

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра математического обеспечения вычислительных систем**

Авторы-составители: **Рябинин Константин Валентинович**

**Кафедра математических и естественнонаучных дисциплин**

Авторы-составители: **Рихтер Татьяна Васильевна**

Рабочая программа дисциплины

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ГРАФИКИ**

Код УМК 66728

Утверждено  
Протокол №5  
от «09» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Математическое моделирование и информационные технологии

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Математическое моделирование и информационные технологии)

**ОПК.1** Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.2** Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты

**ОПК.3** Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

#### **Индикаторы**

**ОПК.3.1** Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи

**ОПК.3.2** Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи

**ОПК.3.3** Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения

#### 4. Объем и содержание дисциплины

|   |   |
|---|---|
| <b>Направления подготовки</b>                                       | 01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое моделирование и информационные технологии) |
| <b>форма обучения</b>   | очная   |
| <b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>            | 8   |
| <b>Объем дисциплины (з.е.)</b>                                      | 4   |
| <b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>                                   | 144   |
| <b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>   | 56  |
| <b>Проведение лекционных занятий</b>                                | 28  |
| <b>Проведение практических занятий, семинаров</b>                   | 14  |
| <b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b> | 14  |
| <b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>                             | 88  |
| <b>Формы текущего контроля</b>                                      | Входное тестирование (1)<br>Защищаемое контрольное мероприятие (4)<br>Итоговое контрольное мероприятие (1)              |
| <b>Формы промежуточной аттестации</b>                               | Экзамен (8 триместр)  |

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики. Первый семестр**

Курс обеспечивает знакомство студентов с современными технологиями компьютерной графики, алгоритмами синтеза и обработки двумерных и трёхмерных изображений.

#### **Введение в компьютерную графику**

Обзор современных технологий, методов и программных решений в области компьютерной графики.

#### **Математические основы построения изображений**

Разъяснений математических моделей хранения изображений и математических аппаратов, необходимых для вывода изображений на экран.

#### **Цветовые модели**

Знакомство студентов с основными подходами к представлению цвета в компьютерной графике (цветовыми моделями), объяснение назначения и особенностей цветовых моделей, демонстрация перехода от одной модели к другой.

#### **Синтез двумерных и трёхмерных изображений средствами OpenGL**

Знакомство с основными технологиями и приёмами синтеза двумерных и трёхмерных изображений средствами библиотек, реализующих стандарт OpenGL.

#### **Организация интерактивности, анимации и сложных визуальных эффектов в реальном времени**

Объяснение принципов организации интерактивности и анимации; знакомство с технологиями создания сложных визуальных эффектов в реальном времени.

#### **Программируемый графический конвейер**

Знакомство студентов с программируемым графическим конвейером и шейдерами (микропрограммами для графического процессора, которые выполняют определённые этапы графического конвейера). Знакомство с языком программирования шейдеров GLSL (с его синтаксисом, типами данных и встроенными функциями).

#### **Модели освещения**

Знакомство студентов с основными подходами моделирования освещения. Вывод закона Ламберта (простейшего закона вычисления освещённости поверхности в точке). Объяснение бликовой модели Фонга. Объяснение способов вычисления нормалей к поверхности для учёта кривизны при вычислении освещения и прочих оптических эффектов. Вывод матрицы трансформации нормалей.

#### **Кривые и поверхности**

Знакомство студентов с кубическими сплайнами и кривыми Безье. Объяснение применения этих кривых в компьютерной графике. Знакомство студентов со способами хранения и генерации трёхмерных моделей (в частности, тел вращения).

#### **Текстуры и спрайты**

Знакомство студентов с понятием текстуры, способами её наложения на трёхмерные поверхности и способами фильтрации. Изучение принципов мипмэппинга.

#### **Обработка (фильтрация) изображений**

Обзор основных технологий обработки (фильтрации) изображений.

#### **Теория фракталов**

Введение в теорию фракталов. Объяснение места и назначения фракталов в компьютерной графике.

Разбор способов построения фракталов.

### **Оптимизация процесса визуализации**

Знакомство студентов с основными подходами к оптимизации процесса визуализации и оптимизации кода шейдеров.

### **Сглаживание границ объектов на изображении**

Объяснение проблемы ступенчатости границ объектов на изображении и способов её решения.

Сравнительная характеристика различных алгоритмов сглаживания границ объектов на изображении.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 233 с.— (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12341-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/447417>

### Дополнительная:

1. Инженерная и компьютерная графика. Часть 2. Методы изображения в архитектурно-строительных и строительных чертежах : учебное пособие / Т. М. Кондратьева, Т. В. Митина, М. В. Царева, О. В. Крылова. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2018. — 123 с. — ISBN 978-5-7264-1846-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76900.html>

2. Левин, С. В. AutoCAD для начинающих : методические рекомендации к практической работе по курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей и направлений подготовки всех форм обучения / С. В. Левин, Г. Д. Леонова, Н. С. Левина. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 35 с. — ISBN 978-5-4487-0216-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74231.html>



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

**<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/info>** Алгоритмические основы современной компьютерной графики

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

ОС Microsoft Windows 7 Pro VL; Microsoft Office Professional/Standard 2007; Kaspersky Endpoint Security for Business; Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**[student.psu.ru](http://student.psu.ru)**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для проведения занятий семинарского (практического) типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: специализированная мебель, меловая доска, переносной проектор, переносной экран, ноутбук.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, для лабораторных работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля – Компьютерный класс № 32 (корп.1).

Основное оборудование: специализированная мебель, персональные компьютеры, проектор, доска меловая, доска интерактивная, принтер, сканер.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещение библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ.

Помещение библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ПГНИУ; ауд. 317 (корп.2).

Основное оборудование: специализированная мебель, меловая доска, проектор, экран, ноутбуки, телевизор.

ПО в библиотеке СГПИ филиал ПГНИУ: ОС Microsoft Windows (предустановленная версия - OEM или версия согласно лицензионным соглашениям); пакет офисных приложений Microsoft Office (версия согласно лицензионным соглашениям); Kaspersky Endpoint Security for Business; Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»; Яндекс.Браузер (свободно распространяемое ПО) и/или Google Chrome (свободно распространяемое ПО); ОС «Альт Образование».

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

| <b>Компетенция<br/>(индикатор)</b>  | <b>Планируемые результаты<br/>обучения</b>  | <b>Критерии оценивания результатов<br/>обучения</b>  |
|---|---|--|
| <p><b>ОПК.1.2</b><br/>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> | <p>Знать основные методы синтеза изображений средствами ЭВМ, уверенно использовать соответствующий математический аппарат; владеть навыком написания программ для синтеза графических изображений в реальном масштабе времени</p> | <p align="center"><b>Неудовлетворител</b><br/>Оценка "Неудовлетворительно" ставится в том случае, студент не знает основные методы синтеза изображений средствами ЭВМ, не умеет пользоваться соответствующим математическим аппаратом и не владеет навыком написания программ для синтеза графических изображений в реальном масштабе времени.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b><br/>Оценка "Удовлетворительно" ставится в том случае, если студент знает лишь самые базовые приёмы синтеза изображений средствами ЭВМ, ориентируется в терминологии, но не обладает чётким знанием алгоритмов синтеза изображений и плохо ориентируется в соответствующих математических методах, а также не продемонстрировал хороших навыков программирования (как написания программ в целом, так и, в частности, программ синтеза графических изображений в реальном масштабе времени).</p> <p align="center"><b>Хорошо</b><br/>Оценка "Хорошо" ставится в том случае, если студент продемонстрировал хорошие навыки программирования (как написания программ в целом, так и, в частности, программ синтеза графических изображений в реальном масштабе времени), знает основные приёмы синтеза изображений средствами ЭВМ, однако неуверенно ориентируется в соответствующем математическом аппарате.</p> <p align="center"><b>Отлично</b><br/>Оценка "Отлично" ставится в том случае,</p> |

| Компетенция<br>(индикатор) | Планируемые результаты<br>обучения | Критерии оценивания результатов<br>обучения  |
|----------------------------|------------------------------------|--|
|                            |                                    | <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>если студент продемонстрировал уверенные знания основных методов синтеза изображений средствами ЭВМ, уверенно пользуется соответствующим математическим аппаратом и владеет навыком написания программ для синтеза графических изображений в реальном масштабе времени.</p> |

### ОПК.3

**Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач**

| Компетенция<br>(индикатор)  | Планируемые результаты<br>обучения  | Критерии оценивания результатов<br>обучения  |
|---|---|--|
| <p><b>ОПК.3.1</b><br/>Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> | <p>Знать основные методы вычислительной геометрии (математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции) и основы функционирования графических процессоров (принципы SIMD-архитектуры, методологию написания программ для этой архитектуры).</p> <p>Уметь использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</p> <p>Владеть навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Оценка "Неудовлетворительно" ставится в том случае, если студент:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не знает основные методы вычислительной геометрии (математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции) и основы функционирования графических процессоров (принципы SIMD-архитектуры, методологию написания программ для этой архитектуры).</li> <li>2. Не умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</li> <li>3. Не владеет основными навыками написания программного кода с использованием ни одного из низкоуровневых API: OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Оценка "Удовлетворительно" ставится в том случае, если студент:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знает основные методы вычислительной геометрии (математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции) и основы функционирования</li> </ol> |

| Компетенция<br>(индикатор) | Планируемые результаты<br>обучения | Критерии оценивания результатов<br>обучения   |
|----------------------------|------------------------------------|---|
|                            |                                    | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>графических процессоров (принципы SIMD-архитектуры, методологию написания программ для этой архитектуры) лишь очень поверхностно.</p> <p>2. В целом умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает грубые ошибки при алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.</p> <p>3. Плохо владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Оценка "Хорошо" ставится в то случае, если студент:</p> <p>1. Знает основные методы вычислительной геометрии (математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции) и основы функционирования графических процессоров (принципы SIMD-архитектуры, методологию написания программ для этой архитектуры), однако в некоторых вопросах ориентируется недостаточно уверенно.</p> <p>2. Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает незначительные ошибки в алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.</p> <p>3. Владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Оценка "Отлично" ставится в то случае, если студент:</p> <p>1. Знает основные методы вычислительной</p> |

| Компетенция<br>(индикатор)   | Планируемые результаты<br>обучения   | Критерии оценивания результатов<br>обучения   |
|--|--|---|
|  |  | <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>геометрии (математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции) и основы функционирования графических процессоров (принципы SIMD-архитектуры, методологию написания программ для этой архитектуры).</p> <p>2. Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</p> <p>3. Владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p>  |
| <p><b>ОПК.3.2</b><br/>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> | <p>Знать математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции.</p> <p>Уметь использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</p> <p>Владеть основными методами разработки приложений, синтезирующих графические изображения в реальном масштабе времени.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>1. Не знает математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции.</p> <p>2. Не умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</p> <p>3. Не владеет основными методами разработки приложений, синтезирующих графические изображения в реальном масштабе времени.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>1. Поверхностно знает математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции.</p> <p>2. В целом умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает грубые ошибки при алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.</p> <p>3. Плохо владеет методами разработки приложений, синтезирующих графические</p> |

| Компетенция<br>(индикатор)   | Планируемые результаты<br>обучения  | Критерии оценивания результатов<br>обучения  |
|--|---|--|
|  |   | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>изображения в реальном масштабе времени</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знает математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции, однако в некоторых вопросах ориентируется недостаточно уверенно.</li> <li>2. Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает незначительные ошибки в алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.</li> <li>3. Владеет основными методами разработки приложений, синтезирующих графические изображения в реальном масштабе времени</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знает математический аппарат аффинных преобразований, преобразований проекции, аппарат билинейной интерполяции.</li> <li>2. Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.</li> <li>3. В совершенстве владеет методами разработки приложений, синтезирующих графические изображения в реальном масштабе времени.</li> </ol> |
| <p><b>ОПК.3.3</b><br/>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> | <p>Уметь использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.<br/>Владеть навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени.<br/>Не владеет основными навыками написания программного кода с использованием ни одного из низкоуровневых API: OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>В целом умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и</p>   |

| Компетенция<br>(индикатор) | Планируемые результаты<br>обучения | Критерии оценивания результатов<br>обучения  |
|----------------------------|------------------------------------|--|
|                            |                                    | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает грубые ошибки при алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.<br/>Плохо владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени, однако допускает незначительные ошибки в алгоритмизации и управлении графическими ресурсами.<br/>Владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет использовать методы вычислительной геометрии для построения алгоритмов синтеза двумерных и трёхмерных изображений в реальном масштабе времени. В совершенств владеет основными навыками написания программного кода с использованием низкоуровневого API OpenGL, Direct3D, Vulkan или Metal (на выбор студента).</p> |



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

| Компетенция<br>(индикатор)  | Мероприятие<br>текущего контроля  | Контролируемые элементы<br>результатов обучения  |
|---|---|--|
| <b>Входной контроль</b>   | Введение в компьютерную графику<br><b>Входное тестирование</b>                    | Знания в области алгебры, геометрии и программирования -- письменный ответ на вопросы теста. |
| <b>ОПК.1.2</b><br>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты<br><b>ОПК.3.3</b><br>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения<br><b>ОПК.3.2</b><br>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи | Программируемый графический конвейер<br><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b> | Компьютерная программа (исходный текст и выдаваемый результат)                               |

| Компетенция<br>(индикатор)  | Мероприятие<br>текущего контроля   | Контролируемые элементы<br>результатов обучения                       |
|---|--|---|
| <p><b>ОПК.1.2</b><br/>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.3.2</b><br/>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p><b>ОПК.3.3</b><br/>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> <p><b>ОПК.3.1</b><br/>Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> | <p>Кривые и поверхности</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p> | <p>Компьютерная программа (исходный текст и выдаваемый результат)</p> |
| <p><b>ОПК.1.2</b><br/>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.3.2</b><br/>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p><b>ОПК.3.3</b><br/>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> <p><b>ОПК.3.1</b><br/>Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> | <p>Текстуры и спрайты</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>   | <p>Компьютерная программа (исходный текст и выдаваемый результат)</p> |

| <b>Компетенция<br/>(индикатор)</b>  | <b>Мероприятие<br/>текущего контроля</b>   | <b>Контролируемые элементы<br/>результатов обучения</b>                 |
|---|--|---|
| <p><b>ОПК.1.2</b><br/>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.3.2</b><br/>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p><b>ОПК.3.3</b><br/>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> <p><b>ОПК.3.1</b><br/>Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> | <p>Теория фракталов</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>                         | <p>Компьютерная программа (исходный текст и выдаваемый результат)</p>   |
| <p><b>ОПК.1.2</b><br/>Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.3.2</b><br/>Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p><b>ОПК.3.3</b><br/>Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> <p><b>ОПК.3.1</b><br/>Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> | <p>Сглаживание границ объектов на изображении</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p> | <p>Письменный ответ на теоретический вопрос из предложенного списка</p> |

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Введение в компьютерную графику

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания             | Баллы |
|-----------------------------------|-------|
| Знания в области геометрии        | 5     |
| Знания в области программирования | 3     |
| Знания в области алгебры          | 2     |

### Программируемый графический конвейер

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

| Показатели оценивания  | Баллы |
|--|-------|
| Согласованная работа вершинного и фрагментного шейдеров, корректная работа с графическим API | 5     |
| Вывод кольчатого прямоугольника  | 3     |
| Вывод волнистого прямоугольника  | 2     |

### Кривые и поверхности

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания  | Баллы |
|--|-------|
| Корректное освещение   | 6     |
| Корректные вычисление и трансформация нормалей   | 5     |
| Корректные построение и трансформация поверхности  | 5     |
| Согласованная работа вершинного и фрагментного шейдеров, корректная работа с графическим API | 4     |

### Текстуры и спрайты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|-----------------------|-------|
|-----------------------|-------|

|  |   |
|--|---|
| Корректное смешивание и наложение двух текстур   | 9 |
| Корректные загрузка и настройка двух текстур   | 6 |
| Согласованная работа вершинного и фрагментного шейдеров, корректная работа с графическим API | 5 |

### **Теория фракталов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Корректный ввод данных пользователем, корректное и стабильное построение кривой по заданным пользователем точкам (отсутствие аварийных завершений программы или исчезновения кривой при добавлении очередной точки) | 6            |
| Корректные вычисление и трансформация нормалей, корректное освещение  | 5            |
| Корректные построение, трансформация и отображение тела вращения  | 5            |
| Согласованная работа вершинного и фрагментного шейдеров, корректная работа с графическим API  | 4            |

### **Сглаживание границ объектов на изображении**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Знание математических основ вычислительной геометрии  | 13           |
| Знание технических принципов и алгоритмов построения изображений средствами современных ЭВМ | 10           |
| Знание определений из компьютерной графики и вычислительной геометрии                       | 7            |