

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В. Ярмоленко

« 20 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС

А.В. Белоусов

« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Трёхмерная графика

Направление подготовки:
09.04.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
магистр

Форма обучения
очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники
и автоматизированных систем

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» (уровень магистратуры), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 932 от 19 сентября 2017 г.
- Учебного плана по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», утверждённого учёным советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент  (О.В. Осипов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » мая 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен использовать современные технологии для создания графических и web-приложений	ПК-3.1 Понимает методы компьютерной графики для визуализации трёхмерного окружения, способы аппаратного ускорения графических вычислений	Знания
		ПК-3.2 Использует методы компьютерной графики для построения алгоритмов вывода и обработки трёхмерных графических объектов; создаёт программные модули для визуализации вычислений и информации различного характера, в том числе научных данных	Умения
		ПК-3.3 Создаёт программное обеспечение, в том числе web-приложения, для решения задач трёхмерной компьютерной графики с использованием открытых графических стандартов и библиотек	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПК-3 Способен использовать современные технологии для создания графических и web-приложений.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Научно-исследовательский семинар
2.	Трёхмерная графика
3.	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика
4.	Производственная преддипломная практика
5.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	91	91
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	91
Форма промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объём Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основы OpenGL и GLSL					
	Аффинные преобразования в пространстве. Однородные координаты точки. Графические примитивы OpenGL. Видовая матрица. Матрица проектирования. Освещение и текстурирование объектов. Буферизованный вывод. Форматы представления цвета. Классы Qt для работы с графикой. Компиляция простейших шейдерных подпрограмм.	5	–	7	26
2. Элементы вычислительной геометрии					
	Построение селектирующего луча и пирамиды видимости в OpenGL. Нахождение точек пересечения селектирующего луча с основными графическими примитивами (сфера, выпуклый многоугольник). Сортировка объектов по глубине. Вывод на экран множества прозрачных объектов. Поворот и выделение графических объектов на сцене с использованием мыши.	5	–	10	22
3. Стандартные форматы хранения графических моделей					
	Структура формата хранения графических объектов obj. Загрузка графических объектов из файлов *.obj и загрузка материалов из файлов *.mtl. Текстурирование графических объектов и наложение материала.	4	–	7	11
4. Создание шейдерных подпрограмм					
	Основы создания фотореалистичных изображений. Типы данных GLSL. Вершинный шейдер. Фрагментный шейдер. Виды источников света. Модель освещения Фонга. Фильтрация и сглаживание.	3	–	10	32
	ВСЕГО	17	–	34	91

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий
Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия		К-во часов	К-во часов СРС
Семестр №2					
1	Основы OpenGL и GLSL	1.	Лабораторная работа №1. Создание простейшего графического приложения с использованием шейдеров	8	10
2	Создание шейдерных подпрограмм	2.1	Лабораторная работа №2. Освещение в GLSL	8	10
		2.2	Лабораторная работа №3. Текстурирование в GLSL	9	10
3	Элементы вычислительной геометрии	3.	Лабораторная работа №4. Селектирование и сортировка по глубине графических объектов	9	10
ИТОГО:				34	40

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение РГЗ или ИДЗ учебным планом не предусмотрено.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-3 Способен использовать современные технологии для создания графических и web-приложений

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Понимает методы компьютерной графики для визуализации трёхмерного окружения, способы аппаратного ускорения графических вычислений	Защита лабораторных работ, зачёт
ПК-3.2 Использует методы компьютерной графики для построения алгоритмов вывода и обработки трёхмерных графических объектов; создаёт программные модули для визуализации вычислений и информации различного характера, в том числе научных данных	Защита лабораторных работ
ПК-3.3 Создаёт программное обеспечение, в том числе web-приложения, для решения задач трёхмерной компьютерной графики с использованием открытых графических стандартов и библиотек	Защита лабораторных работ, зачёт

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы OpenGL и GLSL	Какими функциями осуществляется перенос, поворот и масштабирование в OpenGL?
		Какие виды источников света используются в компьютерной графике? Какие из них поддерживаются в OpenGL?
		Как создать точечный источник света?
		Для чего необходим буферизованный вывод?
		Какие виды проекций поддерживаются в OpenGL?
		Что такое текстура? Какие функции используются для задания текстур в OpenGL?
2	Элементы вычислительной геометрии	Как задаются экранные координаты в OpenGL?
		Что такое селектирующий луч? Как его построить?
		Что такое пирамида видимости? Как выделить с помощью мыши несколько объектов на сцене?
		Как найти точку пересечения луча с плоскостью?
		Как определить, пересекает ли селектирующий луч объект на сцене?
		Для чего используется буфер глубины?
		Как вывести несколько полупрозрачных объектов на сцену, если они располагаются друг за другом?
Как отсортировать объекты сцены по глубине?		

3	Стандартные форматы хранения графических объектов	Какую структуру имеет файл с расширением *.obj, в котором хранится графический объект?
		Что представляет собой файл с расширением *.mtl? Что в нём хранится?
		Как в файле *.obj хранится объект, не содержащий текстур?
		Что понимается под термином «материал» в компьютерной графике?
4	Создание шейдерных подпрограмм	Что такое шейдерная подпрограмма?
		Какие аппаратные ресурсы используются для выполнения шейдерных подпрограмм?
		Что такое вершинный шейдер? Что такое фрагментный шейдер?
		Какие типы данных поддерживаются в GLSL?

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/курсовой работы учебным планом не предусмотрено

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль проходит в течение семестра в виде выполнения, защиты лабораторных работ. Каждая лабораторная работа проходит процедуру допуска и защиты. Работа допускается к защите в том случае, если выполнены требования к её оформлению и поставленная задача решена правильно. Положительную оценку за выполненную лабораторную работу студент получает в том случае, если он выполнил все требования, предъявляемые к лабораторной работе, и защитил её. Защита лабораторных работ проводится в форме беседы с преподавателем. Для защиты необходимо выучить теоретический материал и выполнить задачу по программированию по теме защищаемой лабораторной работы. Оценивается уровень усвоения теоретического материала, а также качество разработанных программ и исходного кода.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы и задания
Лабораторная работа №1. Создание простейшего графического приложения с использованием шейдеров	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение понятиям: <ul style="list-style-type: none"> – однородные координаты точки; – проектирование; – виды проекций; – точка схода, угол обзора; – аффинные преобразования в пространстве. 2. Виды аффинных преобразований. 3. Вывод матриц аффинных преобразований в пространстве. 4. Вывод матриц проектирования. 5. Почему матрицы аффинных преобразований в пространстве имеют размер 4×4?

	<p>6. Для чего вводятся однородные координаты?</p> <p>7. Какие отличия у центральной и ортографической проекций?</p> <p>8. Форматы представления цветов HSV и RGB.</p> <p>9. Графический конвейер.</p> <p>10. Вершинный шейдер. Фрагментный шейдер.</p> <p>11. Пример задач по программированию шейдеров:</p> <p>11.1. Создать анимацию: медленное вращение фигуры вокруг своего центра с постепенным удалением от наблюдателя.</p> <p>11.2. Написать шейдерные подпрограммы для создания различных эффектов – например, пятен или отверстий на поверхности фигуры.</p> <p>11.3. Создать простейшую анимацию с какими-либо эффектами: движение примитивов, изменение прозрачности и/или цвета примитивов во времени.</p> <p>11.4. Реализовать поворот фигуры на сцене «вслед» за мышью. Если мышь перемещается влево-вправо, то объект должен поворачиваться вокруг вертикальной оси; если вверх-вниз, то вокруг горизонтальной оси.</p>
<p>Лабораторная работа №2. Освещение в GLSL</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – материал; – вектор нормали; – источник света. <p>2. Модели освещения: Фонга, Гуро.</p> <p>3. Виды источников света (направленный, точечный, прожектор) и их характеристики.</p> <p>4. Компоненты источников света: фоновая, рассеянная и зеркальная.</p> <p>5. Пример задач:</p> <p>5.1. Создать освещение из нескольких движущихся источников света.</p> <p>5.2. Создать освещение из нескольких динамических источников света с изменяемыми во времени параметрами.</p>
<p>Лабораторная работа №3. Текстурирование в GLSL</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – текстура; – текстель; – карта нормалей; – карта прозрачности. <p>2. Виды текстур.</p> <p>3. Процедурные текстуры.</p> <p>4. Алгоритмы сглаживания и текстурирования.</p> <p>5. Виды фильтрации.</p> <p>6. Пример задач: Создать графические модели с различными растровыми текстурами.</p>
<p>Лабораторная работа №4. Селектирование и сортировка по глубине графических объектов</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – буфер глубины; – селектирующий луч; – отсечение невидимых поверхностей. <p>2. Алгоритм определения принадлежности точки выпуклому многоугольнику.</p> <p>3. Алгоритмы сортировки многоугольников по глубине.</p> <p>4. Хранение 3D-моделей в формате obj.</p> <p>5. Пример задач:</p> <p>5.1. С помощью алгоритма определения принадлежности точки</p>

	<p>выпуклому многоугольнику реализовать выделение полигонов мышью. Выделенный полигон, который ближе к наблюдателю, должен быть подсвечен определённым цветом.</p> <p>5.2. Нарисовать трёхмерную модель с прозрачными гранями.</p> <p>5.3. Создать анимацию: движение трёхмерной фигуры в пространстве; изменение прозрачности и/или цвета фигуры во времени.</p> <p>5.4. Найти точку пересечения селектирующего луча с объектом на сцене.</p>
--	--

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищённой, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачёта используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий теории компьютерной графики
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов создания трёхмерных графических приложений
	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение разрабатывать трёхмерные графические приложения
	Умение использовать теоретические знания для выбора технологий разработки трёхмерных графических приложений
Навыки	Владение навыками разработки трёхмерных графических приложений
	Качество разработки трёхмерных графических приложений
	Самостоятельность разработки трёхмерных графических приложений

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий теории компьютерной графики	Не знает терминов и определений теории компьютерной графики	Знает термины и определения теории компьютерной графики, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов создания трёхмерных графических приложений	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы создания трёхмерных графических приложений	Знает основные закономерности, соотношения, принципы создания трёхмерных графических приложений, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет

		дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания логически последовательно, самостоятельно их воспроизводит и анализирует
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Умение разрабатывать трёхмерные графические приложения	Не умеет разрабатывать трёхмерные графические приложения	Умеет разрабатывать трёхмерные графические приложения
Умение использовать теоретические знания для выбора технологий разработки трёхмерных графических приложений	Не умеет использовать теоретические знания для выбора технологий разработки трёхмерных графических приложений	Умело использует теоретические знания для выбора технологий разработки трёхмерных графических приложений

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Владение навыками разработки трёхмерных графических приложений	Не владеет навыками разработки трёхмерных графических приложений	Профессионально владеет навыками разработки трёхмерных графических приложений
Качество разработки трёхмерных графических приложений	Не способен разрабатывать трёхмерные графические приложения	Разрабатывает трёхмерные графические приложения
Самостоятельность разработки трёхмерных графических приложений	Не может самостоятельно разрабатывать трёхмерные графические приложения	Самостоятельно разрабатывает трёхмерные графические приложения

Критерии оценки: для получения зачёта необходимо знать теоретический лекционный материал, а также выполнить и защитить все лабораторные работы.

Критерии оценки зачёта:

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент имеет целостное понимание всего изученного теоретического материала и способен самостоятельно решить технические задачи, связанные с созданием графических приложений с использованием OpenGL (DirectX) и какого-либо языка высокого уровня (C++, Java, Python). При написании программ способен создавать быстро выполняемый код для визуализации графической сцены. При получении зачёта студент правильно решил задачу по программированию и ответил на все дополнительные вопросы, заданные преподавателем.
не зачтено	Студент не знает теоретический материал даже по отдельным разделам дисциплины и не ответил на дополнительные вопросы. При получении зачёта студент не решил даже простую задачу по визуализации простейших графических объектов с использованием основных аффинных преобразований и наложением на модели простого материала.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Среды программирования Free Pascal, Dev C++ или CodeBlocks	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы

1. Компьютерная графика : учеб. пособие / В. Н. Порев. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 428 с. - ISBN 5-94157-139-9 : 140.00 р.
2. Компьютерная графика и геометрическое моделирование: учеб. пособие / Л. А. Сиденко. - СПб.: ПИТЕР, 2009. - 219 с. - (Учебное пособие). - ISBN 978-5-388-00339-3: 194.50 р., 184.00 р., 194.50 р.
3. Самоучитель компьютерной графики: учеб. пособие / В. Л. Музыченко, О. Ю. Андреев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИТ Пресс, 2007. - 432 с. - ISBN 5-447-00417-7: 240.56 р.
4. Дегтярев, В. М. Компьютерная геометрия и графика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Информац. системы и технологии" направления подгот. "Информац. системы" / В. М. Дегтярев. - Москва: Академия, 2010. - 189 с.: табл., рис., граф. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5888-7 : 468.00 р.
5. Боресков, А. Разработка и отладка шейдеров / А. Боресков. - СПб. : БХВ-Петербург,

2006. - 488 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 5-94157-712-5 : 324.50 р.
6. Кравченя, Э. М. Компьютерная графика: учеб. пособие / Э. М. Кравченя, Т. И. Абрагимович. - Минск: Новое знание, 2006. - 247 с. - ISBN 985-475-196-1 : 179.67 р.
 7. Херн, Д. Компьютерная графика и стандарт OpenGL / Д. Херн, М. П. Бейкер. - 3-е изд. - М. : Вильямс, 2005. - 1158 с.: [24] л : а-ил. - ISBN 5-8459-0772-1 : 616.60 р.
 8. Компьютерная графика. Полигональные модели/ Е.В. Шикин, А.В. Бересков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. – 461 с.
 9. Синтез изображений: Метод. указ. к выполн. лаборат. работ по курсу компьютерной графики для студ. спец. 220400/ Сост. Брусенцева В.С., Смышляева Л.Г.. – Белгород: БелГТАСМ, 2000. – 34 с.
 10. Никулин, Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: учебное пособие/ Е.А. Никулин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 560 с.
 11. Рост, Р. Дж. OpenGL: трёхмерная графика и язык программирования шейдеров/ Р.Дж. Рост.- СПб.: Питер, 2005. – 428 с.
 12. Перемитина Т.О. Компьютерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Перемитина Т.О.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012.— 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13940>.— ЭБС «IPRbooks».
 13. Дружинин А.И. Алгоритмы компьютерной графики. Часть 3 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дружинин А.И., Дружинина Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44895>.— ЭБС «IPRbooks».
 14. Лихачев В.Н. Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library [Электронный ресурс]/ Лихачев В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 201 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39567>.— ЭБС «IPRbooks».
 15. Забелин Л.Ю. Основы компьютерной графики и технологии трехмерного моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Ю. Забелин, О.Л. Конюкова, О.В. Диль. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 259 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54792.html>

Справочная и нормативная литература

1. ГОСТ Р 34.701.1-92 Информационная технология. Машинная графика. Метафайл для хранения и передачи информации об описании изображения.
2. ГОСТ 27817-88 Системы обработки информации. Машинная графика. Функциональное описание ядра графической системы.
3. ГОСТ 27459-87 Системы обработки информации. Машинная графика. Термины и определения.

Перечень дополнительной литературы

1. Краснов М.В. OpenGL. Графика в проектах Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 352 с: ил.
2. OpenGL Red Book (русская версия). Перевод Максима Каверина.
3. Евченко А. И. OpenGL и DirectX. Программирование графики. Для профессионалов. – Питер. 2006
4. Горнаков С. Инструментальные средства программирования и отладки шейдеров в DirectX и OpenGL. – БХВ-Петербург. 2005.
5. Жарков В. А. Компьютерная графика, мультимедиа и игры на Visual C#. – Жарков Пресс. 2005.
6. Вольф Д. OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов / пер. с англ. А.Н. Киселева. – М.:

- ДМК Пресс, 2015. – 368 с.: ил.
7. Ярошевич В.А. 3D Моделирование. Лекции, практические занятия, лабораторный практикум. МИЭТ-2016.
 8. Боресков А.В. Разработка и отладка шейдеров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 496 с.

Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.gamedev.ru>
2. <https://www.opengl.org>
3. <http://compgraphics.info/OpenGL>
4. <http://pmg.org.ru/nehe>
5. <http://opengl-tutorial.blogspot.ru/p/blog-page.html>
6. http://www.3dmir.ru/s_tutor.html
7. <http://drcastle.narod.ru/NeHe.pdf>
8. https://github.com/qtproject/learning-guides/tree/master/opengl_tutorial/src/examples
9. http://miet.aha.ru/3d/textbook/3d_20160911_14.pdf
10. http://esate.ru/uroki/OpenGL/uroki_opengl/
11. https://wiki.labomedia.org/images/1/10/Orange_Book_-_OpenGL_Shading_Language_2nd_Edition.pdf

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО