

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«21» \_\_\_ 02 \_\_\_ 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.29**

Математика в компьютерной графике

Учебный план: 2023-2024 29.03.04 ИПИ ТОДКиМ ОО №1-1-15.plx

Кафедра: **26** Математики

Направление подготовки:  
(специальность) 29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Профиль подготовки: Технология обработки драгоценных камней и металлов  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа<br>обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                           | Лекции                           | Практ.<br>занятия |                |                   |                           |                                      |
| 6                         | УП                               | 17                | 17             | 37,75             | 0,25                      | Зачет                                |
|                           | РПД                              | 17                | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |
| Итого                     | УП                               | 17                | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |
|                           | РПД                              | 17                | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, утверждённым приказом Минобрнауки России от 18.09.2017 г. № 961

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Мещерякова  
Пантелеевна

Галина

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой математики

\_\_\_\_\_

Рожков Николай  
Николаевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Жукова Любовь  
Тимофеевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области математических методов и моделей в компьютерной графике.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Ознакомить студента с основными математическими понятиями и методами геометрии на плоскости и в пространстве, дискретной математики, линейной алгебры, использующимися в компьютерной графике и дизайне;

Ознакомить студента с основными математическими моделями, лежащими в основе методов теории трассировки, цветопередачи, анимации движений.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-1: Способен решать вопросы профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования**

**Знать:** разделы геометрии и математического анализа, лежащие в основе трех основных видов компьютерной графики: векторной, растровой и фрактальной, а так же разделы геометрии, описывающие симметрии объектов

**Уметь:** применять математические методы и алгоритмы для построения орнаментов, мозаик, фракталов и решения других профессиональных задач, требующих использования математических методов

**Владеть:** навыками применения геометрических и тригонометрических законов и приемов при выполнении графических работ по созданию художественно-промышленных изделий

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий   | Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |               | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|---|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|   |                           | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Виды компьютерной графики. Геометрия плоскости и пространства   | 6                         |                   |               |              |                              | ДЗ                            |
| Тема 1. Векторная графика как один из видов компьютерной графики. Достоинства и недостатки векторной графики. Возможности трансформации изображений. Области применения векторной графики в дизайне арт-объектов и промышленном дизайне. Математические модели векторной графики.<br>Растровая графика как один из видов компьютерной графики. Дискретность изображения. Понятие смежности в растровой графике. Достоинства и недостатки растровой графики. Области применения растровой графики в дизайне. Проблемы при воспроизведении растровых объектов на устройствах вывода изображений. Пиксельная графика. Использование пиксельных изображений в дизайне. Математические модели растровой графики.<br>Практические занятия: векторная графика, модели (компьютерные рисунки); растровая и пиксельная графика (компьютерные рисунки). |                           | 2                 | 2             | 4            | ИЛ                           |                               |

|  |  |   |   |   |    |  |
|--|--|---|---|---|----|--|
| <p>Тема 2. Преобразования систем координат на плоскости: повороты, переносы, отражения, деформации растяжения и сжатия. Матричная запись преобразований систем координат. Однородные координаты точки. Общая матрица преобразований. Обратные матрицы преобразований. Матричная запись общего преобразования.</p> <p>Геометрическое понятие симметрии. Плоскости и оси симметрии. Узоры на полосе. Классификация узоров на полосе по видам симметрии. Математическая ограниченность количества типов узоров. Правильные многоугольники. Выпуклые и звездчатые формы правильных многоугольников. Оси и плоскости симметрии для четно и нечетноугольников. Использование в дизайне наград. Классификация многоугольников. Золотое сечение в пентагоне и пентограмме, Фрактальные ряды в пентограмме. Алгоритмы построения пентагона и пентограммы.</p> <p>Практические занятия: построение узоров на полосе с указаниями типов симметрий; построение многогранников с указанием симметрий и классификаций (чертежи).</p> |  | 2 | 2 | 4 | ИЛ |  |
|--|--|---|---|---|----|--|

|   |  |   |   |   |    |  |
|---|--|---|---|---|----|--|
| <p>Тема 3. Мозаики (паркеты на плоскости). Мозаики из правильных многоугольников. Классификация мозаик.</p> <p>Паркеты из прямоугольников. Паркеты из неправильных многоугольников. Мозаики Пенроуза как новый вид узоров обладающих вращательной симметрией и не обладающих сдвиговой симметрией. История появления мозаик Пенроуза. Арабские мозаики, как пример использования мозаик Пенроуза в дизайне. Паркеты Эшера, как пример трансформация стандартных мозаик.</p> <p>Практические занятия: построение паркетов (чертежи, презентации); мозаики Эшера (презентация).</p>                         |  | 2 | 2 | 4 | ИЛ |  |
| <p>Тема 4. Фрактальная графика как один из видов компьютерной графики. Понятие фрактала. Фрактальная геометрия природы. Геометрические и алгебраические математические фракталы. Использование математики комплексных чисел в алгебраических фракталах. Стохастические фракталы. Фрактал плазма. Примеры использования фракталов в дизайне.</p> <p>Практические занятия: построение геометрических и алгебраических фракталов (чертежи); вычисление размерности построенных фракталов; построение фрактала "плазма" и трехмерного рельефа на основе этого фрактала (чертежи и компьютерные варианты).</p> |  | 2 | 2 | 4 | ИЛ |  |

|  |   |   |   |    |    |
|--|---|---|---|----|----|
| <p>Тема 5. Правильные многогранники. Определение правильных многогранников. Выпуклые и звездчатые многогранники. История построения правильных многогранников. Платоновы тела. Схемы Леонардо да Винчи для платоновых тел. Развертки платоновых тел на плоскости. Платоновы тела в искусстве Эшера. Архимедовы тела, как многогранники составленные из разных правильных многоугольников. Типы архимедовых тел. История изучения архимедовых тел. Архимедовы тела в природе. Звездчатые формы многогранников. Звезды Кеплера. Кристаллы. Практические занятия: правильные многогранники (построение 3-D-моделей)</p> | 2 | 2 | 4 | ИЛ |    |
| <p>Раздел 2. Математические модели компьютерной графики</p>  |   |   |   |    |    |
| <p>Тема 6. Метод триангуляции для поверхностей в пространстве, полигональные модели. Построение поверхностей в пространстве методом триангуляции. Примеры применения метода триангуляции при построении компьютерных моделей объемных тел. Огранки. Практические занятия: триангуляция поверхностей (чертеж); огранки как вид триангуляции поверхности.</p>  | 2 | 2 | 6 | ИЛ | ДЗ |

|   |   |   |   |    |  |
|---|---|---|---|----|--|
| <p>Тема 7. Элементы теории трассировок. Теория трассировок как математическая модель описывающая освещенность сцены на экране монитора. Физические и математические ограничения, возникающие при построении освещения сцен. Базовые формулы математической модели теории трассировок. Практические занятия: построение сцены с указанием лучей, для которых производится трассировка.</p>   | 2 | 2 | 4 | ИЛ |  |
| <p>Тема 8. Сплайны Безье и <math>\beta</math>-сплайны. Сплайны как основное математическое понятие векторной графики. История возникновения сплайнов. Разные виды сплайнов. Достоинства и недостатки сплайновых интерполяций. Стандартные сплайны. Примеры использования плоских сплайнов в дизайне. Сплайновые поверхности. Сплайновые поверхности как вид полигональных моделей. Математические проблемы, возникающие при использовании сплайновых интерполяций при построении полигональных моделей. Гладкость сопряжения. Примеры сплайновых поверхностей. Практические занятия: построение сплайнов Безье.</p> | 2 | 2 | 4 | ИЛ |  |

|   |  |       |    |       |    |  |
|---|--|-------|----|-------|----|--|
| Тема 9. Элементы фотометрии. Оптические иллюзии. Трехмерное цветное пространство. Цветовые координаты точки. Математические модели цветных пространств. Достоинства и недостатки разных цветных моделей. Проблемы, возникающие при определении цветных координат в разных цветных пространствах. Оптические иллюзии как нарушение восприятия геометрии объекта. Виды оптических иллюзий. Использование оптических иллюзий в дизайне. Практические занятия: применение оптических иллюзий в рекламном бизнесе (презентация). |  | 1     | 1  | 3,75  | ИЛ |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)   |  | 17    | 17 | 37,75 |    |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)   |  | 0,25  |    |       |    |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>   |  | 34,25 |    | 37,75 |    |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения  | Наименование оценочного средства                             |
|-----------------|---|--|
| ОПК-1           | Перечисляет основные понятия, законы, теоремы и алгоритмы изучаемых разделов математики.  | вопросы для устного собеседования                            |
|                 | Изображает схематически законы геометрии при построении плоскостного изображения.<br>Применяет основные методы построения трассировки лучей и сплайнов. | вопросы для тестирования<br>практико-ориентированные задания |

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций   |                   |
|------------------|--|-------------------|
|                  | Устное собеседование   | Письменная работа |
| Зачтено          | Ориентируется в материале, знает основные понятия, определения, алгоритмы, допускает несущественные ошибки. Сделаны все требуемые презентации. |                   |
| Не зачтено       | Не владеет материалом, делает существенные ошибки. Презентации не были представлены.   |                   |

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п     | Формулировки вопросов  |
|-----------|--|
| Семестр 6 |  |
| 1         | Перечислить виды 2D графики. Векторная графика, достоинства и недостатки.  |
| 2         | Области применения векторной графики в дизайне арт-объектов и промышленном дизайне. Математические модели векторной графики. |

|    |  |
|----|--|
| 3  | Растровая графика, Достоинства и недостатки.   |
| 4  | Пиксельная графика. Использование пиксельных изображений в дизайне. Математические модели растровой графики.   |
| 5  | Фрактальная графика. Дать определение фрактала, фрактальной размерности. Перечислить виды фракталов, привести примеры.   |
| 6  | Использование математики комплексных чисел в алгебраических фракталах. Стохастические фракталы. Фрактал плазма. Примеры использования фракталов в дизайне.   |
| 7  | Рассказать о фрактальной геометрии природы.  |
| 8  | Системы координат на плоскости, используемые в компьютерной графике. Преобразования декартовой координат на плоскости.   |
| 9  | Однородные координаты точки на плоскости. Запись общего преобразования координат в матричной форме.  |
| 10 | Дать определение плоскости симметрии и оси симметрии. Рассказать о типах узоров на полосе и принципах их кодировки. Привести примеры. Дать определение паркета на плоскости (мозаики).   |
| 11 | Рассказать о видах правильных многоугольников, дающих покрытие плоскости и кодировке таких паркетов. Перечислить и построить виды паркетов из прямоугольников. Рассказать, как строится покрытие плоскости неправильными и звездчатыми многоугольниками. |
| 12 | Рассказать о геометрических свойствах и кодировке вписанных в окружность правильных выпуклых и звездчатых многоугольниках и их использовании в дизайне.  |
| 13 | Дать определение золотого сечения. Вычислить константу $\phi$ . Построение золотого сечения по алгоритму Дюррера.  |
| 14 | Золотой прямоугольник, золотая спираль. Приближенное построение золотой спирали как фрактала. Привести примеры использования этих понятий в дизайне.   |
| 15 | Рассказать о мозаиках Эшера, арабских орнаментах.  |
| 16 | Покрытие плоскости паркетом без сдвиговой симметрии. Вращательная симметрия пятого порядка как способ построения паркета. Золотой треугольник. Золотые ромбы Пенроуза. Мозаики Пенроуза.   |
| 17 | Математические методы в компьютерной анимации.   |
| 18 | Линейные модели в компьютерной анимации  |
| 19 | Рассказать о преобразованиях системы координат в пространстве.   |
| 20 | Однородные координаты точки в пространстве. Матричная запись прямых и обратных преобразований.   |
| 21 | Правильные многогранники. Тела Платона и Архимеда.   |
| 22 | Теорема Эйлера. Проекция Леонардо да Винчи.  |
| 23 | Тела Кеплера – Пуансо. Кристаллы как многогранники   |
| 24 | Метод триангуляции. Полигональные модели.  |
| 25 | Огранки камней как вид триангуляции.   |
| 26 | Базовые понятия теории трассировки.  |
| 27 | Основные математические модели метода трассировок.   |
| 28 | Световые координаты. Цветовые пространства.  |
| 29 | Рассказать о геометрии оптических иллюзий и их использовании в дизайне.  |
| 30 | Методы построения сглаживающих кривых. Сплаины на плоскости.   |
| 31 | Дать определение сплайновой кривой в пространстве.   |
| 32 | Дать определение сплайна Безье. Привести примеры   |
| 33 | Сплайновые поверхности.  |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Типовые тестовые задания находятся в Приложении к данному РПД.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении к данному РПД.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку к ответу дается 40 минут с учетом необходимости выполнения практического задания. Студент может пользоваться конспектом, в том числе электронным конспектом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор  | Заглавие                                       | Издательство   | Год издания | Ссылка  |
|--|--|--|-------------|---|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>                               |  |  |             |   |
| Дружинин, А. И.,<br>Вихман, В. В.,<br>Трошина, Г. В.                   | Компьютерная графика                           | Новосибирск:<br>Новосибирский<br>государственный<br>технический<br>университет | 2022        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/126498.html">https://www.iprbooks.hop.ru/126498.html</a>                                 |
| Мещерякова Г. П.   | Математика в компьютерной графике. Курс лекций | СПб.: СПбГУПТД   | 2018        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20187">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20187</a>   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>                         |  |  |             |   |
| Засецкая, Т. Н.,<br>Мышкин, А. Л.,<br>Петрова, Е. П.,<br>Сумина, Л. Ю. | Компьютерная геометрия и графика               | Москва: Московская государственная академия водного транспорта                 | 2015        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/46469.html">http://www.iprbookshop.ru/46469.html</a>                                       |
| Мещерякова Г. П.   | Математика в компьютерной графике              | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД   | 2022        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202220">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202220</a> |
| Мещерякова Г. П.   | Математика в компьютерной графике              | СПб.: СПбГУПТД   | 2015        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2474">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2474</a>     |

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение   |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска   |
| Учебная аудитория    | Специализированная мебель, доска  |
| Компьютерный класс   | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |



### Приложение

рабочей программы дисциплины математика в компьютерной графике

наименование дисциплины

по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов

наименование ОП (профиля): Технология обработки драгоценных камней и металлов

#### 5.2.2 Типовые тестовые задания

| № п/п | Формулировки тестовых заданий  |
|-------|--|
| 1     | Провести классификацию орнамента на полосе. Указать имеющиеся плоскости и оси симметрии<br> |
| 2     | Построить многоугольники: $7/1$ , $7/2$ , $7/3$ . Провести классификацию.  |
| 3     | Построить паркет $3,3,6,6$   |
| 4     | Определить фрактальную размерность H-фрактала  |

## Приложение

рабочей программы дисциплины математика в компьютерной графике  
наименование дисциплины

по направлению подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов наименование ОП  
(профиля): Технология обработки драгоценных камней и металлов

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

| № п/п     | Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)                              |
|-----------|---|
| Семестр 1 |   |
| 1         | Сделать рисунок в пиксельной графике и указать связность рисунка                              |
| 2         | Нарисовать узор на полосе типа DDD  |
| 3         | Построить фрактал двоичное дерево   |
| 4         | Нарисовать узор в круге, имеющий ось симметрии 4-го порядка и не имеющий плоскостей симметрии |
| 5         | Сделать звездчатый многоугольник (материал любой)   |