--|
| 1 | Аффинные преобразования на плоскости. Изобразить плоскую геометрическую фигуру согласно индивидуальному варианту задания, задать матрицу её координат и при помощи матричных операторов выполнить три аффинных преобразования, указанных в индивидуальном варианте задания. |
| 2 | Построение ортогографических проекций. В 3D-редакторе нарисовать трёхмерную фигуру согласно индивидуальному варианту задания и записать матрицу её координат. Построить ортогографическую проекцию на плоскость, параллельную указанной в индивидуальном варианте плоскости (XoY, XoZ или YoZ). Применить матрицу проецирования. |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области создания и отображения моделей геометрических объектов и графических изображений для разработки компонентов информационных систем и аппаратно-программных комплексов.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления;
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения задач компьютерной графики;
- Демонстрация примеров решения задач компьютерной графики;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы из Личного кабинета обучающегося ГУАП. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по её выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые исходные материалы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчёт по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, цель работы, вариант задания, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты, дополненные скриншотами, и выводы. Подробные требования к содержанию и оформлению отчёта приведены в конце каждого файла задания лабораторной работы.

В отчете не следует писать от первого лица, например, "Я создал примитив..." или во множественном числе, например, "Мы создали примитив...". Вместо этого используется безличностная форма изложения в настоящем или прошедшем времени.

Например: "Примитив был создан при помощи инструмента Create..." или "Примитив создаётся через боковую панель инструментов..."

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/regdocs/docs/uch>). Студенческие работы следует оформлять в соответствии с требованиями [ГОСТ 7.32-2017](#) «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и [ГОСТ 2.105-2019](#) «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Методические указания доступны обучающимся в Личном кабинете ГУАП (<https://pro.guap.ru>) в разделе «Материалы» дисциплины «Компьютерная графика». Перечень методических указаний:

- ❖ Моделирование сложных трехмерных сцен в пакете 3ds Max: учеб.-метод. пособие / Д. А. Булгаков. – СПб.: ГУАП, 2021. – 199 с.

Сроки сдачи и оценка лабораторных работ:

Перечень лабораторных работ приведен в таблице 6.

Предельный срок сдачи лабораторных работ – до конца учебной сессии студентов заочной формы обучения.

Таблица 20 – Сроки сдачи и баллы лабораторных работ

| Номер работы | Название работы | Срок выполнения | Максимальный балл |
|--------------|---|--------------------|-------------------|
| 1 | Работа с примитивами, полигональное моделирование и применение модификаторов. | Июнь текущего года | 10 |
| 2 | Создание сложных объектов при помощи линий. Логические операции и тиражирование объектов. | Июнь текущего года | 10 |
| 3 | Освещение сцены, работа с материалами и текстурирование. | Июнь текущего года | 10 |
| 4 | Анимация геометрических объектов и материалов и визуализация сцены. | Июнь текущего года | 10 |

Баллы, набранные обучающимся за лабораторные работы, суммируются с баллами за контрольную работу (максимум – 55 баллов).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа обучающегося по заочной форме обучения включает написание контрольной работы в письменной форме. Контрольная работа включает два задания по вариантам:

- Задание №1 – аффинные преобразования на плоскости;
- Задание №2 – построение ортогографических проекций.

Максимальный балл за контрольную работу – 15 (10 за задание №1 и 5 за задание №2). Эти баллы прибавляются к баллам за лабораторные работы при вычислении итоговой оценки по дисциплине.

Контрольная работа загружается в Личный кабинет обучающегося ГУАП в формате PDF. При выполнении контрольной работы от руки на листке бумаги этот листок сканируется и вставляется в PDF-документ.

Контрольная работа должна включать в себя титульный лист установленной формы (бланк доступен на сайте: <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>), вариант задания, изображения исходных и результирующих фигур, матрицы вершин, аффинных преобразований и проекции, арифметические расчёты перемножения матриц.

Срок сдачи контрольной – до конца учебной сессии студентов заочной формы обучения. После этой даты загрузка контрольной работы в Личный кабинет становится невозможной.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются учебно-методические материалы по дисциплине, а также методические указания по выполнению лабораторных работ и контрольной работы. Все материалы доступны как в электронном виде (публикуются в Личном кабинете ГУАП в разделе «Материалы»), так и в печатном виде (в библиотеке ГУАП).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения текущий контроль успеваемости не проводится.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен – форму оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или её части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Формат проведения экзамена

Экзамен может проводиться в одной из двух форм:

1. Устный экзамен;
2. Экзамен в виде теста.

Форма проведения экзамена выбирается преподавателем заранее, исходя из общего количества обучающихся, загрузки аудиторного фонда и других критериев, и доводится обучающимся в начале учебного семестра. Результаты прохождения экзамена по любой из трёх форм являются равнозначными.

Форма устного экзамена

Устный экзамен проводится по билетам. Каждый билет содержит два вопроса из общего перечня вопросов (таблица 15).

В начале экзамена экзаменуемый вытягивает билет случайным образом, после чего ему даётся 30 минут времени на подготовку к ответу. При подготовке можно использовать ручку и бумагу для записи тезисов ответа. Во время подготовки экзаменуемому запрещается пользоваться любыми справочными материалами или электронными устройствами, а также задавать вопросы другим экзаменуемым. В случае нарушения правил проведения экзамена преподаватель вправе удалить экзаменуемого с экзамена с оценкой «неудовлетворительно».

Ответ на вопросы происходит в формате диалога экзаменуемого с преподавателем.

Форма теста

Тест проводится в Системе дистанционного обучения ГУАП (<https://lms.guap.ru>) за компьютерами в аудитории. Экзаменуемому даётся одна попытка и 1 час времени (с момента запуска тестирования), чтобы ответить на 30 вопросов. За тест можно получить максимум 45 баллов. Эти баллы прибавляются к баллам, заработанным за лабораторные работы и контрольную работу. Итоговая оценка считается по следующей системе:

- менее 55 баллов – «неудовлетворительно»;
- 55-69 баллов – «удовлетворительно»;
- 70-84 балла – «хорошо»;
- 85-100 баллов – «отлично».

В процессе прохождения теста экзаменуемому запрещается пользоваться справочными материалами (включая материалы в сети Интернет), литературой, мобильными электронными устройствами и системами искусственного интеллекта. В случае нарушения правил выполнения теста или при попытках обмана или взлома электронной системы тестирования преподаватель вправе удалить экзаменуемого с экзамена с оценкой «неудовлетворительно».

Вопросы теста имеют варианты ответа. В зависимости от типа вопроса правильный ответ может быть либо один, либо ответов может быть несколько. Темы, к которым относятся вопросы теста, приведены в таблице 18.

Формирование итоговой оценки

Для получения промежуточной аттестации обучающийся обязан сдать экзамен на оценку не ниже «удовлетворительно» (в случае устного экзамена) или заработать суммарно не менее 55 баллов (в случае проведения экзамена в виде теста).

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Приложение 1

Ключи к вопросам теста из таблицы 18

1. **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите, какую задачу выполняет алгоритм Z-буфера.
 - 1) Отсечение фрагментов, загороженных другими объектами сцены – **верно**
 - 2) Отсечение фрагментов, выходящих за границы окна проекции
 - 3) Отсечение линий, выходящих за границы окна проекции
 - 4) Сборка полигонов из линий
 - 5) Применение сглаживания к границам объектов

2. **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Определите, какие из перечисленных алгоритмов относятся к глобальному освещению.
 - 1) Трассировка лучей – **верно**
 - 2) Метод излучательности – **верно**
 - 3) Фотонные карты – **верно**
 - 4) Затенение по Фонгу
 - 5) Метод Ламберта

3. **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Определите, алгоритмы, которые решают задачу удаления невидимых элементов в пространстве изображения.
 - 1) Алгоритм Робертса
 - 2) Алгоритм Вейлера-Айзертсона
 - 3) Алгоритм плавающего горизонта – **верно**
 - 4) Алгоритм художника – **верно**
 - 5) Алгоритм Z-буфера – **верно**
 - 6) Алгоритм Катмулла-Кларка

4. **Прочитайте текст и выберите правильные ответы.** Укажите, какие из перечисленных операций относятся к аффинным преобразованиям.
 - 1) перемещение – **верно**
 - 2) отражение – **верно**
 - 3) скос – **верно**
 - 4) масштабирование – **верно**
 - 5) изгиб
 - 6) выдавливание
 - 7) инвертирование нормалей
 - 8) вращение – **верно**

5. **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите систему координат, которая применяется в компьютерной графике для построения моделей объектов.
 - 1) Прямолинейная прямоугольная – **верно**
 - 2) Прямолинейная косоугольная
 - 3) Полярная цилиндрическая
 - 4) Полярная сферическая
 - 5) Криволинейная бицентрическая

6. **Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.** Укажите формат данных, который используется для представления координат в 3D-графике.

- 1) Целочисленный (Integer)
- 2) Логический (Boolean)
- 3) С плавающей запятой одинарной точности (FP32) – **верно**
- 4) С плавающей запятой двойной точности (FP64)
- 5) Вещественный (Real)

7. Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Определите принцип, который лежит в основе рельефного текстурирования (Bump Mapping).

- 1) Смещения нормали к поверхности – **верно**
- 2) Смещения нормали к вершине
- 3) Смещения вершин полигона по вертикальной оси
- 4) Смешивания цветов материала
- 5) Применения Альфа-канала

8. Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите название вектора, задающего положение точки в декартовой системе координат относительно начала координат.

- 1) Радиус-вектор – **верно**
- 2) Орт
- 3) Нулевой луч
- 4) Вектор-нормаль
- 5) Свободный вектор

9. Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите цвета, которые входят в субтрактивную модель CMY(k).

- 1) Голубой – **верно**
- 2) Чёрный – **верно**
- 3) Пурпурный – **верно**
- 4) Жёлтый – **верно**
- 5) Красный
- 6) Зелёный
- 7) Белый

10. Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите имя учёного, предложившего модель диффузного отражения света.

- 1) Иоганн Генрих Ламберт – **верно**
- 2) Ву Тонг Фонг
- 3) Джеймс Ф. Блинн
- 4) Анри Гуро