

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

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Компьютерная графика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

---

Направленность образовательной программы  
Математическое моделирование и искусственный интеллект

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.05 Компьютерная графика является факультативом в образовательной программе.

## 2. 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  | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации          |
| ПК-6: Способен изучать и применять программное обеспечение, проводить расчётные работы и выполнять обработку результатов исследований | <p>ПК-6.1: Знает методы применения современных программных комплексов, пакетов прикладных программ и автоматизированных систем для решения прикладных задач при проведении исследований</p> <p>ПК-6.2: Умеет самостоятельно проводить расчётные работы, выбирать и применять современные программные комплексы, пакеты прикладных программ и автоматизированные системы, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p> <p>ПК-6.3: Имеет практический опыт применения современного программного обеспечения для решения прикладных задач</p> | <p>ПК-6.1: Знает теоретические основы компьютерной графики, основные методы, алгоритмы, базовые структуры данных, средства программирования задач компьютерной графики.</p> <p>ПК-6.2: Умеет разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач компьютерной графики;</p> <p>ПК-6.3: Умеет использовать дополнительные пакеты, средства и библиотеки компьютерной графики при программировании;</p> | Практическое задание               | Зачёт:<br>Тест<br>Контрольные вопросы |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|   | очная |
|---|-------|
| Общая трудоемкость, з.е.                | 2     |
| Часов по учебному плану                 | 72    |
| в том числе                             |       |
| аудиторные занятия (контактная работа): |       |

|  |            |
|--|------------|
| - занятия лекционного типа   | 32         |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 16         |
| - КСР  | 1          |
| самостоятельная работа   | 23         |
| Промежуточная аттестация   | 0<br>Зачёт |

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины  | Всего (часы) | в том числе  |  |        | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|---|--------------|--|--|--------|---|
|   |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |  |        |   |
|   |              | Занятия лекционного типа   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего  |   |
| Ф<br>Ф  | Ф<br>Ф       | Ф<br>Ф   | Ф<br>Ф   | Ф<br>Ф |   |
| Введение. Структурная классификация Компьютерной графики в широком смысле. Visual Computing. Открытые ресурсы для проектирования и использования ПО графических систем. Примеры | 2            | 1  | 1  | 2      |   |
| Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Модели RGB, CMYK, CIE XYZ, Lab, Luv, HSB, YIQ.  | 2            | 1  | 1  | 2      |   |
| Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя. Базовая библиотека классов и событий компьютерной графики для .NET                                 | 2            | 1  | 1  | 2      |   |
| Обработка изображений, фильтры: точечные; матричные, математической морфологии, Гаусса. Методы сегментации изображений.   | 7            | 2  | 1  | 3      | 4   |
| Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Сплайны  | 6            | 2  | 0  | 2      | 4   |
| Базовые растровые алгоритмы   | 7            | 2  | 1  | 3      | 4   |
| Геометрическая машина. Основные алгоритмы вычислительной геометрии  | 7            | 2  | 1  | 3      | 4   |
| Понятие и алгоритмы триангуляции  | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Координатный метод в компьютерной 3D графике. Однородные координаты   | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Графический 3d-конвейер. Понятие растеризации и синтез изображений  | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Методы текстурирования в 3d-конвейере   | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL   | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Фотореалистичные методы 3D графики. Трассировка лучей.  | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Глобальное освещение. Понятие. Основное уравнение освещенности  | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Глобальное освещение. Метод фотонных карт   | 3            | 2  | 1  | 3      |   |
| Методы научной визуализации. Direct Volume Rendering  | 6            | 2  | 1  | 3      | 3   |

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| Открытая среда программирования 3D визуализации. Open3D (O3D) | 8  | 3  | 1  | 4  | 4  |
| Аттестация  | 0  |    |    |    |    |
| КСР   | 1  |    |    | 1  |    |
| Итого   | 72 | 32 | 16 | 49 | 23 |

### Содержание разделов и тем дисциплины

- 1) Введение. Структурная классификация Компьютерной графики в широком смысле. Visual Computing. Открытые ресурсы для проектирования и использования ПО графических систем. Примеры
- 2) Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Модели RGB, CMYK, CIE XYZ, Lab, Luv, HSB, YIQ.
- 3) Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя. Базовая библиотека классов и событий компьютерной графики для .NET
- 4) Обработка изображений, фильтры: точечные; матричные, математической морфологии, Гаусса. Методы сегментации изображений.
- 5) Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Слайны
- 6) Базовые растровые алгоритмы
- 7) Геометрическая машина. Основные алгоритмы вычислительной геометрии
- 8) Понятие и алгоритмы триангуляции
- 9) Координатный метод в компьютерной 3D графике. Однородные координаты
- 10) Графический 3d-конвейер. Понятие растеризации и синтез изображений
- 11) Методы текстурирования в 3d-конвейере
- 12) Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL
- 13) Фотореалистичные методы 3D графики. Трассировка лучей.
- 14) Глобальное освещение. Понятие. Основное уравнение освещенности
- 15) Глобальное освещение. Метод фотонных карт
- 16) Методы научной визуализации. Direct Volume Rendering
- 17) Открытая среда программирования 3D визуализации. Open3D (O3D)

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

«Компьютерная графика», <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=804>.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

1. Программная реализация преобразований из одной цветовой модели в другую с отдельной визуализацией каналов.
2. Программная реализация методов обработки изображений
  - a. Точечные фильтры
  - b. Матричные фильтры
  - c. Фильтры математической морфологии
  - d. Фильтры специальных эффектов
3. Программная реализация визуализации трехмерных медицинских данных.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Выполнены все или большая часть практических заданий, возможно с незначительными недочетами. Результаты заданий представлены преподавателю в срок. |
| не зачтено | Выполнено менее половины практических заданий, есть существенные недочеты  |

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 от ответа | 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 несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.                    |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа                                     | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с                              | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.                                     | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные                | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены |

|               |  |   |  |  |  |  |   |
|---------------|--|---|--|--|--|--|---|
|               | обучающегося от ответа   | ошибки  | ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме                                   | негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами     | Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами                       | задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | все задания, в полном объеме без недочетов                        |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов       | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка     |                            | Уровень подготовки   |
|------------|----------------------------|--|
| зачтено    | <b>превосходно</b>         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|            | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|            | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|            | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|            | <b>удовлетворительно</b>   | 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 | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|            | <b>плохо</b>               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-6**

1. Тип – одиночный выбор.

Восприятие цвета глазом человека обеспечивают специальные клетки

- Нейроны
- Колбочки
- Астроциты
- Палочки
- Малиновый

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
- Белый
- Красный
- Черный
- Малиновый

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

| Оценка     | Критерии оценивания                        |
|------------|--|
| зачтено    | как минимум 80% правильных ответов в тесте |
| не зачтено | менее 80% правильных ответов в тесте       |

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1) Введение. Структурная классификация Компьютерной графики в широком смысле. Visual Computing. Открытые ресурсы для проектирования и использования ПО графических систем. Примеры

2) Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Модели RGB, CMYK, CIE XYZ, Lab, Luv, HSB, YIQ.

3) Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя. Базовая библиотека классов и событий компьютерной графики для .NET

- 4) Обработка изображений, фильтры: точечные; матричные, математической морфологии, Гаусса.
- 5) Методы сегментации изображений. Метод Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM).
- 6) Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Аффинные и выпуклые комбинации точек. Сплаины Эрмита, Кэтмула-Рома, Безье, B-сплайны.
- 7) Базовые растровые алгоритмы
- 8) Основные алгоритмы вычислительной геометрии. Геометрическая машина
- 9) Понятие и алгоритмы триангуляции
- 10) Координатный метод в компьютерной 3D графике. Однородные координаты
- 11) Графический 3d-конвейер. Понятие растеризации и синтез изображений
- 12) Методы текстурирования в 3d-конвейере
- 13) Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL
- 14) Фотореалистичные методы 3D графики. Трассировка лучей.
- 15) Глобальное освещение. Понятие. Основное уравнение освещенности
- 16) Глобальное освещение. Метод фотонных карт
- 17) Методы научной визуализации. Direct Volume Rendering

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.             |
| не зачтено | При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач. |

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Алгоритмические основы современной компьютерной графики / Куликов А.И., Овчинникова Т.Э. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662740&idb=0>.
2. Боресков А. В. Компьютерная графика : учебник и практикум / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. - Москва : Юрайт, 2023. - 219 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-11630-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=847817&idb=0.

Дополнительная литература:

1. Программирование графических процессоров с использованием Direct3D и HLSL / Семенов А.Б. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=663603&idb=0>.
2. Федотов Г. В. Компьютерная геометрия и графика : учебное пособие для спо / Федотов Г. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 84 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-48165-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886918&idb=0>.
3. Никулин Е. А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация : учебное пособие для вузов / Никулин Е. А. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 200 с. - Рекомендовано Ученым советом Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева в качестве учебного пособия для студентов направления подготовки «Информатика и вычислительная техника». - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47029-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863288&idb=0>.

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

Интернет-ресурсы:

1. Open3DLab - independent site that means to provide a place for artists to share resources for use in modern 3D tools. <https://www.open3d.org/>
2. Open 3D Engine Features - Open 3D Engine: Engine backed with a high performance math library, designed to take advantage of modern CPU capabilities for fast and precise calculations. <https://docs.o3de.org/docs/welcome-guide/features-intro/>
3. Труды конференций Графикон <http://www.graphicon.ru/>
4. Курс "Введение в компьютерное зрение" 2015 (БМК МГУ) <https://www.youtube.com/playlist?list=PLbwKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
5. Библиотека OpenTK <https://github.com/opentk/opentk>
6. Спецификации OpenGL и GLSL <https://www.opengl.org/>
7. Timothy J. Purcell. Ray Tracing on a Stream Processor. 2004 [http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell\\_thesis](http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell_thesis)
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)  
<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>

Используемое лицензионные программное обеспечение:

1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
2. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
3. 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>)
4. Среда программирования компьютерной графики трехмерных сцен и игр Open3D Engine (O3DE) <https://docs.o3de.org/docs/welcome-guide/features-intro/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Турлапов Вадим Евгеньевич, доктор технических наук, доцент  
Гетманская Александра Александровна.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № №6.