

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная графика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области обработки данных

Форма обучения

очно-заочная

г. Нижний Новгород

2024 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-8: Способен разрабатывать лингвистическое, информационное и программное обеспечение ИС (ИИС) и сопровождающую его документацию	<p>ПК-8.1: Демонстрирует знание современных языков и систем программирования, формализмов описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях, требований к технической документации на все виды обеспечения ИС (ИИС).</p> <p>ПК-8.2: Применяет современные языки и системы программирования, формализмы описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях при разработке лингвистического, информационного и программного обеспечения ИИС и сопровождающей ее документации.</p> <p>ПК-8.3: Имеет практический опыт разработки лингвистического, информационного и программного обеспечения конкретной ИС (ИИС) и сопровождающей ее документации.</p>	<p>ПК-8.1: Знать синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня; базовые структуры данных, средства компьютерной графики; знать современные графические библиотеки; информационные системы и ресурсы по компьютерной графике.</p> <p>ПК-8.2: Уметь запустить графическую систему; находить необходимое базовое графическое обеспечение ИС.</p> <p>ПК-8.3: Владеть навыками решения практических задач обработки графической информации; навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки и проектирования программного обеспечения; навыками работы в графических системах.</p>	Отчет по лабораторным работам Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	95
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			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0
Введение. Компьютерная графика в информационных системах	19	4	0	4	15
Обработка изображений, фильтры	32	8	4	12	20
Основные алгоритмы вычислительной геометрии	32	8	4	12	20
Методы текстурирования	32	8	4	12	20
Методы и алгоритмы трехмерной графики	28	4	4	8	20
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	144	32	16	49	95

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение. Компьютерная графика в информационных системах

Теория цвета. Цвет и цветовые модели

Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя

Обработка изображений, фильтры

Параметрические полиномиальные кривые и поверхности

Базовые растровые алгоритмы
Основные алгоритмы вычислительной геометрии
Фракталы. Метод систем итеративных функций
Координатный метод в компьютерной графике
Графический 3d-конвейер и синтез изображений
Методы текстурирования
Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL
Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен
Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений
Шейдеры в 3d-графике
Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров

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:

- электронный курс "Компьютерная графика ДО" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>).
- Иные учебно-методические материалы: 1) Курс: Александр Куликов, Тамара Овчинникова. Алгоритмические основы современной компьютерной графики, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/info>)
- 2) Курс: Денис Боголепов, Вадим Турлапов. Компьютерная графика в инженерном анализе и научной визуализации, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/587/443/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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-8:

1. «Цветовые модели». Преобразование изображения из модели RGB в HSV
 1. Какие средства были выбраны для реализации пользовательского интерфейса и почему?
 2. Какие структуры данных были использованы для хранения изображения?
2. «Обработка изображений». Реализация простейших точечных и матричных фильтров, инструментов математической морфологии
 1. Чем отличается точечный фильтр от матричного?
 2. От чего зависит производительность применения фильтра?
 3. Какие ограничения накладываются на ядро матричного фильтра?
 4. Как можно обрабатывать граничные пиксели изображения в случае матричного фильтра?
3. «Моделирование и визуализация трехмерных полигональных сцен с помощью OpenGL. Текстурирование простых объектов».

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

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

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-8:

- Выберите правильный вариант утверждения: Ядро звездчатого полигона для выпуклого полигона -
 - не существует
 - совпадает с центром полигона
 - совпадает с самим полигоном
- Восприятие цвета глазом человека обеспечивают специальные клетки:
 - колбочки
 - палочки
 - нейроны
- Желтый при белом свете лист бумаги осветили синим цветом. Какой цвета листа мы при этом увидим?
 - Синий
 - Зеленый
 - Красный
 - Белый
 - 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

5.2. 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 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 и несущественными 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 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	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 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-8

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

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

Основная литература:

1. Методические указания по самостоятельному изучению литературы по информационным технологиям : учебно-методическое пособие / В. П. Гергель, С. Н. Карпенко, Г. В. Кузенкова [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт информационных технологий, математики и механики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2018. - 21 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822383&idb=0>.
2. Боресков Алексей Викторович. Компьютерная графика : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата : для студентов вузов, обучающихся по инженер.-техн. направлениям и специальностям / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Юрайт, 2016. - 219 с. - (Бакалавр. Прикладной курс). - ISBN 978-5-9916-5468-5 : 573.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Безрук А. В. Компьютерная обработка изображений. Растровая графика : методические указания по лабораторным и самостоятельным работам / Безрук А. В. - Москва : ТУСУР, 2018. - 88 с. - Книга из коллекции ТУСУР - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=861759&idb=0>.

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 (ВМК МГУ)
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLbwKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
- 3) Библиотека OpenTK <https://github.com/opentk/opentk>
- 4) Спецификации OpenGL и GLSL <https://www.opengl.org/>
- 5) Timothy J. Purcell. Ray Tracing on a Stream Processor. 2004
<http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcellthesis>

- 6) Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogls/rt>
- 7) Fast 3D triangle-box overlap testing.
<http://www.cs.lth.se/home/TomasAkenineMoller/pubs/tribox.pdf>

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 09.03.03 - Прикладная информатика.

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

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.