

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 № 10 от 27.08.2025

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная графика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Системное программирование

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.04 Компьютерная графика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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-4: Способен проектировать программное обеспечение	<p>ПК-4.1: Выполняет формализацию и алгоритмизацию поставленных задач для разработки программного кода</p> <p>ПК-4.2: Формализует задачу ИТ отрасли в язык естественнонаучных дисциплин</p> <p>ПК-4.4: Разрабатывает программный код с использованием языков программирования</p>	<p>ПК-4.1: Знать: базовые современные библиотеки, используемые при разработке программного обеспечения в области компьютерной графики.</p> <p>ПК-4.2: Знать: базовые языки программирования, применяемые в компьютерной графике; знать теоретические основы методов и алгоритмов компьютерной графики.</p> <p>ПК-4.4: Уметь: проводить анализ и выбор современных технологий КГ в реализации информационной системы; проводить анализ и выбор алгоритмов КГ в сфере визуализации научных исследований.</p>	<p>Собеседование</p> <p>Тест</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

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)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	7
Промежуточная аттестация	0 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	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Введение. Компьютерная графика в информационных системах	3	1	2	3	0
Теория цвета. Цвет и цветовые модели	4	2	2	4	0
Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя	2	0	2	2	0
Обработка изображений, фильтры	6	4	2	6	0
Параметрические полиномиальные кривые и поверхности	4	2	2	4	0
Базовые растровые алгоритмы	4	2	2	4	0
Основные алгоритмы вычислительной геометрии	5	3	2	5	0
Фракталы. Метод систем итеративных функций	0	0	0	0	0
Координатный метод в компьютерной графике	5	2	2	4	1
Графический 3d-конвейер и синтез изображений	5	2	2	4	1
Методы текстурирования	4	2	2	4	0
Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL	3	0	2	2	1
Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен	7	4	2	6	1
Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений	5	2	2	4	1
Шейдеры в 3d-графике	5	2	2	4	1
Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров	5	2	2	4	1
Научная визуализация	4	2	2	4	0

Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	32	65	7

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины:

1. Овладение основными понятиями, методами и алгоритмами в области знаний «Компьютерная графика и визуализация» и, прежде всего, по основному курсу «Компьютерная графика» CS255 в соответствии с Международными рекомендациями Computing Curricula.
2. Освоение современных технологий компьютерной графики и графических API, таких как GDI+ (MS .NET Framework), OpenGL, на базе знания теоретических основ компьютерной графики.
3. Освоение основ межплатформенного программирования графических процессоров с помощью шейдерного языка GLSL.

Содержание дисциплины:

1. Введение. Компьютерная графика в информационных системах
2. Теория цвета. Цвет и цветовые модели
3. Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя
4. Обработка изображений, фильтры
5. Параметрические полиномиальные кривые и поверхности
6. Базовые растровые алгоритмы
7. Основные алгоритмы вычислительной геометрии
8. Фракталы. Метод систем итеративных функций
9. Координатный метод в компьютерной графике
10. Графический 3d-конвейер и синтез изображений
11. Методы текстурирования
12. Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL
13. Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен
14. Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений
15. Шейдеры в 3d-графике
16. Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров
17. Научная визуализация

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:

Турлапов В.Е. «Компьютерная графика ДО», <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>.

Иные учебно-методические материалы:

а) основная литература:

– Курс: Турлапов В.Е. «Компьютерная графика ДО» <https://elearning.unn.ru/course/view.php?>

id=804.

- Курс: Александр Куликов, Тамара Овчинникова. Алгоритмические основы современной компьютерной графики, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/info>)
 - 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:
- Курс: Андрей Семенов. Программирование графических процессоров с использованием Direct3D и HLSL (<http://www.intuit.ru/studies/courses/1120/175/info>)
 - Курс: Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library(OpenGL). ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/2313/613/info>)

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

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 свертки (матричный фильтр)?
- 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?

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

- 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
- 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

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

- 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»

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Программа и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, программа работает некорректно,

Оценка	Критерии оценивания
	результаты работы не представлены преподавателю).

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 и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Компьютерная графика в информационных системах. Классификация разделов компьютерной графики в широком смысле.
2. Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Классификация моделей и их использование в графических форматах.
3. Принципы, API, классы и методы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя для .NET Framework
4. Обработка изображений, фильтры точечные и матричные, методы матморфологии в обработке изображений.
5. Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Сплайны Безье и NURBS.
6. Базовые растровые алгоритмы. Алгоритм Брезенхэма.
7. Основные алгоритмы вычислительной геометрии
8. Фракталы геометрические и алгебраические. Метод систем итеративных функций.
9. Координатный метод в компьютерной графике. Однородные координаты. Структура матрицы преобразования. Классификация проекций.
10. Перспективные проекции. Классификация. Геометрическая интерпретация коэффициентов матрицы.
11. Математические основы захвата трехмерного движения объекта по плоским изображениям.
12. Графический 3d-конвейер и синтез изображений. Архитектура вершинного и пиксельного (фрагментного) шейдеров. Шейдеры и графический конвейер.
13. Методы текстурирования. Линейная, билинейная, трилинейная и анизотропная фильтрация. Bump-mapping и normal-mapping. Антиалиасинг.
14. Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL (или DirectX: что изучалось)

15. Локальные модели освещения. Понятия Lighting и Shading.
16. Глобальное моделирование освещения. Основные понятия и подходы. Трассировка лучей. Излучательность (Radiosity). Метод фотонных карт (Photon-mapping).
17. Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен
18. Удаление невидимых элементов. Тени.
19. Подходы к оптимизации вычислений в компьютерной графике
20. Визуализация в реальном времени и использование шейдерных языков в 3d-графике
21. Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров
22. Научная визуализация и метод 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. 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>.
2. 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>.

Дополнительная литература:

1. 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>.
2. Колошкина И. Е. Компьютерная графика : учебник и практикум / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 233 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12341-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846928&idb=0>.

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

Интернет-ресурсы:

–Компьютерная графика. Алгоритмические основы растровой графики (лекция по фильтрации изображений, предполагает регистрацию на сайте ИНТУИТ).

<http://www.intuit.ru/department/graphics/rastrgraph/8>

–Труды конференций Графикон <http://www.graphicon.ru/>

–Библиотека OpenTK <https://github.com/opentk/opentk>

–Спецификации OpenGL и GLSL <https://www.opengl.org/>

–Timothy J. Purcell. Ray Tracing on a Stream Processor. 2004

http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell_thesis

–Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogls/rt>

–Fast 3D triangle-box overlap testing.

http://www.cs.lth.se/home/Tomas_Akenine_Moller/pubs/tribox.pdf

Программное обеспечение:

1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

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 25.06.2025, протокол № Протокол №11.