

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)

УТВЕРЖДАЮ:

директор института

\_\_\_\_\_ В.П. Гергель

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019

**Рабочая программа дисциплины**

Компьютерная графика

\_\_\_\_\_

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

\_\_\_\_\_

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

020302 Фундаментальная информатика и информационные технологии

\_\_\_\_\_

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

\_\_\_\_\_

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

\_\_\_\_\_

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2019 год

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.04 «Компьютерная графика».

## 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-2: Способен проектировать программное обеспечение	ПК-2.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения	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-2.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения	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	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
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	43
Промежуточная аттестация – зачет	

### 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	
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	9	4		2	6	3
Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений	7	2		2	4	3
Шейдеры в 3d-графике	7	2		2	4	3
Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров	7	2		2	4	3
Научная визуализация	6	2		2	4	2
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>65</b>	<b>43</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (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.

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»

### ***Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов***

Литература для самостоятельного изучения представлена в пункте 7. 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 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозмож-	При решении стандартных задач не продемонстрир	Продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения.	Продемонстрированы все основные умения,	Продемонстрированы все основные умения,

	ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего- ся от ответа	ированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	решены все основные задачи с отдельными несущест- венным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможнос- ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего- ся от ответа	При решении стандартных задач не продемонстр- ированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонст- рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстри- рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр- ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр- ирован творческий подход к решению нестандартн ых 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-2
2. Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Классификация моделей и их использование в графических форматах.	ПК-2
3. Принципы, API, классы и методы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя для .NET Framework	ПК-2
4. Обработка изображений, фильтры точечные и матричные, методы матморфологии в обработке изображений.	ПК-2
5. Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Сплайны Безье и NURBS.	ПК-2
6. Базовые растровые алгоритмы. Алгоритм Брезенхэма.	ПК-2
7. Основные алгоритмы вычислительной геометрии	ПК-2
8. Фракталы геометрические и алгебраические. Метод систем итеративных функций.	ПК-2
9. Координатный метод в компьютерной графике. Однородные координаты. Структура матрицы преобразования. Классификация проекций.	ПК-2
10. Перспективные проекции. Классификация. Геометрическая интерпретация коэффициентов матрицы.	ПК-2
11. Математические основы захвата трехмерного движения объекта по плоским изображениям.	ПК-2
12. Графический 3d-конвейер и синтез изображений. Архитектура вершинного и пиксельного (фрагментного) шейдеров. Шейдеры и графический конвейер.	ПК-2
13. Методы текстурирования. Линейная, билинейная, трилинейная и анизотропная фильтрация. Витр-mapping и normal-mapping. Антиалиасинг.	ПК-2
14. Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL (или DirectX: что изучалось)	ПК-2
15. Локальные модели освещения. Понятия Lighting и Shading.	ПК-2
16. Глобальное моделирование освещения. Основные понятия и подходы. Трассировка лучей. Излучательность (Radiosity). Метод фотонных карт (Photon-mapping).	ПК-2
17. Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен	ПК-2
18. Удаление невидимых элементов. Тени.	ПК-2
19. Подходы к оптимизации вычислений в компьютерной графике	ПК-2
20. Визуализация в реальном времени и использование шейдерных языков в 3d-графике	ПК-2

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-2

- С какого года ведется отсчет появления области знания «Компьютерная графика»?
  - 1946
  - 1969
  - 1977
  - 1991
  - 2010
- 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
- Какая группа методов компьютерной графики обеспечивают наибольшую реалистичность визуализации
  - Методы растеризации
  - Методы трассировки лучей
  - Методы излучательности (Radiosity)
  - Методы глобального освещения

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Курс: Турлапов В.Е. «Компьютерная графика ДО» <https://e-learning.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>)

в) программное обеспечение и 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>
- Курс "Введение в компьютерное зрение" 2015 (BMK МГУ) <https://www.youtube.com/playlist?list=PLbWKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
- 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](http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell_thesis)
- Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogsls/rt>
- 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 (лекционного и семинарского 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. В компьютерном классе установлена операционная система Windows (лицензия), Microsoft Visual Studio (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>).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.



Автор (ы) \_\_\_\_\_ В.Е. Турлапов

\_\_\_\_\_ А.А. Белокаменная

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Г. Стронгин