

Управление образования администрации городского округа город Выкса
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Детско-юношеский центр «ТЕМП»»

Согласовано:
методический совет
от 29.08.2019г. №1

Принято:
педагогический совет
от 29.08.2019г. №1

Утверждаю:
директор МБУ ДО «ДЮЦ «ТЕМП»»
Наумова Т. Н.
приказ №111 от 29.08.2019г.



Дополнительная образовательная общеразвивающая программа
«3D моделирование»

для детей 13-18 лет
на 2 года обучения

Составил:
педагог дополнительного образования
Алексанина Наталья Павловна

г.о.г. Выкса
2019 г.

Пояснительная записка

Настоящее время – это время новых прорывных технологий во многих областях жизненной сферы человека. Технический прогресс предъявляет обширные требования к уровню подготовки специалистов всех уровней и уже невозможно представить профессионала без знаний компьютерной грамоты.

В современных компьютерных технологиях все большие позиции занимает компьютерная графика. Она представляет собой раздел информатики, обеспечивающий создание и редактирование изображений на компьютере. Постепенно и все более обширно в нашу жизнь входит мир трехмерной графики, она применяется во многих сферах жизни таких как архитектура, медицина, инженерные профессии, спецэффекты кино, мультфильмы, игры и др.

Практическая значимость данной темы привела к составлению программы курса «3D моделирования».

Основные направления, содержание и организация деятельности

Направленность: техническая.

Цель программы:

Знакомство с принципами моделирования, инструментами работы в трехмерных графических редакторах и возможностями 3D печати.

Задачи:

- обучить детей приемам моделирования и конструирования объектов по чертежам, схемам и шаблонам;
- обучить основным инструментам программного обеспечения для 3D –моделирования;
- сформировать первичные навыки работы в программах Google SketchUp и «Skанet Pro»;
- способствовать развитию наглядно-образного мышления;
- сформировать логические связи с другими предметами;
- научить самостоятельно работать с информацией;
- развивать творческого мышления при создании 3D моделей;
- профориентация учащихся.

Срок реализации: 2 года.

Количество учебных часов: 1-й год обучения – 144 часа; 2-й год обучения – 216 часов.

Режим занятий: 1-й год обучения – 2 раза в неделю по 2 часа; 2-й год обучения – 3 раза в неделю по 2 часа. Программа включает два уровня освоения материала: ознакомительный (1год обучения) и базовый (2год обучения). По окончании обучения, возможна работа по индивидуальной образовательной программе в конкретных направлениях деятельности, выбранных ребенком. Работа в программе Google SketchUp.

Возраст учащихся: 13-18 лет.

Форма проведения занятий: группы по 10-12 человек с постоянным составом детей.

Место проведения занятий: кабинет, оборудованный рабочими местами, 3D сканером XYZprinting, 3D принтером «Wanhao». Рабочее место оснащено ноутбуком с установленным лицензионным программным обеспечением (программа SketchUp; пакет Microsoft Office; доступ в Интернет).

Курс «3D моделирования» является предпрофильной подготовкой в изучении компьютерной графики.

Основным типом занятий является практикум, позволяющий учащимся быстрее освоить способы создания трехмерных моделей, продемонстрировать владение познавательными универсальными действиями. В программе курса используется метод проектов, как один из составляющих для формирования познавательных универсальных учебных действий. Освоение содержательной линии курса происходит по целевым направлениям:

1. теоретическое изучение вопросов моделирования;
2. практическое построение компьютерных моделей средствами программы SketchUp;
3. Практические навыки работы со сканером XYZprinting и 3D принтером Wanhao.

Структура курса представляет собой 5 логически законченных и содержательно взаимосвязанных тем, изучение которых обеспечит системность и практическую направленность знаний и умений учащихся.

Прогнозируемый результат:

Учащиеся должны знать:

- интерфейс и возможности программы SketchUp;
- основные принципы моделирования на плоскости;
- основы трехмерного моделирования и проектирования;
- основные средства для работы с графической информацией;
- различные способы создания трехмерных моделей;
- принцип работы 3D сканера XYZprinting;
- возможности программы Skanet Pro;
- принцип работы 3D принтера «Wanhao»;
- программные средства для работы 3D принтера «Wanhao».

Учащиеся должны уметь:

- создавать изображения из простых объектов (линий, дуг, окружностей);
- выполнять основные операции над объектами (создание, удаление, перемещение, измерение, масштабирование и т. д.);
- производить операции с размерами объекта;
- сохранять отдельные фрагменты для дальнейшего использования;
- выполнять построение геометрических фигур вращения;
- создание 3D моделей в программе Google SketchUp;
- работать в программе «Skanet Pro»;
- сканировать объекты, конвертировать форматы;
- моделировать и подготавливать объекты к печати на 3D принтере.
- Основные формы обучения:
- индивидуальная;
- групповая;
- самостоятельная работа;
- проектная деятельность.

Методы и приемы организации образовательного процесса:

- Инструктажи, беседы, разъяснения;
- Наглядный, с применением фото и видеоматериалов по 3D-моделированию;
- Практическая работа с программами и 3D принтером;
- Инновационные методы (поисково - исследовательский, проектный,
- игровой);

- Решение технических задач, проектная работа, презентации;
- Познавательные задачи, учебные дискуссии, создание ситуации новизны, ситуации гарантированного успеха и т.д.;
- Метод стимулирования (участие в конкурсах, поощрение, персональная
- выставка работ.

Формы контроля: Текущий контроль уровня освоения материала осуществляется по результатам выполнения учащимися практикумов по каждой теме курса. Итоговый контроль реализуется в форме презентации собственного проекта (с дальнейшей его защитой), как результата работы за весь курс.

Материально-техническая база

Мебель: рабочие столы; стулья; стеллажи для моделей; шкафы, доска школьная.

Оборудование и инструменты: 3D сканер XYZprinting, 3D принтер «Wanhao», рабочие места, оснащенные ноутбуком с программным обеспечением (программа SketchUp; пакет Microsoft Office); доступ в Интернет, мультимедийный проектор, экран.
Используемые материалы: карта памяти, ABS пластик.

Учебно-тематический план

1 год обучения

№	Наименование раздела. Тема.	Всего	Теор.	Практ.
ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ БЛОК				
1	Вводное занятие	2	1	1
1.1	Что такое моделирование. Виды моделирования Основные понятия 3D графики. Видеоурок. Инструктаж по технике безопасности при пользовании 3D ручкой.	2	1	1
2	Основы 3D моделирования	14	2,5	11,5
2.1	Принцип моделирования. Моделирование посредством 3D ручки. Координатные оси. Понятие проекции. Развертка модели.	2	0,5	1,5
2.2	Конструирование объемных геометрических фигур по их разверткам. Сборка	2	1	1
2.3	Практическая работа «Принципы моделирования»	10	1	9
3	Знакомство и работа в программе Google SketchUp	44	6	38
3.1	Знакомство с программами для создания 3D моделей. Интерфейс программы Google SketchUp. Основные инструменты. Видеоурок «Начало»	4	1	3
3.2	– Инструменты рисования. – Камеры, навигация в сцене, ортогональные проекции (виды)	4	1	3
3.3	– Инструменты и опции модификации: вдавить/вытянуть – Инструменты и опции модификации: следуй за мной	4	1	3
3.4	– Инструменты и опции модификации: контур и перемещение – Инструменты и опции модификации: вращение и масштабирование	4	1	3
3.5	– Измерения. Управление инструментами рисования – Управление инструментами модификаций – Конструкционные инструменты	2	0,5	1,5
3.6	Итоговое занятие по ознакомительному блоку.	2	0,5	1,5
ОСНОВНОЙ БЛОК				
3.7	Практическая работа «Фигуры стереометрии. Тела вращения»	4	0	4
3.8	– Группы элементов и компоненты – Опции отображения объектов сцены – Назначение материала поверхности	4	1	3
3.9	Практическая работа «Создание моделей на основе стереометрических фигур»	4	0	4
3.10	Практическая работа «Создание различных фигур»	12	0	12
4	Технология 3D сканирования	14	4	10
4.1	Знакомство с возможностями 3D сканера. Принципы работы 3D сканера Видеоурок	2	1	1

4.2	Программные средства для работы с 3D сканером XYZprinting	2	1	1
4.3	Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов	6	1	5
4.4	Практическая работа «3D сканирование»	6	0	6
5	Печать 3D моделей	62	5	57
5.1	Принципы работы и возможности 3D принтера. Видеоурок	2	1	1
5.2	Знакомство с моделью 3D принтера «Wanhao» и его возможностями. Инструктаж технике безопасности. Программные средства для работы 3D принтера «Wanhao»	2	1	1
5.3	Выполнение творческих заданий и мини-проектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp	10	1	9
5.4	Моделирование и подготовка объектов к печати на 3D принтере «Wanhao»	2	1	1
5.5	Практическая работа «Печать 3D моделей»	50	8	42
5.6	Диагностическое занятие	2	0	2
5.7	Итоговое занятие	2	1	1
ИТОГО		144	32	112

Содержание программы 1 год обучения

1. Вводное занятие 2 часа.

Теория.

Ознакомление с планом работы объединения на год. Правила поведения на занятиях. Правила пользования инструментами, правила техники безопасности по работе с 3D ручкой. Введение в моделирование. Знакомство с возможностями 3D моделирования. Ознакомление с технологией изготовления моделей. Видеоурок «3D моделирование».

Практика.

Создание 3D модели кубика Рубика по готовой развертке.

2. Основы 3D моделирования – 14 часов.

Теория.

Понятия об осевой симметрии, симметричных фигурах, геометрических фигурах. Знакомство с координатными осями, понятия проекций на примере кубика Рубика. Развертка модели.

Практика.

Конструирование объемных геометрических фигур посредством 3D ручки;
Создание развертки шестиугольной призмы из бумаги. Сборка ее 3D модели.

Практическая работа «Принципы моделирования»

Задание:

1. Создать геометрическую фигуру (куб, призму, цилиндр, конус) посредством 3D ручки;
2. Создать из плотной бумаги объемную геометрическую фигуру (куб, прямоугольник, призма, цилиндр, конус).

3. Знакомство и работа в программе Google SketchUp – 44 часа.

Теория.

Знакомство с интерфейсом программы. Изучение основных инструментов. Изучение начальных навыков моделирования. Видеоурок «Начало»

Практика.

Знакомство и работа с:

- инструментами рисования карандаш, линия, квадрат и т.д;
- камерами, навигациями в сцене, ортогональными проекциями: облет модели, окружность,
- инструментами и опциями модификации: вдавить/вытянуть (инструмент Push/Pull «Тяни-Толкай»
- инструментами и опциями модификации: следуй за мной
- инструментами и опциями модификации: контур и перемещение
- инструментами и опциями модификации: вращение и масштабирование
- инструментами измерения

Управление инструментами рисования

Управление инструментами модификаций

Знакомство с конструктивными инструментами

Самостоятельное проектирование моделей на заданную тему. А также создание собственного мини-проекта.

Практическая работа «Фигуры стереометрии. Тела вращения»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp Фигуры стереометрии. Тела вращения (цилиндр, конус, шар)

- Группы элементов и компоненты
- Опции отображения объектов сцены
- Назначение материала поверхности

Практическая работа «Создание моделей на основе стереометрических фигур»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp модели на основе стереометрических фигур» (куб, прямоугольник, призма, цилиндр, конус)

Практическая работа «Создание различных фигур»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp фигуру (цветочный горшок, аквариум, вазу, плафон и т.д.)

4. Технология 3D сканирования – 14 часов.

Теория.

- Знакомство с возможностями 3D сканера.
- Принципы работы 3D сканера Видеоурок
- Программные средства для работы с 3D сканером XYZprinting
- Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов

Практика.

Практическая работа: «3D сканирование»

Задание:

Создать в программе Skanet Pro модель для дальнейшего ее распечатывания на 3D принтере.

5. Печать 3D моделей – 62 часа.

Теория.

- Принципы работы и возможности 3D принтера. *Видеоурок.*
- Знакомство с моделью 3D принтера «Wanhao» и его возможностями. Инструктаж технике безопасности.
- Программные средства для работы 3D принтера «Wanhao»

Практика.

Выполнение творческих заданий и минипроектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp

- Моделирование и подготовка объектов к печати на 3D принтере «Wanhao»

Практическая работа «Печать 3D моделей»

Задание:

Создать мини-проект по созданию 3D модели в программе Google SketchUp (с презентацией).

Диагностическое занятие.

Итоговое занятие.

Методическое обеспечение программы

1 год обучения

№ п/п	Разделы программы	Форма занятий	Приемы и методы организации	Методический и дидактический материал	Формы подведения итога
1	Введение	Вводное занятие, инструктаж по технике безопасности	Информационный, удивления и новизны	Видеоурок «3D моделирование», плакат по технике безопасности, ведомость по проведению инструктажа по технике безопасности	Анкетирование
2	Основы 3D моделирования	Комбинированные занятия	Демонстрация модели. Обсуждение конструкции: анализ изготовления составных частей модели посредством 3D ручки, а затем из бумаги, объяснение с личным показом, практическая работа под руководством педагога. Метод: частично-поисковый, практическая работа под руководством педагога.	Видеоурок «Работа 3D ручкой» (создание Эйфелевой башни по схемам) Образцы моделей (куб, конус, цилиндр), схемы, шаблоны, чертежи, развертки, таблицы.	Демонстрация моделей, устный опрос, оценка педагога, коллективная оценка Коллекция геометрических моделей, выполненных различными способами моделирования.
3	Знакомство и работа в программе Google SketchUp	Занятия получения новых знаний, занятия - исследования	Комментированный показ модели, обсуждение конструкции, Метод: рассказ, сравнительный анализ, частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью	Видеоуроки по темам. Образцы моделей, схемы, шаблоны, чертежи, развертки, таблицы.	Демонстрация созданных 3-х мерных моделей, устный опрос, оценка педагога, коллективная оценка

			педагога.		
4	Технология 3D сканирования	Занятия получения новых знаний	Сканирование, конвертирование моделей, Метод: рассказ, сравнительный анализ, частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью педагога.	Объемные модели – оригиналы Видеоурок - Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов	Демонстрация созданных 3-х мерных моделей, устный опрос, оценка педагога, коллективная оценка
5	Печать 3D моделей	Занятия получения новых знаний, занятия - исследования	Выполнение творческих заданий и минипроектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp с дальнейшей печатью на 3D принтере «Wanhao». Метод: рассказ, сравнительный анализ, частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью педагога.	Видеоурок. Модели - копии	Коллективное оформление выставки созданных 3D моделей

Учебно-тематический план
2 год обучения

№	Наименование раздела. Тема.	Всего	Теор.	Практ.
ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ БЛОК				
1	Вводное занятие	2	1	1
1.1	Что такое моделирование. Виды моделирования Основные понятия 3D графики. Видеоурок. Инструктаж по технике безопасности при пользовании 3D ручкой.	2	1	1
2	Основы 3D моделирования	21	3	18
2.1	Принцип моделирования. Моделирование посредством 3D ручки. Координатные оси. Понятие проекции. Развертка модели.	2	1	1
2.2	Конструирование объемных геометрических фигур по их разверткам. Сборка	2	1	1
2.3	Практическая работа «Принципы моделирования»	17	1	16
3	Знакомство и работа в программе Google SketchUp	66	6	60
3.1	Знакомство с программами для создания 3D моделей. Интерфейс программы Google SketchUp. Основные инструменты. Видеоурок «Начало»	6	1	5
3.2	- Инструменты рисования. -Камеры, навигация в сцене, ортогональные проекции (виды)	5	1	4
3.3	Итоговое занятие по ознакомительному блоку	2	0,5	1,5
ОСНОВНОЙ БЛОК				
3.4	– Инструменты и опции модификации: вдавить/вытянуть – Инструменты и опции модификации: следуй за мной	4	0,5	3,5
3.5	– Инструменты и опции модификации: контур и перемещение – Инструменты и опции модификации: вращение и масштабирование	6	1	5
3.6	– Измерения. Управление инструментами рисования – Управление инструментами модификаций – Конструкционные инструменты – Итоговое занятие по ознакомительному модулю.	6	1	5
3.7	– Практическая работа «Фигуры стереометрии. Тела вращения»	6	0	1
3.8	– Группы элементов и компоненты – Опции отображения объектов сцены – Назначение материала поверхности	6	1	5
3.9	Практическая работа «Создание моделей на основе стереометрических фигур»	6	0	6
3.10	Практическая работа «Создание различных фигур»	18	0	18
4	Технология 3D сканирования	21	3	18
4.1	Знакомство с возможностями 3D сканера.	2,5	1	1,5

	Принципы работы 3D сканера Видеоурок			
4.2	Программные средства для работы с 3D сканером XYZprinting	2,5	1	1,5
4.3	Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов	8	1	7
4.4	Практическая работа «3D сканирование»	8	0	8
5	Печать 3D моделей	94	9	85
5.1	Принципы работы и возможности 3D принтера. Видеоурок	4	2	2
5.2	Знакомство с моделью 3D принтера «Wanhao» и его возможностями. Инструктаж технике безопасности. Программные средства для работы 3D принтера «Wanhao»	4	2	2
5.3	Выполнение творческих заданий и мини-проектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp	14	2	12
5.4	Моделирование и подготовка объектов к печати на 3D принтере «Wanhao»	4	2	2
5.5	Практическая работа «Печать 3D моделей»	64	12	64
5.6	Диагностическое занятие	2	0	2
5.7	Итоговое занятие	2	1	1
ИТОГО		216	34	182

Содержание программы 2 год обучения

1. Вводное занятие – 2 часа.

Теория.

Ознакомление с планом работы объединения на год. Правила поведения на занятиях. Правила пользования инструментами, правила техники безопасности по работе с 3D ручкой. Введение в моделирование. Знакомство с возможностями 3D моделирования. Ознакомление с технологией изготовления моделей. Видеоурок «3D моделирование».

Практика.

Создание 3D модели кубика Рубика по готовой развертке.

2. Основы 3D моделирования – 21 час.

Теория

Понятия об осевой симметрии, симметричных фигурах, геометрических фигурах. Знакомство с координатными осями, понятия проекций на примере кубика Рубика. Развертка модели.

Практика.

Конструирование объемных геометрических фигур посредством 3D ручки;
Создание развертки шестиугольной призмы из бумаги. Сборка ее 3D модели.

Практическая работа «Принципы моделирования»

Задание:

1. Создать геометрическую фигуру (куб, призму, цилиндр, конус) посредством 3D ручки;
2. Создать из плотной бумаги объемную геометрическую фигуру (куб, прямоугольник, призма, цилиндр, конус).

3. Знакомство и работа в программе Google SketchUp – 66 часов.

Теория.

Знакомство с интерфейсом программы. Изучение основных инструментов. Изучение начальных навыков моделирования. Видеоурок «Начало»

Практика.

Знакомство и работа с:

- инструментами рисования карандаш, линия, квадрат и т.д;
- камерами, навигациями в сцене, ортогональными проекциями: облет модели, окружность,
- инструментами и опциями модификации: вдавить/вытянуть (инструмент Push/Pull «Тяни-Толкай»
- инструментами и опциями модификации: следуй за мной
- инструментами и опциями модификации: контур и перемещение
- инструментами и опциями модификации: вращение и масштабирование
- инструментами измерения

Управление инструментами рисования

Управление инструментами модификаций

Знакомство с конструкционными инструментами

Самостоятельное проектирование моделей на заданную тему. А также создание собственного мини-проекта.

Практическая работа «Фигуры стереометрии. Тела вращения»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp Фигуры стереометрии. Тела вращения (цилиндр, конус, шар)

- Группы элементов и компоненты
- Опции отображения объектов сцены
- Назначение материала поверхности

Практическая работа «Создание моделей на основе стереометрических фигур»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp модели на основе стереометрических фигур» (куб, прямоугольник, призма, цилиндр, конус)

Практическая работа «Создание различных фигур»

Задание:

Создать в программе Google SketchUp фигуру (цветочный горшок, аквариум, вазу, плафон и т.д.)

4. Технология 3D сканирования – 21 час.

Теория.

- Знакомство с возможностями 3D сканера.
- Принципы работы 3D сканера Видеоурок
- Программные средства для работы с 3D сканером XYZprinting
- Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов

Практика.

Практическая работа: «3D сканирование»

Задание:

Создать в программе Skanet Pro модель для дальнейшего ее распечатывания на 3D принтере.

5. Печать 3D моделей 94 часа.

Теория.

- Принципы работы и возможности 3D принтера. *Видеоурок.*
- Знакомство с моделью 3D принтера «Wanhao» и его возможностями. Инструктаж технике безопасности.
- Программные средства для работы 3D принтера «Wanhao»

Практика.

Выполнение творческих заданий и минипроектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp

- Моделирование и подготовка объектов к печати на 3D принтере «Wanhao»

Практическая работа «Печать 3D моделей»

Задание:

Создать мини-проект по созданию 3D модели в программе Google SketchUp (с презентацией).

Диагностическое занятие.

Итоговое занятие.

Методическое обеспечение программы
2 год обучения

№ п/п	Разделы программы	Форма занятий	Приемы и методы организации	Методический и дидактический материал	Формы подведения итога
1	Введение	Вводное занятие, инструктаж по технике безопасности	Информационный, удивления и новизны	Видеоурок «3D моделирование», плакат по технике безопасности, ведомость по проведению инструктажа по технике безопасности	Анкетирование
2	Основы 3D моделирования	Комбинированные занятия	Демонстрация модели. Обсуждение конструкции: анализ изготовления составных частей модели посредством 3D ручки, а затем из бумаги, объяснение с личным показом, практическая работа под руководством педагога. Метод: частично-поисковый, практическая работа под руководством педагога.	Видеоурок «Работа 3D ручкой» (создание Эйфелевой башни по схемам) Образцы моделей (куб, конус, цилиндр), схемы, шаблоны, чертежи, развертки, таблицы.	Демонстрация моделей, устный опрос, оценка педагога, коллективная оценка Коллекция геометрических моделей, выполненных различными способами моделирования.
3	Знакомство и работа в программе Google SketchUp	Занятия получения новых знаний, занятия - исследования	Комментированный показ модели, обсуждение конструкции, Метод: рассказ, сравнительный анализ,	Видеоуроки по темам. Образцы моделей, схемы, шаблоны, чертежи, развертки, таблицы.	Демонстрация созданных 3-х мерных моделей, устный опрос,

			частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью педагога.		оценка педагога, коллективная оценка
4	Технология 3D сканирования	Занятия получения новых знаний	Сканирование, конвертирование моделей, Метод: рассказ, сравнительный анализ, частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью педагога.	Объемные модели – оригиналы Видеоурок - Знакомство с программой «Skanet Pro: сканирование объектов, конвертирование форматов	Демонстрация созданных 3-х мерных моделей, устный опрос, оценка педагога, коллективная оценка
5	Печать 3D моделей	Занятия получения новых знаний, занятия - исследования	Выполнение творческих заданий и минипроектов по созданию 3D моделей в программе Google SketchUp с дальнейшей печатью на 3D принтере «Wanhao». Метод: рассказ, сравнительный анализ, частично-поисковый, практическая работа с дозированной помощью педагога.	Видеоурок. Модели - копии	Коллективное оформление выставки созданных 3D моделей

Интернет ресурсы

1. 3D моделирование в программе SketchUp.- видеоурок
2. SketchUp – видеоуроки. <http://rutube.ru/video/person/250762/> 2
3. Как научиться работать в Google SketchUp. [http://monobit.ru/kak-nauchitsya-rabotat-v-google sketchup.html](http://monobit.ru/kak-nauchitsya-rabotat-v-google-sketchup.html)
4. Сайт «Просто SketchUp». <http://prosketchup.narod.ru/>
5. Уроки по SketchUp 8. Для начинающих
<https://www.youtube.com/watch?v=oT0b00heZ>