

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Прикладной математики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Научная визуализация

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) _____ 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы _____ Высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования

Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр

Форма обучения _____ очная

Программа одобрена на заседании кафедры _____ Зав. кафедрой ПМ, д.ф-м.н.
_____ **Р.М. Шагалиев**

протокол № _____ от _____ 20 _____ г. «___» _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
6	64	3	108	-	32	32	44	-	Зач	30
ИТОГО	64	3	108	-	32	32	44	-	-	30

АННОТАЦИЯ

Этот курс посвящён изучению теории научной визуализации, а также приобретению практических навыков решения на ПЭВМ широкого спектра задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Научная визуализация» - получение студентами опыта проектирования и создания прикладных программ, в том числе упрощенных аналогов сервисных программ математического отделения ИТМФ. Основное внимание, тем не менее, уделяется программам, работающим с научной визуализацией – от простейших, до использующих современные графические библиотеки типа OpenGL.

Задачи дисциплины:

- ✓ Дать основы проектирования и реализации программ командами из 2-3 человек;
- ✓ Углубить знания языка C++ и использования объектно-ориентированного стиля программирования;
- ✓ Научить работать с интерфейсными системами типа MFC, оболочкой Visual Studio;
- ✓ Научить использовать графические библиотеки для построения сервисных библиотек.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Научная визуализация» относится к базовой части профессионального цикла ООП бакалавриата направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика и предполагает знания студентами дисциплин общей физики и высшей математики. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания языка программирования C++, а также владение навыками работы в MS Visual Studio, которые преподаются в курсе «Языки и методы программирования» базовой части профессионального цикла ООП бакалавриата физико-математических специальностей.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
Разработка и использование математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ	Математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-3 Способен осуществлять целенаправленный поиск в сети Интернет и других источниках информации о научных достижениях в области прикладной математики, а также о современных программных средствах, относящихся к предмету исследований данных научных публикаций, поисковые системы научной литературы; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	З-ПК-3 знать основные референтные базы У-ПК-3 уметь осуществлять поиск научной литературы с использованием существующих поисковых систем и референтных баз данных; В-ПК-3 владеть навыками поиска научной литературы;
Тип задачи профессиональной деятельности: проектный			
разработка и реализация проектов, связанных применением прикладной математики и информатики в	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей	ПК-5 способен к разработке, реализации и оценке проектов научно-исследовательской и инновационной направленности	З-ПК-5 знать принципы оценки научно-исследовательских проектов при проведении их экспертизы; У-ПК-5 уметь проводить разработку и экспертизу научно-исследовательских

конкретных предметных областях	энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	проектов; В-ПК-5 владеть навыками разработки и экспертизы научно-исследовательских проектов;
--------------------------------	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			-	32	32	44		
Семестр 6								
	Название раздела							
1	Растровая графика	1						5
2	Текстуры	2						5
3	Машина состояний	3						5
4	Спецэффекты	4						5
5	NURBS кривые и поверхности	5-6						10
6	Интерактивная графика	7						10
7	Будущее OpenGL	8-9						5
Рубежный контроль		9	ЛР					50
Промежуточная аттестация			Зачет				0	0 - 50
Посещаемость								5
Итого:			-	32	32	44		100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

ЛР – лабораторная работа

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	Растровая графика	Битмап и пиксмап изображения. Структура хранения. Преобразования – замена цвета, растяжение, обрезание изображения. Чтение/запись битмап картинок.
2	Текстуры	Принципы наложения текстур. Одномерные и двухмерные текстуры. Мультитекстурирование
3	Машина состояний	Функции состояния OpenGL. Буферизация состояний. Буфера цвета и глубины. Зональный и аккумулирующий буферы.
4	Спецэффекты	Использование смешивания для прозрачности и антиалиасинга. Имитация тумана
5	NURBS кривые и поверхности	Параметрическое представление. Эвалюаторы. Кривые Безье. Сплайны.
6	Интерактивная графика	Различные режимы работы OpenGL. Выборка. Обратная связь.
7	Будущее OpenGL	Перспективы развития. Различные расширения

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	Растровая графика	Создание собственных приложений, отображающий сложные трехмерные сцены со множеством источников.
2	Текстуры	Создание собственных приложений, отображающий сложные трехмерные сцены со множеством источников.
3	Машина состояний	Оптимизация кода с целью увеличения производительности. Использование списков отображения, создание собственных алгоритмов, определяющих зону видимости объектов
4	Спецэффекты	Оптимизация кода с целью увеличения производительности. Использование списков отображения, создание собственных алгоритмов, определяющих зону видимости объектов.
5	NURBS кривые и поверхности	Оптимизация кода с целью увеличения производительности. Использование списков отображения, создание собственных алгоритмов, определяющих зону видимости объектов.
6	Интерактивная графика	Формирование сцены на основе внешних источников (файлов). Сложное взаимодействие с пользователем – интерактивная обработка событий мыши, обратная связь.
7	Будущее OpenGL	Формирование сцены на основе внешних источников (файлов). Сложное взаимодействие с пользователем – интерактивная обработка событий мыши, обратная связь.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	Растровая графика	Формирование сцены на основе внешних источников (файлов). Применение битмапов и текстур на практике. Использование сложного взаимодействия с пользователем – интерактивной обработки событий мыши, обратной связи.
2	Текстуры	Формирование сцены на основе внешних источников (файлов). Применение битмапов и текстур на практике. Использование сложного взаимодействия с пользователем – интерактивной обработки событий мыши, обратной связи.
3	Машина состояний	Формирование сцены на основе внешних источников (файлов). Применение битмапов и текстур на практике. Использование сложного взаимодействия с пользователем – интерактивной обработки событий мыши, обратной связи.
4	Спецэффекты	Реализация собственной программы отображения сложной трехмерной сцены с созданием множества объектов и источников освещения разных типов.
5	NURBS кривые и поверхности	Реализация собственной программы отображения сложной трехмерной сцены с созданием множества объектов и источников освещения разных типов.
6	Интерактивная графика	Реализация собственной программы отображения сложной трехмерной сцены с созданием множества объектов и источников освещения разных типов.
7	Будущее OpenGL	Реализация собственной программы отображения сложной трехмерной сцены с созданием множества объектов и источников освещения разных типов.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Хилл Френсис. OpenGL. Программирование компьютерной графики. М.: Питер, 2006.
2. Порев В.Н. Компьютерная графика. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002
3. Е. В. Шикин, А.В. Боресков. Компьютерная графика. Полигональные модели, М.: Диалог-МИФИ, 2001
4. Сергей Гайдуков. OpenGL. Профессиональное программирование трехмерной графики на C++. 2012.
5. Р.Д. Верма. Введение в OpenGL. 2-е издание. 2011.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 6				
Раздел 1	Растровая графика	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 3
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 2	Текстуры	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 6
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 3	Машина состояний	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 7
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 4	Спецэффекты	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 9
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 5	NURBS кривые и поверхности	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 12
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 6	Интерактивная графика	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	ЛР, 16
Раздел 7	Будущее OpenGL	ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	
Рубежный контроль		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	
Промежуточная аттестация		ПК-3 ПК-5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3 3-ПК-5, У-ПК-5; В-ПК-5	Зачет

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Примерные лабораторные работы

Лабораторная работа - Игра PacMan

Общие правила:

Проводим отображение игрового состояния – игрового поля, позиции игрока, противников, камешков, которых нужно собрать, призов. При соприкосновении с противником игрок несет потери (минус одна жизнь либо минус часть здоровья). Игра заканчивается, если собрали все камни или погиб герой, в том числе, когда кончилось время. Игра должна отображать меню с какой-нибудь стороны, показывающее статистику (время, жизни, число оставшихся камней, номер уровня и т.д.). Меню отображаем с использованием надписей непосредственно в контексте OpenGL.

Отображение:

- ✓ Обеспечить вращение и масштабирование (без перемещения) сцены
- ✓ Обеспечить включение/выключение освещения.
- ✓ Использовать отсекающие плоскости и текстуры

Дополнительно:

- ✓ Необходимо обеспечить возможность чтения игрового состояния (уровня) из файла и начало игры с данного состояния. В случае, если игрок выигрывает, необходимо загрузить следующий уровень и продолжит игру на нем.
- ✓ Создать противников нескольких типов. Минимум два, отличающихся по скорости и поведению
- ✓ Обеспечить возможность учета времени на уровень (время, выдаваемое на прохождение уровня, задается в файле уровня)
- ✓ Создать несколько типов призов – минимум жизнь (или здоровье) и прибавление времени
- ✓ Движение игрока сопровождается мультипликацией, без прыжка с клетки на клетку
- ✓ Один формат файлов, чтобы созданный одной командой уровень открывался чужой программой.

Для команд из 3 человек:

- ✓ монстров минимум 3.
- ✓ Призов минимум 4. (Заморозка – замирание монстров на время. Неуязвимость – для уничтожения монстров. Будильник для увеличения времени. Жизнь).

5.2.2. Примерные вопросы к зачету

Раздел 1. Растровая графика.

- 1.1 Битмап и пиксмап изображения. Структура хранения.
- 1.2 Преобразования – замена цвета, растяжение, обрезание изображения.
- 1.3 Чтение/запись битмап картинок.

Раздел 2. Текстуры.

- 2.1 Принципы наложения текстур. Одномерные и двумерные текстуры.
- 2.2 Мультитекстурирование

Раздел 3. Машина состояний.

- 3.1 Функции состояния OpenGL. Буферизация состояний.
- 3.2 Буфера цвета и глубины.
- 3.3 Зональный и аккумулирующий буферы.

Раздел 4. Спецэффекты.

- 4.1 Использование смешивания для прозрачности и антиалиасинга.
- 4.2 Имитация тумана.

Раздел 5. NURBS кривые и поверхности.

- 5.1 Параметрическое представление. Эвалюаторы.
- 5.2 Кривые Безье.
- 5.3 Сплайны.

Раздел 6. Интерактивная графика.

- 6.1 Различные режимы работы OpenGL.
- 6.2 Выборка.
- 6.3 Обратная связь.

Раздел 7. Будущее OpenGL.

- 7.1 Перспективы развития.
- 7.2 Различные расширения.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Хилл Френсис. OpenGL. Программирование компьютерной графики. М.: Питер, 2006.
2. Порев В.Н. Компьютерная графика. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002
3. Е. В. Шикин, А.В. Боресков. Компьютерная графика. Полигональные модели, М.: Диалог-МИФИ, 2001
4. Сергей Гайдуков. OpenGL. Профессиональное программирование трехмерной графики на C++. 2012.
5. Р.Д. Верма. Введение в OpenGL. 2-е издание. 2011.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. А.В. Боресков. Графика трехмерной компьютерной игры на основе OpenGL, М.: Диалог-МИФИ, 2004.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

ПО MS Windows, MS Visual Studio 6.0

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится на базе учебных лабораторий кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебных корпусов. Лаборатории оснащены современными ПЭВМ, необходимым для освоения данной дисциплины ПО.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По дисциплине «Научная визуализация» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических и лабораторных занятий.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Такие моменты отражены в изложенных выше пунктах, касающихся формируемых знаний студентов и их проверки. При обучении по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика особенно выпукло необходимо представлять конкретные методы научной визуализации, которые напрямую применяются при анализе результатов математического моделирования физических процессов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил: старший преподаватель кафедры ПМ

М.Г. Кузнецов

Рецензент: