

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума  
Ученого совета ННГУ  
от 14.12.2021 г.  
протокол № 4

## **Рабочая программа дисциплины**

**Компьютерная графика**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**общий профиль**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.07 «Компьютерная графика» относится к части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина читается студентам 3 курса в 6 семестре, 5 зачетных единиц, 180 часов, экзамен.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.07 «Компьютерная графика» относится к части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений.

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-5 Способен использовать современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий	ПК-5.1 Знает современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий	Знает: 1) теоретические основы методов и алгоритмов компьютерной графики; 2) архитектуру графических процессоров и методы их программирования; 3) открытые современные системы и библиотеки программ для решения задач компьютерной графики.	Собеседование, тест
	ПК-5.2 Умеет применять современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий	Умеет: 1) анализировать и выбирать современные технологии КГ в реализации архитектуры информационной системы; 2) использовать открытые системы и библиотеки программ компьютерной графики в качестве элементов архитектуры проектируемой системы или комплекса программ. 3) применять методы и алгоритмы компьютерной графики в реализации информационных систем	Лабораторная работа, тест

\*Индикатор достижения компетенции – указывается из общей характеристики ООП

\*\*Результаты обучения по дисциплине- указываются авторами РПД согласно содержания дисциплины

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
--	----------------------

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>98</b>
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа	
- занятия лабораторного типа	48
- текущий контроль (КСР)	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>46</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1.Введение. Компьютерная графика в информационных системах	4	2			2	2
2.Теория цвета. Цвет и цветовые модели	7	3		2	5	2
3.Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя	3			1	1	2
4.Обработка изображений, фильтры	13	4		7	11	2
5.Параметрические полиномиальные кривые и поверхности	8	4		2	6	2
6.Базовые растровые алгоритмы	6					6
7.Основные алгоритмы вычислительной геометрии	10	4			4	6
8.Фракталы. Метод систем итеративных функций	6					6
9. Методы и алгоритмы трехмерной компьютерной графики. Координатный метод.	8	6			6	2
10. Локальные модели освещения	8	2		4	6	2
11.Графический 3D-конвейер и синтез изображений	16	6		8	14	2
12.Методы текстурирования	8	2		4	6	2
13.Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL	10			8	8	2
14.Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений	6	4			4	2
15. Реалистичная визуализация 3d-сцен. Трассировка лучей. Глобальное освещение.	8	6			6	2
16.Шейдеры в 3d-графике	10			8	8	2
17.Научная визуализация	11	5		4	9	2
Текущий контроль (КСР)	2		2			
Промежуточная аттестация – экзамен	36					36
Итого	180	48	2	48	96	82

4 Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лабораторного типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

##### 4.1 Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Компьютерная графика» включает выполнение домашних лабораторных работ, подготовку к тестированию и собеседованию на промежуточной аттестации.

Темы домашних лабораторных работ:

- 1) «Цветовые модели». Преобразование изображения из модели RGB в HSV
- 2) «Обработка изображений». Реализация точечных и матричных фильтров, инструментов математической морфологии.
- 3) «Моделирование и визуализация трехмерных полигональных сцен с помощью OpenGL. Текстурирование простых объектов»
- 4) «Трассировка лучей на графическом процессоре с использованием GLSL»

##### 4.2 Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

Литература для самостоятельного изучения представлена в пункте 6. Для самоконтроля у студента имеется возможность удаленного тестирования по дистанционному лекционному курсу (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>)

Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	-------	---

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компьютерная графика в информационных системах. Классификация разделов компьютерной графики в широком смысле.</li> <li>2. Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Классификация моделей и их использование в графических форматах.</li> <li>3. Принципы, API, классы и методы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя для .NET Framework</li> <li>4. Обработка изображений, фильтры точечные и матричные, методы матморфологии в обработке изображений.</li> <li>5. Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Сплайны Безье и NURBS.</li> <li>6. Базовые растровые алгоритмы. Алгоритм Брезенхэма.</li> <li>7. Основные алгоритмы вычислительной геометрии</li> <li>8. Фракталы геометрические и алгебраические. Метод систем итеративных функций.</li> <li>9. Координатный метод в компьютерной графике. Однородные координаты. Структура матрицы преобразования. Классификация проекций.</li> <li>10. Перспективные проекции. Классификация. Геометрическая интерпретация коэффициентов матрицы.</li> <li>11. Математические основы захвата трехмерного движения объекта по плоским изображениям.</li> <li>12. Графический 3d-конвейер и синтез изображений. Архитектура вершинного и пиксельного (фрагментного) шейдеров. Шейдеры и графический конвейер.</li> <li>13. Методы текстурирования. Линейная, билинейная, трилинейная и анизотропная фильтрация. Bump-mapping и normal-mapping. Антиалиасинг.</li> <li>14. Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL (или DirectX: что изучалось)</li> <li>15. Локальные модели освещения. Понятия Lighting и Shading.</li> <li>16. Глобальное моделирование освещения. Основные понятия и подходы. Трассировка лучей. Излучательность (Radiosity). Метод фотонных карт (Photon-mapping).</li> <li>17. Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен</li> <li>18. Удаление невидимых элементов. Тени.</li> <li>19. Подходы к оптимизации вычислений в компьютерной графике</li> <li>20. Визуализация в реальном времени и использование шейдерных языков в 3d-графике</li> <li>21. Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров</li> <li>22. Научная визуализация и метод Volume Rendering.</li> </ol>	ПК-5.1

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-5.1

1. Тип – одиночный выбор.

Восприятие цвета глазом человека обеспечивают специальные клетки

- колбочки
- палочки
- нейроны

2. Тип – одиночный выбор.

Задача: Желтый при белом свете лист бумаги осветили синим цветом. Какой цвета листа мы при этом увидим?

- Синий
- Зеленый
- Красный
- Белый
- Черный
- Малиновый

3. Тип – одиночный выбор.

Задача: Желтый при белом свете лист бумаги осветили малиновым цветом (Magenta). Какой цвета листа мы при этом увидим?

- Синий
- Зеленый
- Красный
- Белый
- Черный
- Малиновый

4. Тип – одиночный выбор.

Как называются цвета в цветовой модели CIE XYZ?

- насыщенные
- перенасыщенные
- люминантные
- дополнительные

5. Тип вопроса: ввод значения

Для модели CIE XYZ координаты  $x, y$  равны:  $x=0.2, y=0.5$ . Чему равно  $z$ ?

Верное значение:  $z=$

6. Тип вопроса: ввод значения

Запишите разложение люминантности  $L$  по базису RGB со значениями коэффициентов, заданными с точностью до одного десятичного знака, (например,  $L=0.9R+0.9G+0.9B$ ).

Верное значение:  $L=0. R+0. G+0. B$

7. Тип вопроса: одиночный выбор

Назовите модель рекомендованную для линеаризации представления света от источников.

- HSB
- HLS
- $L^*a^*b^*$

- 8•  $L^*c^*d^*$
- $L^*u^*v^*$

8. Тип вопроса: одиночный выбор

Назовите модель рекомендованную для линеаризации представления отраженного света.

- HSB
- HLS
- $L^*a^*b^*$
- $L^*c^*d^*$
- $L^*u^*v^*$

9. Тип вопроса: множественный выбор.

В каких моделях освещения для вычисления цвета используется интерполяция?

- Модель Гуро.
- Модель Фонга.
- Модель Ламберта.

10. Тип вопроса: множественный выбор.

Чтобы вычислить угол преломленного луча, необходимо знать:

- Интенсивность падающего луча.
- Угол падающего луча.
- Угол отраженного луча.
- Коэффициенты преломления.

11. Тип вопроса: одиночный выбор.

Чем отличается идеальное преломление от диффузного:

- Идеальное преломление создает более правдоподобную картину.
- В диффузном преломлении лучи расходятся в разные стороны.

12. Тип вопроса: одиночный выбор.

Сколько стадий у графического конвейера.

- 2.
- 3.
- 4.
- 6.

13. Тип вопроса: одиночный выбор.

Выберите верную последовательность шагов геометрической стадии:

- Triangle setup, wireframe, transformation, lightning/shading, view port projection, tessellation.
- Wireframe, tessellation, transformation, lightning/shading, view port projection, triangle setup.
- Transformation, lightning/shading, wireframe, tessellation, view port projection, triangle setup.

14. Тип вопроса: множественный выбор.

Какие системы координат используются в графическом конвейере:

- Локальная (связанная с объектом).
- Мировая. (+)
- Экранная (связанная с экраном)
- Система координат, связанная с камерой.

15. Тип вопроса: одиночный выбор.



Выберите верную последовательность шагов стадии рендеринга.

9

- HSR, texture mapping, alpha-blending and fogging, anti-aliasing, dithering, frame buffer, post-processing.
- Texture mapping, alpha-blending and fogging, HSR, anti-aliasing, dithering, frame buffer, post-processing.
- HSR, frame buffer, texture mapping, alpha-blending and fogging, anti-aliasing, dithering, , post-processing.

16. Тип вопроса: одиночный выбор.

Какие объекты являются основными объектами полигональной поверхности.

- Вершины.
- Ребра.
- Треугольники.
- Многоугольники.

17. Тип вопроса: одиночный выбор.

Z-буфер это:

- Список объектов в порядке удаленности от камеры.
- Список поверхностей в порядке удаленности от камеры.
- Двумерный массив глубин

18. Тип вопроса: одиночный выбор.

Какой вид теней соответствует точечному источнику света:

- Hard shadows.
- Soft shadows.
- Umbra
- Penumbra

19. Тип вопроса: одиночный выбор.

Shadow volume это:

- Полигональный объем пространства, отбрасывающий тень.
- Полигональный объем пространства, из которого не наблюдается источник света

20. Тип вопроса: краткий ответ.

Напишите функцию glsl, которая возвращает значение, обрезанное по диапазону от min до max.

Ответ: имя()

21. Тип вопроса: одиночный выбор.

Когда происходит компиляция исходного кода GLSL?

- До выполнения кода на CPU
- Во время выполнения кода на CPU

22. Тип вопроса: множественный выбор.

Какие матричные типы данных для квадратных матриц предусмотрены в GLSL?

- mat1
- mat2
- mat3
- mat4
- mat5

23. Тип вопроса: множественный выбор.

Из каких шейдеров состоит шейдерная программа в простейшем случае?

- 10•        вершинный
- фрагментный
  - тесселяции
  - Hull
  - геометрический
24.        Тип вопроса: одиночный выбор.  
Какой тип данных НЕ предусмотрен в GLSL?
- char
  - int
  - float
  - bool
25.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию, возвращающую векторное произведение
- Ответ:
26.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую скалярное произведение.
- Ответ:
27.        Тип вопроса: короткий ответ  
Как называется язык шейдеров от Microsoft?
- Ответ:
28.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую длину вектора.
- Ответ:
29.        Тип вопроса: короткий ответ  
Что представляет собой тип данных mat3 в GLSL?
- Ответ: матрицу 3 на 3 типа float
30.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую интерполированное значение двух входных значений в пропорции a.
- Ответ:
31.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую нормированный вектор.
- Ответ:
32.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую вектор отражения.
- Ответ:
33.        Тип вопроса: короткий ответ  
Напишите функцию glsl, возвращающую преломленный вектор.
- Ответ:
34.        Тип вопроса: одиночный выбор  
Существует ли в языке GLSL возможность указать, какая именно информация (RGBA, XYZW, STPQ) содержится в векторе?
- Да
  - Нет
35.        Тип вопроса: одиночный выбор  
Может ли фрагментный шейдер изменять координаты фрагмента?
- Да
  - Нет

- 1) «Цветовые модели». Преобразование изображения из модели RGB в HSV
  - a. Какие средства были выбраны для реализации пользовательского интерфейса и почему?
  - b. Какие структуры данных были использованы для хранения изображения?
- 2) «Обработка изображений». Реализация простейших точечных и матричных фильтров, инструментов математической морфологии
  - a. Чем отличается точечный фильтр от матричного?
  - b. От чего зависит производительность применения фильтра?
  - c. Какие ограничения накладываются на ядро матричного фильтра?
  - d. Как можно обрабатывать граничные пиксели изображения в случае матричного фильтра?
- 3) «Моделирование и визуализация трехмерных полигональных сцен с помощью OpenGL. Текстурирование простых объектов»
  - a. Диапазон значений текстурных координат?
  - b. Как вычисляются текстурные координаты?
  - c. Какие способы сглаживания текстур вы знаете?
  - d. Что такое MIP текстурирование?
  - e. Как с помощью текстуры создать иллюзию более сложной формы предмета? Технология bump mapping.
- 4) «Трассировка лучей на графическом процессоре с использованием GLSL»
  - a. Какой шейдер должен выполнять основной алгоритм трассировки лучей и почему?
  - b. Какие структуры данных обеспечивают трассировку лучей?
  - c. Чем отличаются текстуры от буферов в GLSL?
  - d. Какие особенности GLSL отражаются на реализации алгоритма трассировки лучей?
  - e. Какова структура шейдерной программы?
  - f. Чем отличаются алгоритмы пересечения луча с треугольником?

#### 5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

Курсовые работы и эссе не предусмотрены. Рефераты могут быть выполнены письменно на темы указанные 5.2.3.

#### 5.2.5. Пример экзаменационного билета

---

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского

Институт информационных технологий, математики и механики  
Кафедра математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий

Дисциплина «Компьютерная графика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Что такое Visual Computing и компьютерная графика в широком смысле (примеры)?  
Аппаратное и программное обеспечение компьютерной графики.
2. Преобразование объектов сцены. Матричные элементы 4x4. Вращения и параллельный перевод в 3D с помощью матриц 4x4. Трансформация нормалей после деформации аффинной поверхности
3. Освещение. Модели отражения света. Модель зеркального отражения. Зеркальное освещение (от DirectX). Вектор Halfway. Модель диффузного отражения. Окружающий (диффузно рассеянный) свет. Затухание..

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Г. Стронгин

Экзаменатор \_\_\_\_\_ В.Е. Турлапов

---

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12а) основная литература:

- 1) Курс: Турлапов В.Е. «Компьютерная графика ДО» <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>.
- 2) Курс: Александр Куликов, Тамара Овчинникова. Алгоритмические основы современной компьютерной графики, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/info>)
- 3) Курс: Денис Боголепов, Вадим Турлапов. Компьютерная графика в инженерном анализе и научной визуализации, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/587/443/info>)

б) дополнительная литература:

- 1) Курс: Андрей Семенов. Программирование графических процессоров с использованием Direct3D и HLSL (<http://www.intuit.ru/studies/courses/1120/175/info>)
- 2) Курс: Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library(OpenGL). ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/2313/613/info>)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- 1) Компьютерная графика. Алгоритмические основы растровой графики (лекция по фильтрации изображений, предполагает регистрацию на сайте ИНТУИТ). <http://www.intuit.ru/department/graphics/rastrgraph/8>
- 2) Курс "Введение в компьютерное зрение" 2015 (БМК МГУ) <https://www.youtube.com/playlist?list=PLbwKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
- 3) Труды конференций Графикон <http://www.graphicon.ru/>
- 4) Библиотека OpenTK <https://github.com/opentk/opentk>
- 5) Спецификации OpenGL и GLSL <https://www.opengl.org/>
- 6) Timothy J. Purcell. Ray Tracing on a Stream Processor. 2004 [http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell\\_thesis](http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell_thesis)
- 7) Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogsl/rt>
- 8) Fast 3D triangle-box overlap testing. [http://www.cs.lth.se/home/Tomas\\_Akenine\\_Moller/pubs/tribox.pdf](http://www.cs.lth.se/home/Tomas_Akenine_Moller/pubs/tribox.pdf)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

- 1) В компьютерном классе установлена операционная система Windows (лицензия), Microsoft Visual Studio 2013 (лицензия), библиотека OpenTK (open source) на сайте <https://opentk.github.io/> есть ссылка на лицензию, предваряемая фразой: The Open Toolkit is distributed under the permissive MIT/X11 license and is absolutely free. View license on GitHub: (<https://github.com/opentk/opentk/blob/master/Documentation/License.txt>).
- 2) учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ \_\_\_\_\_. 13

Автор (ы) \_\_\_\_\_ Турлапов В.Е.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Зам. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Мееров И.Б.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 года, протокол № 2.