

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ И ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Компьютерная графика в механико-математических моделях и игровых технологиях»** для обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 9 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры теории упругости
и вычислительной математики
им. акад. А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук

М. Н. Пачева

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.
Протокол от 03.04.2025 г. № 10.

И. о. заведующего кафедрой

И. А. Моисеенко

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р физ.-мат. наук, доц.
03.04.2025 г.

Р. Н. Нескородев

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Алгебра и геометрия, Языки и методы программирования, Архитектура компьютеров, Алгоритмы и структуры данных.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: преддипломная практика, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.14. Компьютерная графика в механико-математических моделях и игровых технологиях
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	4	7	17	34	–	57	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов знаний об основных понятиях и методах компьютерной графики. Приобретение навыков низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики: создания геометрических и реалистичных изображений на экране компьютера, с целью решения математических, инженерных, игровых и развлекательных задач.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ
И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен разрабатывать и руководить процессом разработки и модификации компьютерных программ для решения профессиональных и научно-исследовательских задач.	ПК-2.1. Использует и комбинирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения поставленных задач в области компьютерной графики	ПК-2.1.1. Знает основные алгоритмы синтеза и вывода изображений. ПК-2.1.2. Умеет выполнять основные операции по созданию и обработке векторных и растровых графических изображений. ПК-2.1.3. Владеет навыками практической работы с современными программными системами и графическими библиотеками для обработки и синтеза 2- и 3-мерных изображений.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
Введение в компьютерную графику.	1. Растровая графика. 2. Векторная графика. 3. Основные понятия теории фракталов. 4. Трехмерная графика. 5. Библиотеки компьютерной графики. 6. Формирование изображений.
Преобразования объектов.	1. Абстрактные пространства в компьютерной графике. 2. Преобразования на плоскости. 3. Преобразования в пространстве. 4. Суперпозиция преобразований. 5. Матрицы преобразований в OpenGL. 6. Трехмерные объекты в OpenGL.
Проецирование.	1. Классические виды проекций. 2. Построение матриц проецирования в OpenGL. 3. Косоугольная проекция. 4. Построение матрицы перспективного проецирования.
Геометрическое моделирование сплошных тел.	1. Классы представлений сплошных объектов. 2. Алгоритмы выделения видимых поверхностей. 3. Эффекты прозрачности и смешения цветов. 4. Анимация.
Построение реалистических изображений.	1. Элементы волновой оптики. 2. Построение модели освещения. 3. Источники света и цвет излучения. 4. Модель отражения Фонга.

	5. Придание объектам свойств реалистичности командами OpenGL.
Методы закрашивания многоугольников.	1. Плоское закрашивание. 2. Закраска по методу Гуро. 3. Закраска по методу Фонга. 4. Цветовые модели.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1.	17	34	–	57	108
Введение в компьютерную графику.	4	8	–	10	22
Преобразования объектов.	4	8	–	10	22
Проецирование.	2	2	–	10	14
Геометрическое моделирование сплошных тел.	2	6	–	10	18
Построение реалистических изображений.	4	8	–	10	22
Методы закрашивания многоугольников.	1	2	–	7	10
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	17	34	–	57	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Введение в компьютерную графику. Общие понятия и определения.
2. Растровая, векторная и фрактальная графика. Достоинства и недостатки разных способов представления изображений.
3. Растровая графика. Растр. Пиксель. Буфер кадра. Битовая плоскость, битовая глубина. Разрешающая способность растра графического изображения.
4. Векторная графика. Базовые элементы. Примитивы. Кривые Безье.
5. Фрактальная графика. Понятие фрактала. Геометрические, алгебраические и стохастические фракталы. Примеры фрактальных изображений.
6. Трехмерная графика. Этапы пространственного моделирования объекта.
7. Устройства вывода изображений. Процесс формирования изображений. Объект и наблюдатель.
8. Модель синтезированной камеры в компьютерной графике. Картинная плоскость. Отсекающая рамка.
9. Графический стандарт OpenGL. Обработка вершин и сборка примитивов. Основные функции рисования примитивов, установка цвета, размера, штриховки. Устранение ступенчатости.
10. Абстрактные пространства в компьютерной графике: векторное, аффинное и евклидово.
11. Преобразования на плоскости: сдвиг, вращение, отражение, масштабирование. Матрицы преобразований. Однородные координаты.
12. Преобразования в пространстве: сдвиг, вращение, масштабирование, скос. Матрицы преобразований.

13. Суперпозиция преобразований. Поворот вокруг произвольной фиксированной точки, ось поворота совпадает с осью Z (осью x , осью y).
14. Поворот куба вокруг произвольной оси. Фиксированная точка поворота – центр куба.
15. Модель процесса вывода трехмерной графической информации в OpenGL.
16. Матрицы преобразований в OpenGL. Матрицы видовых преобразований.
17. Фреймы в OpenGL. Фрейм камеры и мировой фрейм.
18. Размещение камеры и задание ее ориентации в OpenGL.
19. Проецирование центральное и параллельное. Виды проекций. Перспектива.
20. Построение матрицы ортогонального проективного преобразования.
21. Косоугольная проекция. Матрица косоугольного проецирования.
22. Перспективная нормализация. Построение матрицы перспективного проецирования.
23. Алгоритм z-буфера для удаления невидимых поверхностей. Построение модели освещения. Взаимодействие света и материала поверхности: зеркальное отражение, диффузное отражение, преломление.
24. Виды источников света, реализуемых в компьютерной графике. Цвет излучения и функции интенсивности излучения. Моделирование прожектора.
25. Модель отражения Фонга. Отражение фонового света, диффузное отражение и зеркальное.
26. Модель отражения Фонга. Определение компонентов вектора нормали.
27. Модель отражения Фонга. Определение компонентов вектора отражения.
28. Построение модели преломления света. Определение вектора преломления.
29. Методы закрашивания многоугольников: плоское закрашивание, интерполяционное закрашивание Гуро, закрашивание по методу Фонга.
30. Цвет. Цветовые модели в компьютерной графике.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

- преобразования в пространстве: сдвиг, вращение, масштабирование, скос;
- суперпозиция преобразований; поворот вокруг произвольной фиксированной точки, ось поворота совпадает с осью Z (осью x , осью y);
- поворот куба вокруг произвольной оси; фиксированная точка поворота – центр куба;
- построение матрицы ортогонального проективного преобразования;
- косоугольная проекция; матрица косоугольного проецирования.
- перспективная нормализация; построение матрицы перспективного проецирования;
- определение компонентов вектора нормали;
- определение компонентов вектора отражения;
- построение модели преломления света. Определение вектора преломления.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение

домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	55
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		100
Зачет		
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд. 605).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования

ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Компьютерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра теории упругости и вычислительной математики имени академика А. С. Космодамианского; составители: О. П. Абрамова, Е. С. Глушанков, М. Н. Пачева. - Донецк: ДонНУ, 2020. - Электронные текстовые данные (1 файл).

2. Еникеев А.И., Степанова Э.Р. Основы компьютерной графики: учебно-методическое пособие / А.И. Еникеев, Э.Р. Степанова – Казань: Казан. ун-т, 2015. – URL: [09_149_000934.pdf \(kpfu.ru\)](https://www.kpfu.ru/09_149_000934.pdf) (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

3. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: [Учеб. пособие] / Е. А. Никулин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 550 с.

10.2. Дополнительная литература

4. Хилл, Ф. OpenGL: Программирование компьютерной графики / Ф. Хилл; Пер. А. Шкадова. - 2-е изд. - СПб.: Питер; М. и др., 2002. - 1082 с.

5. OpenGL: Офиц. рук. программиста / Мейсон Ву, Джеки Нейдер, Том Девис, Дейв Шрайнер. - М. и др.: DiaSoft, 2002. - 584 с.

6. Роджерс, Д. Ф. Математические основы машинной графики: [Учеб. пособие] / Д. Роджерс, Дж. Адамс; под ред. Ю. М. Баяковского и др.; Пер. со 2-го англ. изд. П. А. Монахова и др. - М.: Мир, 2001. - 604 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).
5. Спецификация OpenGL 4.6.