

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 Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная графика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

09.03.04 Программная инженерия

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Разработка программно-информационных систем

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.15 Компьютерная графика относится к части ООП направления подготовки 09.03.04 Программная инженерия , формируемой участниками образовательных отношений.

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	
ПК-11: Способен осуществлять анализ, разработку требований к системе и проектировать программное обеспечение, применяя современные методы и технологии разработки	ПК-11.1. Знает методы планирования проектных работ, основные принципы проектирования ПО, типы и атрибуты требований к системе	Знать: базовые языки программирования, применяемые в компьютерной графике; базовые современные библиотеки, используемые при разработке программного обеспечения в области компьютерной графики; знать теоретические основы методов и алгоритмов компьютерной графики.	Собеседование Тест
	ПК-11.4. Умеет применять методы и способы изучения предметные области разработки и обосновывать принимаемые проектные решения.	Владеть: способностью понимать концепции и использовать на практике функциональные возможности следующих базовых технологий: 1. на уровне технической грамотности архитектуру графических процессоров 2. на уровне углубленных знаний компьютерную графику (КГ) и технологии мультимедиа; Уметь: профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение компьютерной графики; проводить анализ и выбор современных технологий КГ в реализации информационной системы; проводить анализ и выбор алгоритмов КГ в сфере визуализации научных исследований.	Лабораторная работа

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

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

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	0
- занятия лабораторного типа	32
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	79
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение. Компьютерная графика в информационных системах	5	1		2	3	2
Теория цвета. Цвет и цветовые модели	6	2		2	4	2
Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя	4	0		2	2	2
Обработка изображений, фильтры	8	4		2	6	2
Параметрические полиномиальные кривые и поверхности	6	2		2	4	2
Базовые растровые алгоритмы	6	2		2	4	2
Основные алгоритмы вычислительной геометрии	7	3		2	5	2
Фракталы. Метод систем итеративных функций	3	0		0	0	3
Координатный метод в компьютерной графике	7	2		2	4	3
Графический 3d-конвейер и синтез изображений	7	2		2	4	3
Методы текстурирования	7	2		2	4	3
Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL	5	0		2	2	3
Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен	13	4		2	6	7
Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений	17	2		2	4	13
Шейдеры в 3d-графике	14	2		2	4	10
Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров	14	2		2	4	10
Научная визуализация	14	2		2	4	10
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	144	32		32	65	79

Лабораторные занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: Моделирование и визуализация объектов для отраслей экономики (медицина, обучение).

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 8 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: Формирование требований к информатизации и автоматизации прикладных процессов, формализация предметной области проекта; документирование компонентов информационной системы на стадии жизненного цикла;
- компетенций – ПК-11.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

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

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс (Компьютерная графика ДО, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>

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.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, превышающем программу

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	много негрубых ошибки.	подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	программе подготовки, без ошибок.	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 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 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

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

19. Подходы к оптимизации вычислений в компьютерной графике	ПК-11
20. Визуализация в реальном времени и использование шейдерных языков в 3d-графике	ПК-11

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-11

- С какого года ведется отсчет появления области знания «Компьютерная графика»?
 - 1946
 - 1969 (+)
 - 1977
 - 1991
 - 2010
- Где на территории СССР состоялась первая специализированная конференция по компьютерной графике?
 - В Москве
 - В Новосибирске (+)
 - В С.-Петербурге
 - В Н.Новгороде
- Сопоставить сокращенные обозначения областей компьютерной графики в широком смысле с их русскоязычным наименованием.
 - IP – Ответ 1: Верное значение – обработка изображений
 - CV – Ответ 2: Верное значение – компьютерное зрение
 - CG – Ответ 3: Верное значение – компьютерная графика
 - SV – Ответ 4: Верное значение – научная визуализация
- Что означает термин Visual Computing?
 - вычисления, обеспечивающие зрение роботов
 - высокопроизводительные вычисления в области компьютерной графики в широком смысле (+)
 - высокопроизводительная обработка видеосъемки
 - синтез изображений виртуальной реальности
 - вычисления, связанные с человеко-машинным интерфейсом

5.2.3. Вопросы для собеседования

- Сколько компонент в функции излучения, описывающей любой источник света в OpenGL?
- Какое минимальное количество источников света должны предоставлять реализации OpenGL?
- С помощью какой функции создаётся новый текстурный объект?
- Какая функция делает текстуру активной?
- Какая функция очищает буферы OpenGL?
- Какая функция позволяет включать различные возможности OpenGL?
- Как называется видимый объем сцены при перспективном проецировании?
- С помощью какой функции генерируется идентификатор текстуры?
- Напишите функцию, поворачивающую модель на 30 градусов вокруг оси X. Ответ набирайте без пробелов.
- Сколько вершин нужно для отрисовки N четырехугольников с использованием примитива GL_QUAD_STRIP?
- Какой оператор меняет местами буфер для отрисовки и буфер для отображения на экране?
- Какая функция загружает двумерную текстуру в память видеокарты?
- Как называется функция, переводящая значения плотности в цвет?
- Напишите функцию, которая осуществляет параллельный перенос модели.
- Перечислите через запятую какие виды проекций есть в OpenGL?
- Какой тип источника света в OpenGL позволяет ограничить распределение света конусом?
- Назовите основные типы взаимодействия света и материала поверхности.
- Что такое текстель?
- Как называется процесс расчета растянутой или сжатой текстуры?

5.2.4. Темы 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»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

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

б) дополнительная литература:

- 1) Пантюхин П. Я. - Компьютерная графика. Ч. 1. - М., 2011. - 88 с. 15 экз
- 2) Семенов А. Программирование графических процессоров с использованием Direct3D и HLSL (<http://www.intuit.ru/studies/courses/1120/175/info>)
- 3) 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

- 1) Труды конференций Графикон <http://www.graphicon.ru/>
- 2) Компьютерная графика. Алгоритмические основы растровой графики (лекция по фильтрации изображений, предполагает регистрацию на сайте ИНТУИТ).
<http://www.intuit.ru/departments/graphics/rastrgraph/8>
- 3) Курс "Введение в компьютерное зрение" 2015 (ВМК МГУ)
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLbwKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
- 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
- 7) Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogls/rt>
- 8) Fast 3D triangle-box overlap testing.
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 (лекционного и лабораторного типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 09.03.04 Программная инженерия.

Автор (ы) _____ В.Е. Турлапов
_____ А.А. Белокаменская

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ Р.Г. Стронгин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.