

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____ 2024 года
«____» _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование WebGL»

По направлению подготовки: 09.03.04 Программная инженерия

Профиль: Разработка программно-информационных систем

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Программирование WebGL» по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (профиль «Разработка программно-информационных систем») – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Программирование WebGL» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

ст. преподаватель Кузнецова Е.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № ____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

 Ю.В. Бородач

© Кузнецова Е.В., 2024 г.

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели, задачи и предмет дисциплины, её место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по алгоритмизации современных математических методов и концепций работы с помощью современных программно-аппаратных средств визуализации.

Задачи учебной дисциплины:

изучение:

- способов представления изображений в компьютерной графике и основных принципов их формирования;
- методов растровой и векторной графики, их особенностей восприятия;
- методов геометрического моделирования и форм представления моделей;
- основ алгоритмов создания плоских и трехмерных реалистических изображений;

формирование умений:

- применять программные средства компьютерной графики;
- использовать инструментальные функции интегрированных программных сред разработки трёхмерных графических продуктов;
- пользоваться аппаратными средствами создания трёхмерных графических продуктов;

формирование навыков:

- работы с техническими средствами компьютерной графики;
- владения программными и техническими средствами трёхмерных графических технологий;
- построения математической модели заданного объекта;
- работы с графическим интерфейсом, составления и отладки графических программ.

Предметом освоения дисциплины являются:

- графические системы двумерного и трёхмерного преобразования изображений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Программирование WebGL» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по профилю «Разработка программно-информационных систем».

Дисциплина базируется на знаниях дисциплин «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Программирование», «Дискретная математика».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части, указанной в пункте 1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

знать:

- математический аппарат решения конкретных прикладных задач;
- правила построения двумерных и трёхмерных изображений;
- основные подходы в построении фотореалистических изображений;
- основные принципы функционирования современных графических систем, их строение и функциональные возможности;
- простейшие растровые алгоритмы и принципы их построения;
- основные виды геометрических преобразований, включая проектирование;

уметь:

- использовать фундаментальные разделы математики для анализа задач графического моделирования;
- строить математические модели для задачи графического моделирования и оценивать их адекватность;
- выбирать адекватные математические средства для визуализации 3-х мерных динамических объектов;
- строить геометрические преобразования сцены как суперпозицию элементарных преобразований;
- использовать графические ресурсы операционных систем;
- создавать программы, использующие графические изображения;

владеть:

- современными методами анализа, моделирования конкретных научно-практических задач;
- навыками работы с техническими средствами компьютерной графики;
- навыками построения математической модели заданного объекта; навыками работы с графическим интерфейсом;
- навыками составления и отладки графических программ.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
ПК-3. Владеет навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ПК-3.1. Знать: методы и приемы формализации задач; языки формализации функциональных спецификаций; методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; нотации и программные продукты для графического отображения алгоритмов; алгоритмы решения типовых задач, области и способы их применения ПК-3.2. Уметь: использовать и применять: методы и приемы формализации задач; методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; программные продукты для графического отображения алгоритмов; стандартные алгоритмы в соответствующих предметных областях

	ПК-3.3. Владеть: приемами составления формализованных описаний решений поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других нормативных документов; приемами разработки алгоритмов решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других нормативных документов; приемами оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач
--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объём учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объём часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	64	12
Лекции	32	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	32	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>индивидуальные задания</i>)	36	9
Самостоятельная работа студента (всего)	44	123
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Математические основы компьютерной графики.

Тема 1. Введение в компьютерную графику.

Тема 2. Элементы аналитической геометрии.

Система координат: основные понятия. Уравнение прямой. Уравнение плоскости. Представление плоскости как функции нескольких переменных.

Тема 3. Проецирование трёхмерных объектов.

Основные понятия и определения. Типы проекций и их свойства. Вывод формул центральной перспективной проекции. Факторы, влияющие на восприятие человеком трёхмерности.

Тема 4. Преобразование в пространстве.

Преобразование точек в разных системах координат. Двумерные матричные преобразования. Однородные координаты и матричное представление двумерных преобразований. Свойства однородных координат. Трёхмерные матричные преобразования. Углы Эйлера. Композиция преобразований в 3D.

Тема 5. Растровая и векторная графика.

Графические форматы. Характеристики растровых и векторных изображений. Алгоритмы растровой графики. Рисование отрезков прямых.

Отсечение.

Тема 6. Нормирующие преобразования видимого объёма.

Видимый объём. Нормирование.

Тема 7. Алгоритмы удаления невидимых рёбер и граней.

Классификация алгоритмов. Алгоритм с использованием Z-буфера. Метод сортировки по глубине. Метод удаления невидимых граней выпуклых тел.

Тема 8. Модели расчёта освещённости граней трёхмерных объектов.

Цветовой куб RGB. Эмпирическая модель расчёта освещённости.

Тема 9. Кубические сплайны.

Сплайновая функция. Сплайновые функции Эрмита и Безье.

Раздел 2. WebGL – 2D графика.

Тема 10. Основные возможности WebGL.

Контекст воспроизведения. Параметры визуализации.

Тема 11. Добавление 2D контента в контекст WebGL.

Конвейер WebGL. Настройка буфера вершин и буфер индексов.

Установка атрибута для буфера вершин. Отрисовка в WebGL. Рисование линий.

Тема 12. Использование шейдеров для назначения цвета в WebGL.

Вершинный и фрагментный шейдеры. Цвета в WebGL. Установка цвета вершины.

Тема 13. Анимация объектов с помощью WebGL.

Раздел 3. WebGL – 3D графика.

Тема 14. Создание 3D объектов с помощью WebGL.

Введение в матрицы. Матрица модели и матрица вида. Операции с матрицами. Анимация объектов.

Тема 15. Использование текстур в WebGL.

Наложение текстур. Работа с координатами текстуры. Загрузка образа и параметры наложения текстуры. Настройка текстурирования. Множественное текстурирование.

Тема 16. Освещение в WebGL.

Типы освещения. Модели освещения и модели затемнения. Модели и техники создания освещения граней трёхмерных объектов. Модель освещённости с использованием цвета вершины. Получение эффекта полупрозрачности. Модель освещённости с использованием источника света и цвета вершины. Модель освещённости с использованием источника света и материала поверхности.

Модель отражения света Фонга.

Тема 17. Анимация текстур в WebGL.

Использование расширений.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объём часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Введение в компьютерную графику	2	1
2.	Элементы аналитической геометрии	2	
3.	Проецирование трёхмерных объектов	2	
4.	Преобразование в пространстве	2	
5.	Растровая и векторная графика	2	1
6.	Нормирующие преобразования видимого объёма	2	
7.	Алгоритмы удаления невидимых рёбер и граней	2	
8.	Модели расчёта освещённости граней трёхмерных объектов	2	
9.	Кубические сплайны	2	1
10.	Основные возможности WebGL	2	
11.	Добавление 2D контента в контекст WebGL	2	

12.	Использование шейдеров для назначения цвета в WebGL	2	1
13.	Анимация объектов с помощью WebGL	2	
14.	Создание 3D объектов с помощью WebGL	2	1
15.	Использование текстур в WebGL	2	
16.	Освещение в WebGL	1	1
17.	Анимация текстур в WebGL	1	
Итого:		32	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	WebGL: основы, установка и настройка	2	1
2.	Шейдеры и GLSL в WebGL	2	
3.	Обработка изображений	2	
4.	Математика переноса, поворота и масштабирования в 2D	2	1
5.	2D-матрицы в WebGL	2	
6.	WebGL 3D – Ортогональ	2	1
7.	WebGL 3D – Перспектива	2	
8.	WebGL 3D – Камеры	2	
9.	WebGL 3D - Направленное освещение	2	1
10.	WebGL 3D - Точечное освещение	2	
11.	WebGL 3D – Отрисовка нескольких объектов	2	1
12.	WebGL 3D – Графы сцены	2	
13.	WebGL 3D – Создание модели	4	1
14.	WebGL 3D – Текстуры	4	
Итого:		32	6

4.5. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Уравнение прямой и плоскости	Написание реферата, создание презентации по теме	2	9
2.	Типы проекций, их свойства	Написание реферата, создание презентации по теме	4	8
3.	Однородные координаты и матричное представление двумерных преобразований. Свойства однородных координат	Написание реферата, создание презентации по теме	2	8

4.	Алгоритмы растровой графики	Выполнение индивидуального задания по теме	4	8
5.	Алгоритмы векторной графики.	Написание реферата, создание презентации по теме	4	8
6.	Процесс нормирования изображений	Написание реферата, создание презентации по теме	4	8
7.	Алгоритм с использованием Z-буфера.	Подготовка к лабораторным работам	4	8
8.	Метод удаления невидимых граней выпуклых тел.	Подготовка к лабораторным работам	4	8
9.	Эмпирическая модель расчёта освещённости	Написание реферата, создание презентации по теме	4	8
10.	Применение сплайновых функций Эрмита и Безье	Написание реферата, создание презентации по теме	2	8
11.	Параметры визуализации WebGL.	Подготовка к лабораторным работам	2	8
12.	Настройка и установка атрибутов для буфера вершин и буфера индексов.	Подготовка к лабораторным работам	2	8
13.	Цвета в WebGL. Установка цвета вершины.	Подготовка к лабораторным работам	2	8
14.	Операции с матрицами	Написание реферата, создание презентации по теме	2	8
15.	Процесс загрузки образа и параметры наложения текстуры	Написание реферата, создание презентации по теме	2	10
Итого:			44	123

4.6. Курсовые работы/проекты

Согласно учебному плану, курсовой проект (работа) по данной дисциплине не предусмотрен.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых

позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы, постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса, и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счёт объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путём конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ньюмен, У. Основы интерактивной машинной графики / У. Ньюмен, Р. Спрулл: пер. с англ. – М. : Мир, 1976. - 573 с.: ил.

2. Коичи, Мацуда. WebGL: программирование трёхмерной графики / К. Мацуда, Р. Ли: пер. с англ. Киселёв А. Н. - М. : ДМК Пресс, 2015. – 494 с.: ил.

3. Аммерал, Л. Принципы программирования в машинной графике / Л. Аммерал: пер. с англ. – М. : Сол Систем, 1992. – 224 с.: ил.

б) дополнительная литература:

1. Соснин, Н. В. Компьютерная графика. Математические основы. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. В. Соснин. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - 138 с.

2. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и её приложения. Монография. Перев. с англ. Ю.Н. Субботина – М.: Мир, 1972. – 319 с.

3. Иванов, В. П., Трёхмерная компьютерная графика / В. П. Иванов, А. С. Батраков. - М. : Радио и связь, 1995. – 224 с.

4. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики /Д. Роджерс: пер. с англ. – М. : Книга по Требованию, 2013. – 512 с.

5. Роджерс, Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс: пер. с англ. – М. : Машиностроение, 1980. – 240 с.

6. Тихомиров, Ю. Программирование трёхмерной графики / Ю. Тихомиров. – СПб. : ВНУ – Санкт-Петербург, 1998. – 256 с.

в) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>

2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>

3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru>

4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>

6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>

9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>

10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» – <http://elibrary.ru>

4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Программирование WebGL» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы: учебный компьютерный класс, имеющий рабочие места студентов, оснащённые компьютерами с доступом в Интернет, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук), бесплатное программное обеспечение.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства; наборы слайдов, демонстрационные приборы, при необходимости – средства мониторинга и т.д.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Программирование WebGL»

Перечень компетенций (элементов компетенций),
формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Тема 1 – Тема 17	начальный (3)
2.	ПК-3	Владеет навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	Тема 1 – Тема 17	начальный (3)

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	Знать: методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации;	Тема 1 - 17	Лабораторные работы, контрольные работы, индивидуальные задания, промежуточный контроль (экзамен)

		методикой системного подхода для решения поставленных задач		
2	ПК-3	<p>Знать: методы и приемы формализации задач; языки формализации функциональных спецификаций; методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; нотации и программные продукты для графического отображения алгоритмов; алгоритмы решения типовых задач, области и способы их применения</p> <p>Уметь: использовать и применять: методы и приемы формализации задач; методы и приемы алгоритмизации поставленных задач; программные продукты для графического отображения алгоритмов; стандартные алгоритмы в соответствующих предметных областях</p> <p>Владеть: приемами составления формализованных описаний решений поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других нормативных документов; приемами разработки алгоритмов решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других нормативных документов; приемами оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач</p>	Тема 1 - 17	Лабораторные работы, контрольные работы, индивидуальные задания, промежуточный контроль (экзамен)

Фонды оценочных средств по дисциплине «Программирование WebGL»

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1

Тема: «WebGL Установка и настройка. Основы WebGL»

Лабораторная работа №2

Тема: «Шейдеры и GLSL в WebGL»

Лабораторная работа №3

Тема: «Обработка изображений»

Лабораторная работа №4

Тема: «Математика переноса, поворота и масштабирования в 2D»

Лабораторная работа №5

Тема: «2D-матрицы в WebGL»

Лабораторная работа №6

Тема: «WebGL 3D – Ортогональ»

Лабораторная работа №7

Тема: «WebGL 3D – Перспектива»

Лабораторная работа №8

Тема: «WebGL 3D – Камеры»

Лабораторная работа №9

Тема: «WebGL 3D - Направленное освещение»

Лабораторная работа №10

Тема: «WebGL 3D - Точечное освещение»

Лабораторная работа №11

Тема: «WebGL - Отрисовка нескольких объектов»

Лабораторная работа №12

Тема: «WebGL - Графы сцены»

Лабораторная работа №13

Тема: «WebGL 3D - Создание модели»

Лабораторная работа №14

Тема: «WebGL 3D – Текстуры»

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (правильность выполнения 90-100%)
4	Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (правильность выполнения 75-89%)
3	Лабораторная работа выполнена на низком уровне (правильность выполнения 50-74%)
2	Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильность выполнения менее чем на 50%)

Вопросы к контрольным работам:

1. Структура библиотеки Three.js
2. Графические примитивы в WebGL
3. Вершинный и фрагментный шейдеры
4. Язык GLSL
5. Построение плоских кривых линий в WebGL
6. Способы создания спрайтов
7. Растровые фильтры
8. Геометрические преобразования и однородные координаты
9. Матричные преобразования в WebGL
10. Использование библиотек в WebGL
11. Полигональные трехмерные объекты
12. Пространственные примитивы в WebGL
13. Использование Object3D
14. Иерархия объектов и построение сложных объектов в WebGL
15. Текстурирование двумерных объектов в WebGL
16. Текстурирование трехмерных объектов в WebGL
17. Текстуры в Three.js
18. Освещение сцены в WebGL
19. Модели отражения света
20. Материалы в Three.js
21. Карты текстур в Three.js
22. Поверхности вращения в WebGL
23. Параметрические поверхности в WebGL
24. Анимация объектов в WebGL
25. Обработка аппаратных событий
26. Организация пользовательского ввода информации в WebGL
27. Управление объектами в WebGL
28. Работа с системой частиц

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Индивидуальные задания:

1. Написание игры «Арканоид» на WebGL.
2. Написание игры змейка. Размер поля 16X16.
3. Написать графический редактор для создания электрических схем. На схеме могут располагаться: резистор, конденсатор, емкость, источник ЭДС, источник тока, линия соединения.
4. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Шахматная доска.
5. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Кухонный стол.
6. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Кухонный стул.
7. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Объёмный текст.
8. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Кровать.
9. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Шкаф.
10. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Тумба.
11. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Кружка.
12. Прорисовка и анимация 3D модели на WebGL. Программа должна предоставлять возможность пользователю вращать объект вокруг осей OX, OY, OZ: Цветочный горшок.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (правильность выполнения 90-100%)
4	Задание выполнено на среднем уровне (правильность выполнения 75-89%)
3	Задание выполнено на низком уровне (правильность выполнения 50-74%)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне (правильность выполнения менее чем 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Основные свойства WebGL
2. Библиотека Three.js
3. Структура проекта
4. Добавление сцен
5. Добавление камеры
6. Система координат в WebGL
7. Добавление света в Three.js
8. Добавление объекта визуализации
9. Рендеринг и анимация
10. Добавление графических объектов
11. Конвейер WebGL
12. Настройка буфера вершин и буфер индексов
13. Точки и линии. Треугольники
14. Установка Viewport
15. Вершинный и фрагментный шейдеры
16. Синтаксис GLSL
17. Класс Geometry
18. Построение параметрических кривых
19. Интерполяция сплайнами
20. Построение кривых Безье
21. Рисование плоских фигур
22. Спрайты
23. Способы растровой обработки текстур.
24. Точечные преобразования при растровой обработке текстур
25. Матричные преобразования при растровой обработке текстур
26. Двухмерные геометрические преобразования в WebGL
27. 2D перенос
28. 2D масштабирование
29. 2D поворот
30. 2D однородные координаты
31. Системы координат
32. 2D матричные операции
33. 3D перенос
34. 3D масштабирование
35. 3D поворот
36. 3D однородные координаты
37. 3D матричные операции
38. Проекционные матрицы в WebGL
39. Использование библиотеки glmatrix
40. Использование объекта Object3D для ГП
41. Окрашивание трехмерных объектов
42. Полигональные объекты
43. Источники света
44. Создание материала объекта

45. Учёт нормали к поверхности
46. Создание пространственных примитивов
47. Создание структурных объектов с Object3D
48. Иерархия объектов с Object3D
49. Текстурирование в 2D
50. Работа с координатами текстуры
51. Текстурирование 3D-объектов. Множественное текстурирование
52. Добавление текстур в Three.js
53. Основы освещения. Модели отражения света
54. Модель отражения Ламберту
55. Модель отражения Фонга
56. Модель отражения Блинна
57. Сэл-шейдерная модель
58. Модель Minnaert
59. Методы интерполяции света
60. Модель интерполяции Гуро
61. Модель интерполяции Фонга
62. Освещение объектов в WebGL
63. Материалы в Three.js
64. Параметры карт текстур в Three.js
65. Применение материалов объекту
66. Поверхности вращения
67. Поверхность вращения с комбинированной образующей
68. Параметрические поверхности
69. Анимация объектов
70. Обработка пользовательского ввода
71. Управление клавиатурой при использовании Three.js
72. Обработка событий мышки
73. Управление гранями объекта
74. Работа с частицами в canvas
75. Поверхность из частиц

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут; – продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			