

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Филонова Л. Р.

« 08 » июля 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**М1.В.ДВ.02.02. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРЁХМЕРНЫХ  
СЦЕН И ОБЪЕКТОВ**

Направление подготовки — 01.04.02. Прикладная математика и информатика

Направленность (магистерская программа) — Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин

Квалификация выпускника — магистр

Форма обучения — очная

Пенза, 2019

### 1. Цели освоения дисциплины

Формируемые дисциплиной «**Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов**» знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

- Оценка возможности создания архитектурного проекта программного средства (ПС 06.003 «Архитектор программного обеспечения», ТФ Н/01.6);
- Выбор технологий и средств разработки программного обеспечения, включая системы управления исходным кодом (ПС 06.003 «Архитектор программного обеспечения», ТФ I/05.6);
- Руководство проектированием программного обеспечения (ПС 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения», ТФ А/08.6).

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «**Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули) ОПОП».

Для освоения дисциплины магистранты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Объектно-ориентированное программирование», «Компьютерная графика» соответствующего направления подготовки бакалавров, дисциплины «Современное программирование».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего прохождения практик: Учебной (проектной (проектно-технологической)) практики, Производственной (преддипломной) практики, Производственной практики (научно-исследовательской работы), выполнению и защите выпускной квалификационной работы.

### 3. Результаты освоения дисциплины «**Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов**»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компет енции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-2	<b>ПК-2. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности с учетом требований информационной безопасности</b>	<i>ПК-2.3. Разрабатывает и применяет методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности</i>	Знать: теоретические и практические принципы построения приложений визуализации трёхмерных объектов и сцен Уметь: использовать математические методы для решения задачи разработки приложений визуализации трёхмерных объектов и сцен Владеть: практическими навыками разработки программного кода в области визуализации трёхмерных объектов и сцен

#### 4. Структура и содержание дисциплины Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Контактная работа				Самостоятельная работа				Опрос на лабораторном занятии	Проверка выполнения индивидуального задания	Проверка отчёта выполнения лабораторной работы
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Выполнение домашнего индивидуального задания	Подготовка отчёта лабораторной работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение в трёхмерную графику</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>1,75</b>	<b>1,75</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			
1.1.	Тема 1.1. Введение в трёхмерную графику		1	2	2			1,75	1,75					
1.2.	Лабораторная работа 1. Реализация алгоритма построения лабиринтов		1	2		2				2	1			
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Вывод на экран трёхмерных изображений</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			
2.1.	Тема 2.1. Вывод на экран трёхмерного изображения		2	2	2			1	1					
2.2.	Лабораторная работа 2. Вывод на экран трёхмерных сцен		2	2		2		3		2	1	1	2	3
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Геометрические преобразования</b>	<b>8</b>	<b>3-4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
3.1.	Тема 3.1. Геометрические преобразования		3-4	4	4			2	2						
3.2.	Лабораторная работа 3. Разложение трёхмерных аффинных преобразований		3-4			4		4		2	1	3	4	5	
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Освещение</b>	<b>8</b>	<b>5-6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>				
4.1.	Тема 4.1. Освещение		5-6	4	4			2	2						
4.2.	Лабораторная работа 4. Удаление невидимых поверхностей		5-6	4		4		4		2	1	5	6	7	
<b>5</b>	<b>Раздел 5. Визуализация граней для усиления реалистичности</b>	<b>8</b>	<b>7-8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>				
5.1.	Тема 5.1. Визуализация граней для усиления реалистичности		7-8	4	4			2	2						
5.2.	Лабораторная работа 5. Визуализация текстуры		7-8	4		4		4		2	1	7	8	9	
<b>6.</b>	<b>Раздел 6. Моделирование поверхностей полигональными сетками</b>	<b>8</b>	<b>9-10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>				
6.1.	Тема 6.1. Моделирование поверхностей полигональными сетками		9-10	4	4			2	2						
6.2.	Лабораторная работа 6. Разработка программы рисования гладких геометрических поверхностей		9-10	4		4		4		3	1	9	10	10	
	Общая трудоемкость, в часах			42,25	20	20	2,25	29,75	10,75	13	6	Промежуточная аттестация			
											Форма				Семестр
											Зачёт				8
											Экзаме н				

## **4.2. Содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Введение в трёхмерную графику**

#### ***Тема 1.1. Введение в трёхмерную графику***

История развития трёхмерной компьютерной графики. Трёхмерные эффекты: перспектива, цвет и затенение, свет и тени, наложение текстуры, туман, прозрачность. Области применения трёхмерной графики: трёхмерный мир реального времени, компьютерная графика не реального времени. Основные принципы трёхмерного программирования.

**Лабораторная работа 1.** Реализация алгоритма построения лабиринтов

### **Раздел 2. Вывод на экран трёхмерных изображений**

#### ***Тема 2.1. Вывод на экран трёхмерных изображений***

Рисование точек в трёхмерном пространстве. Рисование линий в трёхмерном пространстве: ломаные и замкнутые линии, аппроксимация кривых прямоугольными отрезками, задание ширины линии, фактура линии. Рисование треугольников в трёхмерном пространстве: ленты треугольников, вееры треугольников. Построение сплошных объектов: установка цвета, удаление скрытых. Четырёхугольники. Многоугольники общего вида.

**Лабораторная работа 2.** Вывод на экран трёхмерных сцен

### **Раздел 3. Геометрические преобразования**

#### ***Тема 3.1. Геометрические преобразования***

Преобразование точек и объектов. Аффинные преобразования. Геометрические эффекты элементарных двумерных преобразований. Инвертирование аффинного преобразования. Композиция аффинных преобразований. Трёхмерные аффинные преобразования: элементарные трёхмерные преобразования, компоновка трёхмерных аффинных преобразований, комбинирование поворотов. Изменение систем координат. Использование аффинных преобразований в программах.

**Лабораторная работа 3.** Разложение трёхмерных аффинных преобразований

### **Раздел 4. Освещение**

#### ***Тема 4.1. Освещение***

Реальный мир и освещение: фоновый, рассеянный, отражённый и излучаемый свет. Создание источников света: цвет, положение и ослабление, прожекторы, несколько источников света, управление положением и направлением источников света. Выбор модели освещения: общее фоновое освещение, локальная или бесконечно удалённая точка образа, двустороннее освещение, вторичный отражённый свет. Задание свойств материала: рассеянное или фоновое отражение, зеркальное отражение, излучение, изменение свойств материала. Математики освещения: излучение материала, масштабный общий фоновый свет, вклады от источников света.

**Лабораторная работа 4.** Удаление невидимых поверхностей

### **Раздел 5. Визуализация граней для усиления реалистичности**

#### ***Тема 5.1. Визуализация граней для усиления реалистичности***

Модели закрашивания: геометрические составляющие для нахождения отражённого света, вычисление диффузионной составляющей, зеркальное отражение, роль фонового света,

комбинирование компонентов освещения, добавление света, закраска и графический конвейер. Плоское и плавное закрашивание. Удаление невидимых поверхностей. Добавление текстуры к граням: наложение текстуры на плоскую поверхность, визуализация текстуры, обёртывание текстуры вокруг криволинейных поверхностей, отображение отражений. Добавление теней объектов.

**Лабораторная работа 5.** Визуализация текстуры

## **Раздел 6. Моделирование поверхностей полигональными сетками**

### **Тема 6.1. Моделирование поверхностей полигональными сетками**

Определение полигональной сетки. Нахождение нормальных векторов. Свойства сеток. Каркасные модели для немонолитных объектов. Многогранники: призмы и антипризмы, платоновы тела. Экструзивные формы: создание призм, совокупности экструзивных призм, экструзии с поворотами. Каркасные аппроксимации гладких объектов: представление поверхностей, нормальный вектор к поверхности, формирование полигональной сетки для криволинейной поверхности, линейные поверхности, поверхности вращения, поверхности второго порядка, суперквадрики, трубки на базе трёхмерных кривых, поверхности на базе явных функций двух переменных.

**Лабораторная работа 6.** Разработка программы рисования гладких геометрических поверхностей

## **5. Образовательные технологии**

В ходе освоения дисциплины «Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов» при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие в том числе активные и интерактивные формы занятий:

- проведение интерактивной лекции (Тема 3.1. «*Геометрические преобразования*»);
- проведение лекции проблемного характера (Тема 6.1. «*Освещение*»);
- проведение работы в парах (Лабораторная работа 6. «*Разработка программы рисования гладких геометрических поверхностей*»).

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладки программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую в том числе в компьютерном классе с выходом в Интернет на факультете вычислительной техники университета.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- подготовка к лабораторной работе;
- выполнение индивидуального задания по лабораторным работам;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к сдаче зачёта.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения. возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

В качестве других видов контактной работы запланированы консультации при подготовке и проведении текущей и промежуточной аттестации.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,  
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**6.1. План самостоятельной работы студентов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	2	3	4	5	6
1	1.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить основные принципы трёхмерного программирования. Дополнительно ознакомится с историей развития трёхмерной компьютерной графики, области применения трёхмерной графики	1,2,3,6,8,9	1,75
	1.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Рассмотреть возможные трёхмерные эффекты, основные принципы трёхмерного программирования Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	3,6	2  1
2	2.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить средства для рисования точек, линий фигур в трёхмерном пространстве.	2,3,6,8,9	1
	2.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Рассмотреть вывод точек, линий, треугольников, сплошных объектов в трёхмерном пространстве. Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	2,3,6,8	2  1
3-4	3.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить приёмы преобразований точек и объектов. Дополнительно рассмотреть использование аффинных преобразований в графических программах	2,3,5,6,7,8,9	2
	3.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Рассмотреть геометрические эффекты элементарных двумерных преобразований, трёхмерные аффинные преобразования Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	2,3,6,8	2  1
5-6	4.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить способы создания источников света, критерии выбора модели освещения,	2,3,6,8,9	2

			особенности задания свойств материала.		
	<b>4.2</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить алгоритмы удаления невидимых линий и поверхностей. Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>4,5,7,9</b>	<b>2</b>  <b>1</b>
<b>7-8</b>	<b>5.1</b>	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить модели закрашивания, алгоритмы удаление невидимых поверхностей, способы добавления текстуры к граням, теней объектов.	<b>2,4,6,7,8</b>	<b>2</b>
	<b>5.2</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Рассмотреть модели закрашивания, добавление текстуры к граням. Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>4,5,7,9</b>	<b>2</b>  <b>1</b>
<b>9-10</b>	<b>6.1</b>	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Изучить теоретические основы определения полигональной сетки, алгоритмы нахождения нормальных векторов. Дополнительно рассмотреть процесс формирования полигональной сетки для криволинейной поверхности	<b>2,4,6,7,8</b>	<b>2</b>
	<b>6.2</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Рассмотреть каркасные аппроксимации гладких объектов. Разработать программу согласно индивидуальному заданию Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>4,5,7,9</b>	<b>3</b>  <b>1</b>

## **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Планируются следующие виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным работам занятиям,
- выполнение индивидуального задания,
- оформление отчётов по лабораторным работам,
- подготовка к зачёту,
- работа с конспектом лекций и изучение литературы при подготовке к зачёту.

Подготовка к лабораторным занятиям проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, Интернет-ресурсов.

Задание к выполнению каждой лабораторной работы состоит с общей части, которая сформулирована в разделе "Задание к выполнению" и уточнения варианта, который приведён в разделе "Варианты заданий". Студент должен заранее ознакомиться со своим заданием и, если у него возникают какие-либо вопросы относительно задания, поставить эти вопросы преподавателю до начала работы.



Выполнение начинается с разработки алгоритма решения задачи. На этом этапе должны быть детально проанализированы условия задания. Хотя представление схемы алгоритма не является обязательным элементом проектирования программы, но схема является удобным инструментом для осмысления задачи и оптимизации решения. При разработке алгоритма следует уделять внимание его упрощению, минимизации объёма вычислений, удалению лишних операций и т.п.

Написание текста программы начинается с определения переменных, которые необходимы для функционирования алгоритма. Большая часть переменных может быть определена ещё на этапе проектирования схемы алгоритма.

Для каждой переменной необходимо определить её тип и тщательно проверить, удовлетворяет ли диапазон значений выбранного типа тем значениям, которые может реально принимать переменная. Для массивов и символьных строк следует убедиться, что их размерность соответствует возможным размерам агрегаций данных.

Если схема алгоритма сделана достаточно тщательно, написание кодовой части программы сводится к записи каждого элемента схемы оператором языка программирования. Если в составе оператора встречается обращение к функции, следует проверить соответствие состава, последовательности и типов параметров, и возвращаемого значения спецификациям функции. Одновременно необходимо убедиться, что был включён файл-заголовок с описанием этой функции в программу.

Подготовленный текст программы следует набрать в текстовом редакторе и сохранить его в файле, который затем необходимо скомпилировать, чтобы получить исполняемый файл.

Отчёт к лабораторной работе должен содержать:

- Тему работы
- Цель работы
- Задание для выполнения, включая индивидуальное задание
- Описание алгоритма программы
- Описание переменных и структур данных, которые применяются в программе
- Описание ключевых программных решений, принятых при реализации алгоритма в тексте программы
- Текст программы
- Результат работы программы
- Выводы

Подготовка к зачёту проводится посредством изучения курса лекций, изучения дополнительной литературы, Интернет-ресурсов.

### **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

#### ***Контроль освоения компетенций***

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: проверка выполнения индивидуального задания на лабораторной работе	Разделы 1 – 6	ПК-2
2	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 1 – 6	ПК-2
3	Промежуточный: зачёт по результатам выполнения лабораторных работ	Разделы 1 – 6	ПК-2

*Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Современное программирование».*

*Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля доступны в ЭИОС (<http://moodle.pnzgu.ru>) в разделе Оценочные средства по дисциплине в курсе «Современное программирование».*

#### **Перечень примерных вопросов к зачёту**

1. Области применения трёхмерной графики
2. Основные принципы трёхмерного программирования
3. Построение изображений линий в трёхмерном пространстве
4. Построение изображений треугольников в трёхмерном пространстве
5. Построение изображений сплошных объектов в трёхмерном пространстве
6. Аффинные преобразования
7. Инвертирование аффинного преобразования
8. Трёхмерные аффинные преобразования
9. Использование аффинных преобразований в программах
10. Создание источников света
11. Выбор модели освещения
12. Задание свойств материала
13. Модели закрашивания
14. Удаление невидимых поверхностей
15. Добавление текстуры к граням
16. Добавление теней объектов
17. Определение полигональной сетки
18. Каркасные модели для немонолитных объектов
19. Формирование полигональной сетки для криволинейной поверхности
20. Поверхности на базе явных функций двух переменных

#### **7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов»**

а) учебная литература:

1. Ремонтов А.П., Ремонтова Л.В. Компьютерная графика: учебное пособие – Пенза, изд-во ПензГУ, 2008. (35 экземпляров)
2. Дегтярев В.М. Компьютерная геометрия и графика: Учебник – М.: Академия, 2013. ЭСБ «Академия» <http://www.academia-moscow.ru/catalogue/4831/48036/> (неограничено)
3. Приступа А. В. Компьютерная графика. Алгоритмические основы и базовые технологии: учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2012.
4. Евченко А. И. OpenGL и DirectX: программирование графики. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2006.
5. Ву М., Девис Т., Нейдер Дж., Шрайнер Д. OpenGL. Руководство по программированию. Библиотека программиста. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2006.
6. Дёмин А.Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
7. Ричард. Р. С.-мл., Липчак Б. OpenGL. Суперкнига, 3-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
8. Божко А. Н., Жук Д. М., Маничев В. Б.. Компьютерная графика: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.

9. Херн Д., Бейкер М. Паулин. Компьютерная графика и стандарт OpenGL, 3-е изд.: Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.

10. Рост Р. Дж. OpenGL. Трёхмерная графика и язык программирования шейдеров. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2005.

11.

б) Интернет-ресурсы <http://www.intuit.ru/department/graphics>, <http://www.rsdn.ru/article/opengl>.

в) Программное обеспечение:

Все работы выполняются на персональных компьютерах под управлением ОС Windows в среде Visual Studio на языке C++.

г) Другое материально-техническое обеспечение

При проведении лабораторных занятий используются рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.

Рабочая программа дисциплины «Разработка приложений визуализации трёхмерных сцен и объектов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2019 г. № 13.

Программу составили:

1 Абрамов И.А., доцент кафедры КТ



**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Компьютерные технологии»

Протокол № 12 от «26» июня 2019 года

Зав. кафедрой «Компьютерные технологии» \_\_\_\_\_  В. И. Горбаченко

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 10 от «03» июня 2019 года

Председатель методической комиссии  
факультета вычислительной техники



(подпись)

Т. В. Глотова  
(Ф.И.О.)