

**Модуль «3D-моделирование, макетирование, прототипирование»  
«ТРУД (ТЕХНОЛОГИЯ)»**

**Тема: «Моделирование 3D-объектов из графических примитивов»  
Учебно-методический комплект**

Объём: 8 часов

Форма обучения: очная

Программная среда: T-FLEX CAD

Уровень освоения: базовый

Санкт-Петербург

2026

## Оглавление

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....                                                                                | 4  |
| 1.1. Адресат модуля .....                                                                                  | 4  |
| 1.2. Актуальность и педагогическая целесообразность .....                                                  | 4  |
| 1.3. Отличительные особенности .....                                                                       | 4  |
| 1.4. Объём и срок освоения .....                                                                           | 4  |
| 1.5. Цель и задачи .....                                                                                   | 5  |
| 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .....                                                                            | 5  |
| 2.1. Личностные результаты .....                                                                           | 5  |
| 2.2. Метапредметные результаты .....                                                                       | 6  |
| 2.3. Предметные результаты .....                                                                           | 6  |
| 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....                                                             | 6  |
| 3.1. Материально-техническое обеспечение .....                                                             | 6  |
| 3.2. Требования безопасности .....                                                                         | 7  |
| 4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН .....                                                                                      | 7  |
| 5. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ .....                                                                                 | 8  |
| Тема 1. Сложение тел разной формы из геометрических примитивов. Модель «Елочка» .....                      | 8  |
| Тема 2. Сложение тел. Перемещение по координатам и симметрия. Модель «Снеговик» .....                      | 8  |
| Тема 3. Булевы операции и зеркальная симметрия. Модель «Юла» .....                                         | 8  |
| Тема 4. Булева операция вычитания. Модель «Домик» .....                                                    | 8  |
| Тема 5. Булевы операции, тонкостенные элементы, материалы и фотореализм.<br>«Реалистичный натюрморт» ..... | 9  |
| Тема 6. Проектная деятельность. Разработка замысла и начало создания индивидуальной<br>3D-композиции ..... | 9  |
| Тема 7. Проектная деятельность. Создание и завершение индивидуальной 3D-композиции .....                   | 10 |
| Тема 8. Индивидуальная публичная защита проектов .....                                                     | 10 |
| 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ .....                                                                            | 10 |
| 6.1. Методы и педагогические технологии .....                                                              | 10 |
| 6.2. Рекомендуемая структура занятия .....                                                                 | 11 |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3. Дифференциация.....                                                                                           | 11 |
| 6.4. Учебно-методическое обеспечение.....                                                                          | 11 |
| 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....                                                                                        | 11 |
| 7.1. Виды контроля .....                                                                                           | 11 |
| 7.2. Критерии текущих практических работ .....                                                                     | 11 |
| 7.3. Критерии итогового проекта и публичной защиты.....                                                            | 12 |
| 8. ФОРМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ .....                                                                                | 13 |
| 9. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И РЕСУРСОВ.....                                                                               | 13 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....                                                                                                   | 14 |
| Приложение 1. ЧЕК-ЛИСТ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....                                                                           | 14 |
| Приложение 2. ФОРМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ .....                                                                     | 14 |
| Приложение 3. ЛИСТ НАБЛЮДЕНИЯ ПЕДАГОГА .....                                                                       | 15 |
| Приложение 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ .....                                                         | 15 |
| Урок 1. Сложение тел разной формы из геометрических примитивов. Перемещение вдоль одной оси. Модель «Елочка» ..... | 16 |
| Урок 2. Сложение тел. Перемещение по координатам. Симметрия. Модель «Снеговик» .....                               | 22 |
| Практическая работа. Строим снеговика с нуля.....                                                                  | 24 |
| Урок 3. Булевы операции и зеркальная симметрия. Модель «Юла» .....                                                 | 28 |
| Урок 4 Булева операция вычитания. Тонкостенный элемент. Модель «Домик» .....                                       | 32 |
| Практическая работа. Строим дом с нуля.....                                                                        | 33 |
| Урок 5. Булевы операции. Операция пересечения. Фотореализм. Чаша, Блюдо .....                                      | 40 |
| Урок 6. Проектная деятельность. Разработка замысла и начало создания индивидуальной 3D-композиции.....             | 45 |
| Урок 7. Проектная деятельность. Создание и завершение индивидуальной 3D-композиции .....                           | 46 |
| Урок 8. Индивидуальная публичная защита проектов .....                                                             | 46 |
| Примеры проектных работ .....                                                                                      | 46 |

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Модуль «3D-моделирование, макетирование, прототипирование» является частью рабочей программы учебного предмета «Труд (технология)» для 6 класса. Практическая работа выполняется в системе автоматизированного проектирования T-FLEX CAD. Содержание модуля построено на последовательном освоении создания и преобразования трёхмерных геометрических примитивов, их параметрического размещения, окрашивания, применения симметрии и булевых операций.

Модуль разработан по структуре УМК «Компьютерная графика и черчение. T-FLEX CAD» для 5 класса. Содержательная основа занятий взята из файла «Методические материалы 6 класс»: модели «Елочка», «Снеговик», «Юла», «Домик», «Реалистичный натюрморт».

### **1.1. Адресат модуля**

Модуль предназначен для обучающихся 6 класса, имеющих базовые навыки работы с компьютером. Желательно первоначальное знакомство с интерфейсом T-FLEX CAD, понятиями геометрического тела, параметра и системы координат.

### **1.2. Актуальность и педагогическая целесообразность**

Работа с трёхмерными моделями на основе геометрических примитивов создаёт условия для развития пространственного мышления, инженерной логики и технологической грамотности. Переход от простого размещения и окрашивания тел к симметрии, булевым операциям, тонкостенным элементам, материалам и фотореалистичному представлению позволяет учащимся увидеть связь между геометрией объекта, параметрами модели и способом её цифрового конструирования.

### **1.3. Отличительные особенности**

- практико-ориентированное освоение инструментов T-FLEX CAD на законченных наглядных моделях;
- постепенное усложнение действий: примитивы → координаты и преобразования → симметрия → булевы операции → материалы и визуализация;
- использование точных числовых параметров наряду с графическими манипуляторами;
- возможность дифференциации за счёт дополнительных заданий и самостоятельного выбора материалов и оформления модели.

### **1.4. Объём и срок освоения**

Объём модуля — 8 академических часов. Рекомендуемый режим — 8 занятий по 40 минут. Первые 5 часов посвящены освоению технологий моделирования по учебным моделям,

последующие 3 часа — проектной деятельности: 2 часа на создание индивидуальной 3D-композиции и 1 час на индивидуальную публичную защиту проектов.

### **1.5. Цель и задачи**

Цель — сформировать у обучающихся базовые умения создавать составные 3D-модели из геометрических примитивов в T-FLEX CAD, задавать их параметры и пространственное положение, применять симметрию, булевы операции и материалы.

Обучающие задачи:

- закрепить представления о геометрических 3D-примитивах и системе координат;
- научить задавать размеры и координаты объектов, выполнять перемещения и повороты;
- научить применять зеркальную симметрию;
- сформировать первоначальные умения выполнять булевы операции объединения и вычитания тел;
- познакомить с тонкостенными элементами, материалами, покрытиями и фотореалистичным представлением модели.

Развивающие задачи:

- развивать пространственное, логическое и алгоритмическое мышление;
- развивать умение анализировать состав сложного объекта и выделять составляющие его геометрические тела;
- формировать умение планировать последовательность построения модели и контролировать результат.

Воспитательные задачи:

- воспитывать аккуратность, ответственность за результат и соблюдение правил безопасной работы;
- формировать уважение к инженерному труду и отечественным программным продуктам;
- поддерживать интерес к техническому творчеству и инженерно-технологическим профессиям;
- формировать культуру взаимопомощи, обсуждения и оценки результатов практической деятельности.

## **2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **2.1. Личностные результаты**

- проявляет интерес к цифровому моделированию и техническому творчеству;
- осознаёт значение точности, аккуратности и последовательности действий при создании цифровой модели;

- соблюдает правила безопасной работы за компьютером;
- проявляет готовность к самостоятельному улучшению результата и корректному обсуждению работ.

## **2.2. Метапредметные результаты**

- анализирует объект и определяет, из каких геометрических тел он может быть построен;
- планирует последовательность моделирования по образцу, таблице параметров или условию;
- использует координаты и числовые параметры для точного размещения объектов;
- осуществляет самоконтроль, находит и исправляет ошибки в модели;
- объясняет последовательность выполненных операций.

## **2.3. Предметные результаты**

По завершении модуля обучающийся:

- создаёт в T-FLEX CAD основные геометрические примитивы: цилиндр, конус, шар, тор, призму, пирамиду и параллелепипед;
- изменяет размеры и параметры примитивов;
- перемещает объекты вдоль осей X, Y, Z и задаёт их положение числовыми значениями;
- применяет зеркальную симметрию;
- выполняет булевы операции объединения и вычитания;
- создаёт тонкостенные элементы;
- назначает материал и покрытие объектам;
- разрабатывает и создаёт индивидуальную 3D-композицию на основе изученных технологий;
- публично представляет проект, объясняет замысел, состав модели, применённые операции и оценивает полученный результат.
- создаёт составную 3D-композицию и получает её фотореалистичное представление.

## **3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

Язык реализации — русский. Форма обучения — очная. Основные формы работы: объяснение с демонстрацией, практическая работа по образцу и таблице параметров, самостоятельное моделирование, обсуждение результата.

### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

- учебный кабинет с компьютерными рабочими местами;
- персональные компьютеры или ноутбуки по числу рабочих мест;
- T-FLEX CAD и доступ к учебным файлам \*.grs;

- компьютер учителя и проектор/интерактивная панель;
- файлы: «елочка.grs», «снеговик0.grs», «юла.grs», «дом.grs», «посуда.grs»;
- пошаговые инструкции и таблицы параметров из методических материалов.

### 3.2. Требования безопасности

- перед началом работы проводится инструктаж по безопасному использованию компьютерной техники;
- обучающиеся соблюдают правильную посадку и рациональный режим работы с экраном;
- неисправности оборудования устраняет педагог или ответственный специалист;
- учебные файлы сохраняются в установленной папке; изменение системных настроек не допускается.

## 4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

| № | Тема занятия                                                                                         | Теория | Практика | Форма контроля      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------|
| 1 | Сложение тел разной формы из геометрических примитивов. Перемещение вдоль одной оси. Модель «Елочка» | 0,25   | 0,75     | Практическая работа |
| 2 | Сложение тел. Перемещение по координатам. Симметрия. Модель «Снеговик»                               | 0,25   | 0,75     | Практическая работа |
| 3 | Булевы операции и зеркальная симметрия. Модель «Юла»                                                 | 0,25   | 0,75     | Практическая работа |
| 4 | Булева операция вычитания. Тонкостенный элемент. Модель «Домик»                                      | 0,25   | 0,75     | Практическая работа |
| 5 | Булевы операции, тонкостенные элементы, материалы и фотореализм. «Реалистичный натюрморт»            | 0,25   | 0,75     | Практическая работа |
| 6 | Проектная деятельность. Разработка замысла и начало создания индивидуальной 3D-композиции            | 0,15   | 0,85     | Проектная работа    |
| 7 | Проектная деятельность. Создание и завершение индивидуальной 3D-композиции                           | 0,10   | 0,90     | Проектная работа    |
| 8 | Индивидуальная публичная защита проектов                                                             | 0      | 1        | Публичная защита    |
|   | Итого                                                                                                | 1,5    | 6,5      | 8 часов             |

## **5. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ**

### **Тема 1. Сложение тел разной формы из геометрических примитивов. Модель «Елочка»**

Теория: состав сложной модели; цилиндр и конус как базовые примитивы; система координат; оси X, Y, Z; изменение размеров примитива; перемещение вдоль оси Z; назначение материала и цвета.

Практика: анализ готовой модели «Елочка», состоящей из цилиндра и семи конусов; создание основания и последовательное построение конусов с изменением размеров и положения; окрашивание отдельных элементов. Дополнительное задание — модель «Пирамидка».

Результат: обучающийся создаёт композицию из примитивов, изменяет размеры, перемещает тела вдоль оси Z и назначает материалы.

### **Тема 2. Сложение тел. Перемещение по координатам и симметрия. Модель «Снеговик»**

Теория: шар как геометрический примитив; координаты центра тела; изменение параметров операции; добавление и удаление параметров преобразования; зеркальная симметрия.

Практика: создание основания и основных шаров снеговика; построение носа, шапки, помпона, рук, ног и глаз; точное размещение элементов по координатам; создание симметричных рук, ног и глаз; окрашивание модели. Дополнительное задание — заменить нос на конус и берет на цилиндрическое ведро.

Результат: обучающийся размещает элементы по координатам, использует симметрию и создаёт составную модель из повторяющихся примитивов.

### **Тема 3. Булевы операции и зеркальная симметрия. Модель «Юла»**

Теория: назначение булевых операций; объединение, вычитание и пересечение как способы получения новых тел; зеркальная симметрия.

Практика: построение юлы из цилиндра, конусов, пирамиды, призмы и тора; применение симметрии к отдельным элементам; объединение частей модели булевой операцией в единое тело; назначение материалов.

Результат: обучающийся применяет симметрию и выполняет булево объединение нескольких тел.

### **Тема 4. Булева операция вычитания. Модель «Домик»**

Теория: вычитание одного тела из другого; параллелепипед и пирамида; тонкостенный элемент с донышком; материалы и покрытия.

Практика: создание основы дома, крыши и трубы; построение параллелепипедов для двери и окон; применение булевой операции вычитания окон и двери из основы; создание подставки и кустов; назначение текстур «светлое дерево» и «трава».

Результат: обучающийся создаёт отверстия и проёмы булевым вычитанием, использует тонкостенный элемент и оформляет композицию материалами.

## **Тема 5. Булевы операции, тонкостенные элементы, материалы и фотореализм. «Реалистичный натюрморт»**

Теория: создание полых и тонкостенных форм; булево вычитание сфер; назначение материалов; возможности фотореалистичного изображения.

Практика: построение шарообразной вазы с вычитанием второй сферы; создание цилиндрического подноса и нескольких тонкостенных ваз; построение конусообразной вазы; назначение материалов «фарфор», «стекло зеркальное», «мрамор», «латунь», «серебро»; запуск режима фотореализма.

Результат: обучающийся создаёт составную предметную композицию, использует булеву операцию, тонкостенные элементы, материалы и фотореалистичное представление.

Результат: индивидуально представлен и защищён проект; обучающийся демонстрирует понимание технологии создания собственной модели.

Практика: индивидуальная публичная защита. Обучающийся демонстрирует модель, формулирует её идею и назначение, называет использованные геометрические примитивы, объясняет применённые преобразования, булевы операции и способы оформления, характеризует возникшие трудности и полученный результат. Рекомендуемая продолжительность выступления — до 2–3 минут.

Теория: структура краткого публичного представления инженерного проекта; правила демонстрации цифровой модели и аргументации принятых решений.

## **Тема 6. Проектная деятельность. Разработка замысла и начало создания индивидуальной 3D-композиции**

Результат: сформулирован замысел проекта, определён состав модели и начато создание индивидуальной 3D-композиции. Определены инструменты для реализации замысла, выбраны геометрические примитивы. Определен габаритный размер модели. Проектная работа сохраняется регулярно в заданную учителей папку.

## **Тема 7. Проектная деятельность. Создание и завершение индивидуальной 3D-композиции**

**Практика:** разработка индивидуального замысла; создание эскиза или схемы композиции; определение основных размеров; построение базовых элементов модели. В проекте рекомендуется использовать несколько различных геометрических примитивов, точное размещение объектов и не менее двух изученных способов преобразования или моделирования.

**Теория:** постановка проектной задачи; выбор идеи и назначения композиции; анализ будущей модели и определение набора геометрических примитивов; планирование последовательности построения; выбор изученных технологий T-FLEX CAD, необходимых для реализации замысла.

## **Тема 8. Индивидуальная публичная защита проектов**

**Результат:** завершённая индивидуальная 3D-композиция, демонстрирующая осознанное применение изученных технологий.

**Практика:** продолжение и завершение индивидуальной композиции. Учащийся самостоятельно применяет изученные технологии: создание и параметрическое изменение примитивов, перемещение и поворот, симметрию, булевы операции, материалы и покрытия. При необходимости выполняется фотореалистичное представление модели. Подготовка файла к защите.

**Теория:** критерии качества цифровой модели; самопроверка соответствия результата замыслу; рациональное применение булевых операций, симметрии, тонкостенных элементов, материалов и покрытий.

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **6.1. Методы и педагогические технологии**

- объяснительно-иллюстративный метод: демонстрация готовой модели и интерфейса T-FLEX CAD;
- практический метод: построение по образцу, таблице параметров и пошаговой инструкции;
- проблемно-поисковый метод: анализ состава модели и выбор подходящих примитивов и операций;
- дифференцированное обучение: дополнительные задания для учащихся, опережающих основной темп;
- формирующее оценивание: текущая проверка модели, самооценка и комментарий

педагога.

## 6.2. Рекомендуемая структура занятия

| Этап                                | Продолжительность | Содержание                                                                         |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Организационный этап и актуализация | 3–5 мин           | Проверка готовности, постановка задачи, повторение терминов и приёмов.             |
| Анализ образца и демонстрация       | 8–10 мин          | Осмотр готовой модели, определение состава, показ нового инструмента или операции. |
| Практическая работа                 | 20–23 мин         | Построение модели по параметрам; индивидуальная помощь и самопроверка.             |
| Подведение итогов                   | 3–5 мин           | Сохранение файла, демонстрация результата, краткая рефлексия.                      |

## 6.3. Дифференциация

Для обучающихся, испытывающих затруднения, используются готовые демонстрационные файлы, пошаговые инструкции и таблицы параметров. Для более подготовленных учащихся предусмотрены дополнительные задания: создание «Пирамидки», изменение элементов «Снеговика», самостоятельный подбор материалов и покрытий, усложнение композиции.

## 6.4. Учебно-методическое обеспечение

- методические материалы к пяти занятиям с иллюстрациями интерфейса T-FLEX CAD;
- таблицы параметров геометрических примитивов;
- демонстрационные файлы моделей \*.grs;
- пошаговые инструкции к практическим работам;
- карта результативности и лист наблюдения педагога.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 7.1. Виды контроля

| Вид контроля | Срок        | Содержание и форма                                                                                                             |
|--------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Входной      | Занятие 1   | Устные вопросы по геометрическим телам, системе координат и интерфейсу T-FLEX CAD.                                             |
| Текущий      | Занятия 1–5 | Проверка практических файлов, наблюдение, устные вопросы, самопроверка.                                                        |
| Проектный    | Занятия 6–7 | Наблюдение за самостоятельной разработкой и созданием индивидуальной 3D-композиции; консультации и промежуточная самопроверка. |
| Итоговый     | Занятие 8   | Индивидуальная публичная защита завершённого проекта.                                                                          |

### 7.2. Критерии текущих практических работ

| Критерий                                     | 0 баллов                                                             | 1 балл                                               | 2 балла                                                                                 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Корректность построения и задание параметров | Модель не создана или не соответствует условию.                      | Есть отдельные ошибки; требуется помощь.             | Примитивы построены корректно, параметры заданы в соответствии с заданием.              |
| Пространственное размещение и преобразования | Элементы расположены неверно, требуемые преобразования не выполнены. | Преобразования выполнены частично или с подсказками. | Координаты, перемещения, симметрия и иные требуемые преобразования выполнены корректно. |
| Применение операций и оформление             | Требуемые операции/материалы не применены.                           | Операции выполнены частично                          | Требуемые булевы операции, материалы и оформление применены корректно.                  |

Максимум за каждую текущую практическую работу — 6 баллов.

Рекомендуемая шкала баллов:

- 5–6 баллов — результат достигнут;
- 3–4 балла — результат достигнут частично, требуется коррекция;
- 0–2 балла — требуется повторное выполнение ключевых действий.

Итоговый проект оценивается отдельно по критериям раздела 7.3.

### 7.3. Критерии итогового проекта и публичной защиты

• Индивидуальная публичная защита:

- 0 — проект не представлен;
- 1 — обучающийся демонстрирует модель, но затрудняется объяснить решения;
- 2 — ясно представляет идею, последовательность построения, применённые технологии и результат.

• Самостоятельность и целостность замысла:

- 0 — работа выполнена преимущественно с помощью педагога;
- 1 — замысел реализован частично;
- 2 — проект имеет понятный замысел и в основном выполнен самостоятельно.

• Применение технологий моделирования:

- 0 — изученные операции практически не применены;
- 1 — применены 1–2 технологии с отдельными ошибками;
- 2 — осознанно применены несколько технологий: преобразования, симметрия, булевы операции, тонкостенные элементы и/или материалы.

- **Корректность построения примитивов и задание параметров:**

- 0 — существенные ошибки;
- 1 — отдельные неточности;
- 2 — параметры и построения выполнены корректно.

- **Состав и сложность композиции:**

- 0 — проект не завершён;
- 1 — использованы отдельные изученные элементы и операции;
- 2 — композиция завершена, включает несколько типов примитивов и операций.

Максимум за итоговый проект и защиту — 10 баллов.

Уровень выполнения проекта рекомендуется оценить следующим образом:

- 9–10 баллов — высокий;
- 6–8 баллов — базовый;
- 0–5 баллов — требуется дополнительная поддержка.

## **8. ФОРМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Результаты выполнения практических работ и проектной деятельности фиксируются педагогом в карте результативности. Отдельно фиксируются результат индивидуальной 3D-композиции и публичной защиты. Дополнительно может использоваться лист наблюдения для оценки самостоятельности, понимания алгоритма, точности задания параметров и способности находить и исправлять ошибки.

## **9. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И РЕСУРСОВ**

Для педагога:

- Федеральная рабочая программа основного общего образования. Труд (технология). 5–9 классы.
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (с изменениями).
- T-FLEX CAD. Справочная система и учебные материалы, входящие в состав программного обеспечения.
- Методические материалы для 6 класса по моделированию в T-FLEX CAD: «Елочка», «Снеговик», «Юла», «Домик», «Реалистичный натюрморт».

Для обучающихся:

- пошаговые инструкции и таблицы параметров к практическим работам;
- демонстрационные файлы моделей \*.grs;
- встроенная справочная система T-FLEX CAD.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. ЧЕК-ЛИСТ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Показатель                                                                               | Самопроверка                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Я определил(а), из каких геометрических примитивов состоит модель.                       | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |
| Я задал(а) точные размеры и параметры примитивов.                                        | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |
| Я разместил(а) объекты по координатам и в соответствии с замыслом модели.                | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |
| Я применил(а) операции: симметричность, булевы операции.                                 | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |
| Я назначил(а) материалы/покрытия в соответствии со своим замыслом.                       | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |
| Я сохранил(а) файл и могу объяснить последовательность построения, подготовил(а) защиту. | <input type="checkbox"/> да<br><input type="checkbox"/> частично<br><input type="checkbox"/> нет |

### Приложение 2. ФОРМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

| №  | Фамилия, имя | Елочка | Снеговик | Юла | Домик | Натюр-морт | Проект (0–8) | Защита (0–2) |
|----|--------------|--------|----------|-----|-------|------------|--------------|--------------|
| 1  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 2  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 3  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 4  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 5  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 6  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 7  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 8  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 9  |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 10 |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 11 |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 12 |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 13 |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 14 |              |        |          |     |       |            |              |              |
| 15 |              |        |          |     |       |            |              |              |

### Приложение 3. ЛИСТ НАБЛЮДЕНИЯ ПЕДАГОГА

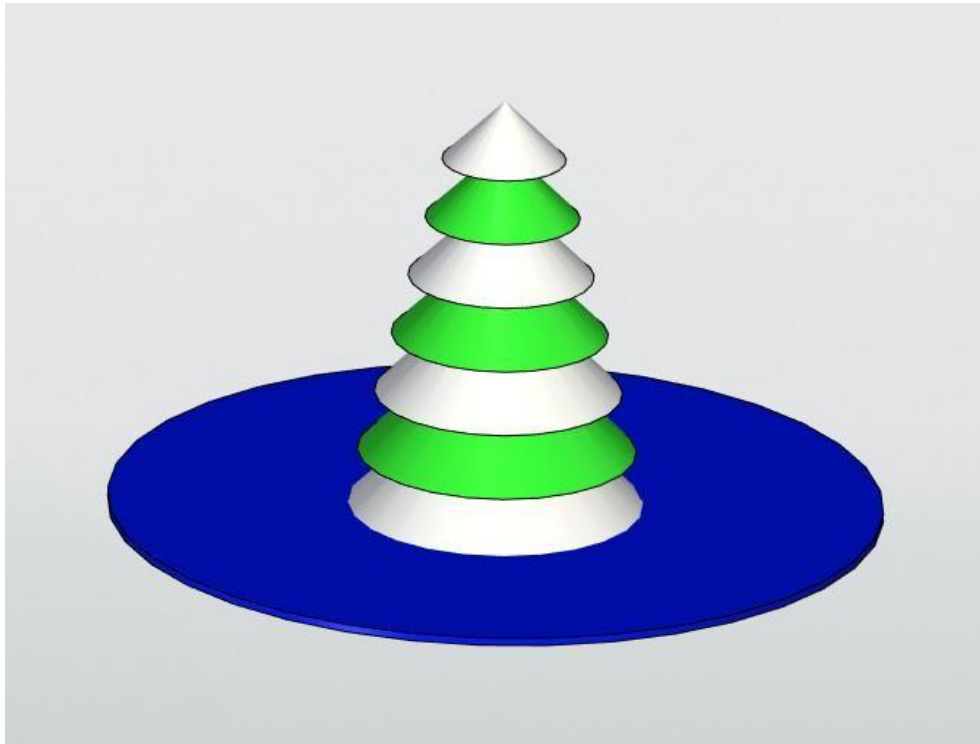
Лист наблюдения педагог может использовать для выявления детей, обладающих хорошим пространственным мышлением, высокой обучаемостью в области 3D-моделирования, учебной мотивацией и самостоятельностью.

| № пп | Показатель<br>2 - Проявляется устойчиво<br>1 - Проявляется с поддержкой<br>0 - Пока не проявляется<br>ФИО \ | Соблюдает правила безопасной работы | Понимает условие и следует алгоритму | Корректно задаёт параметры объектов | Использует координаты и преобразования | Применяет симметрию и булевы операции | Находит и исправляет ошибки | Сохраняет и представляет | Комментарий |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|
| 1.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 2.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 3.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 4.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 5.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 6.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 7.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 8.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 9.   |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 10.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 11.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 12.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 13.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 14.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |
| 15.  |                                                                                                             |                                     |                                      |                                     |                                        |                                       |                             |                          |             |

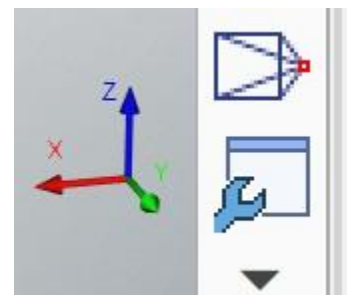
### Приложение 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

## Урок 1. Сложение тел разной формы из геометрических примитивов.

### Перемещение вдоль одной оси. Модель «Елочка»



1. Запустите T-Flex CAD и откройте файл елочка.grs (демонстрация на экране).
2. Покажите, как запустить T-Flex CAD ученикам на их компьютерах и как открыть файл елочки.
3. Попросите ребят поворачивать модель и со всех сторон осмотреть ее с помощью манипулятора мышь.  
(Колесико мыши – приблизить и отдалить объекты, при этом положение курсора определяет точку, которая не перемещается по экрану).
4. Предложите посчитать, из скольких объектов состоит данная модель??  
(8 фигур) .
5. Обсудите, какие геометрические тела используются для построения данной модели? (1 цилиндр и 7 конусов).
6. Чем отличаются конусы друг от друга?  
(Конусы отличаются положением в пространстве и радиусом (диаметром) основания).



7. Как именно мы строим елочку?

*(Смещаем конусы вверх и уменьшаем размер основания)*

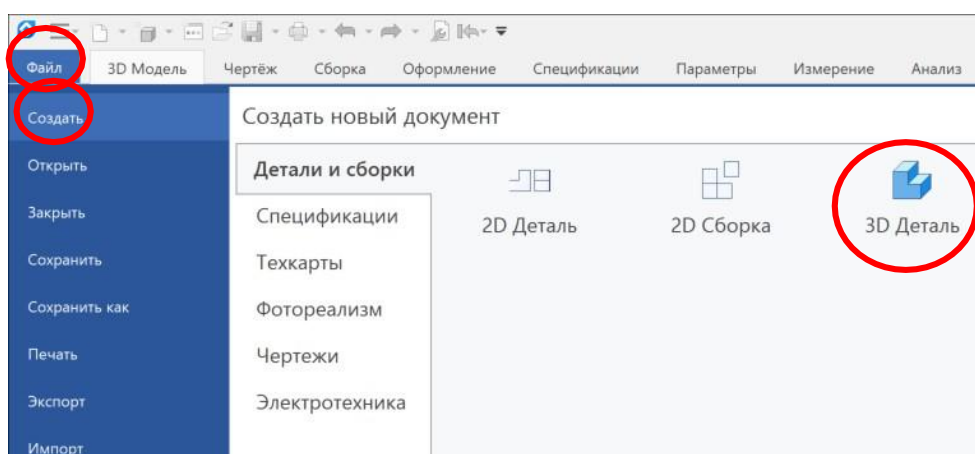
8. Как мы объясним системе, в какую сторону нужно сместить конусы? (Для этого используется система координат, которая обозначается значком в правом нижнем углу экрана . Стрелками указаны направления осей, буквами – их названия. Для удобства каждая ось имеет свой цвет. )

Конусы елочки мы смещаем вверх вдоль оси Z.

9. Если у нас есть система координат, что значит, что конус смещается вверх?

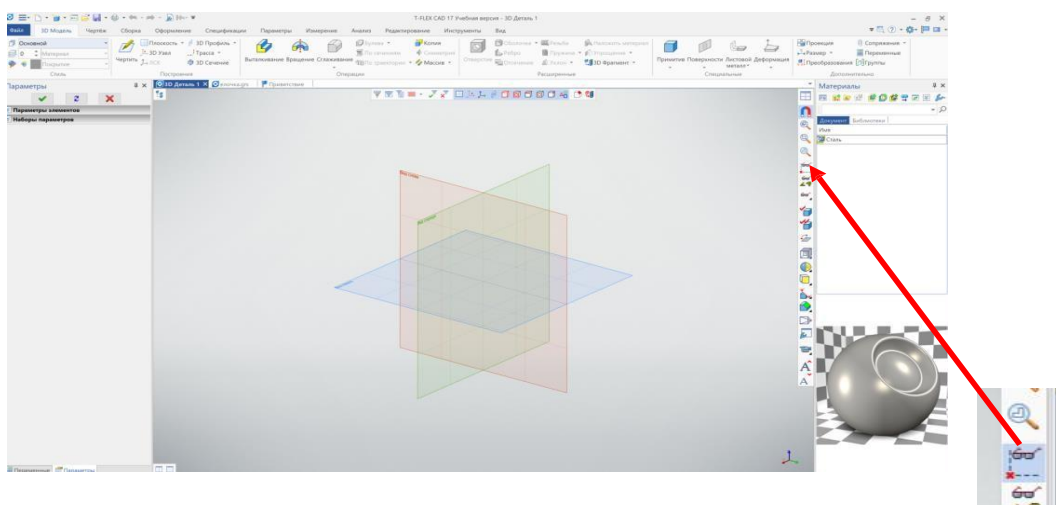
*(Координата Z центра его основания будет увеличиваться).*

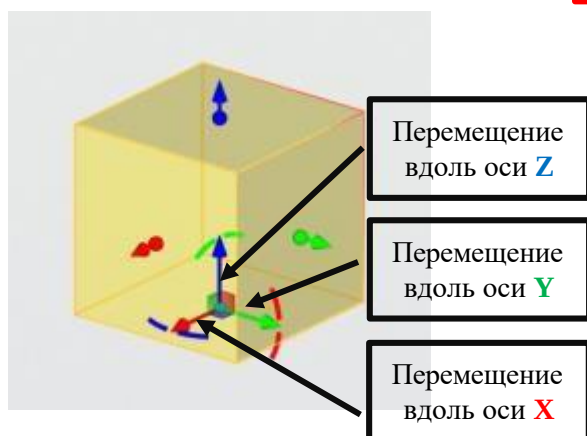
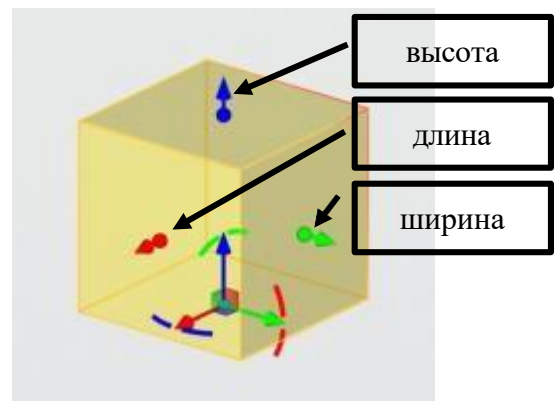
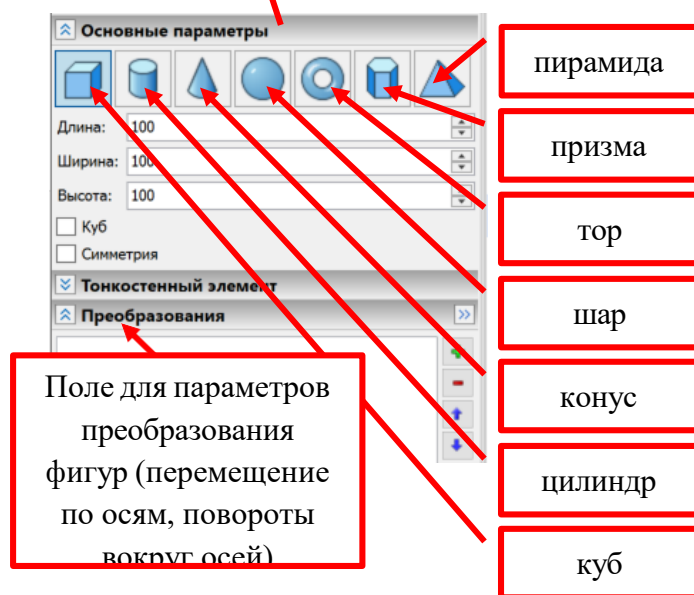
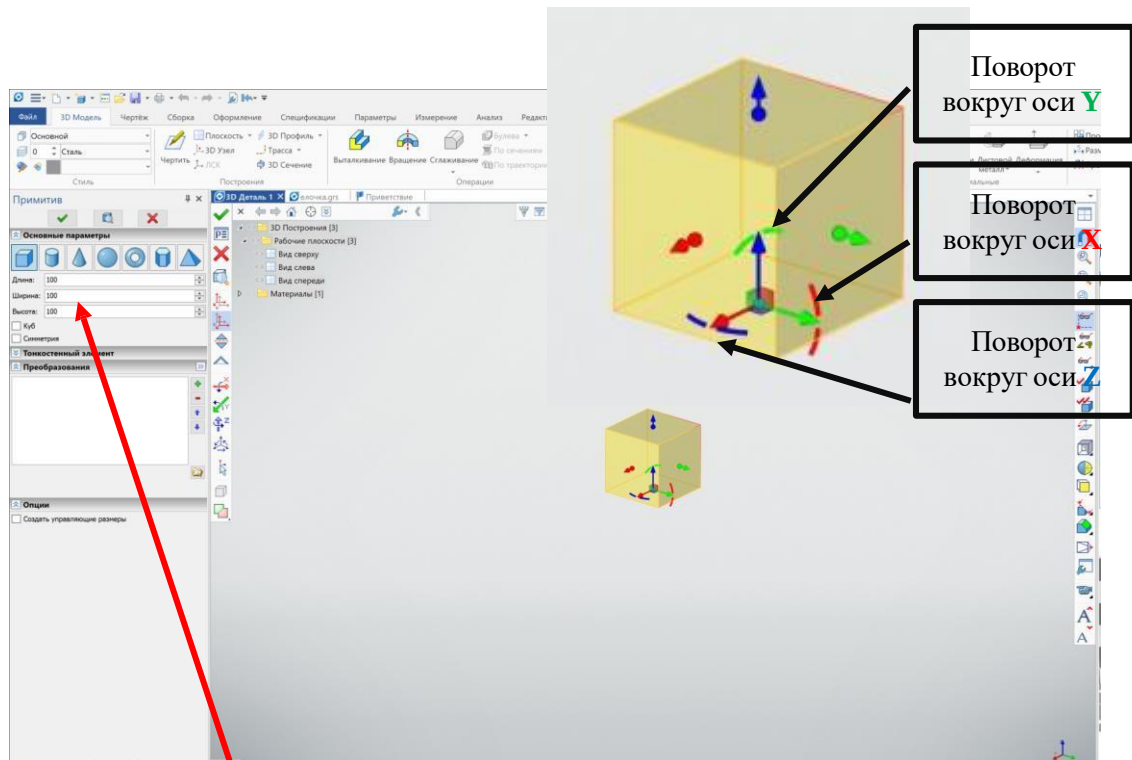
10. Как разместить нужного размера конус в нужном месте? Создайте пустой файл.



На экране видим пустое рабочее пространство и 3 базовых плоскости, которые называются, вид слева, вид спереди, вид сверху.

Эти плоскости очень важны, но в нашем случае можно отключить их видимость. Для этого в правом меню можно нажать на пиктограмму с очками.

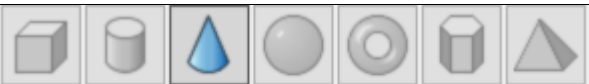




11. Как вставить «Примитив» (геометрическую фигуру) в рабочее пространство?

Практическая работа. Строим елочку с нуля.

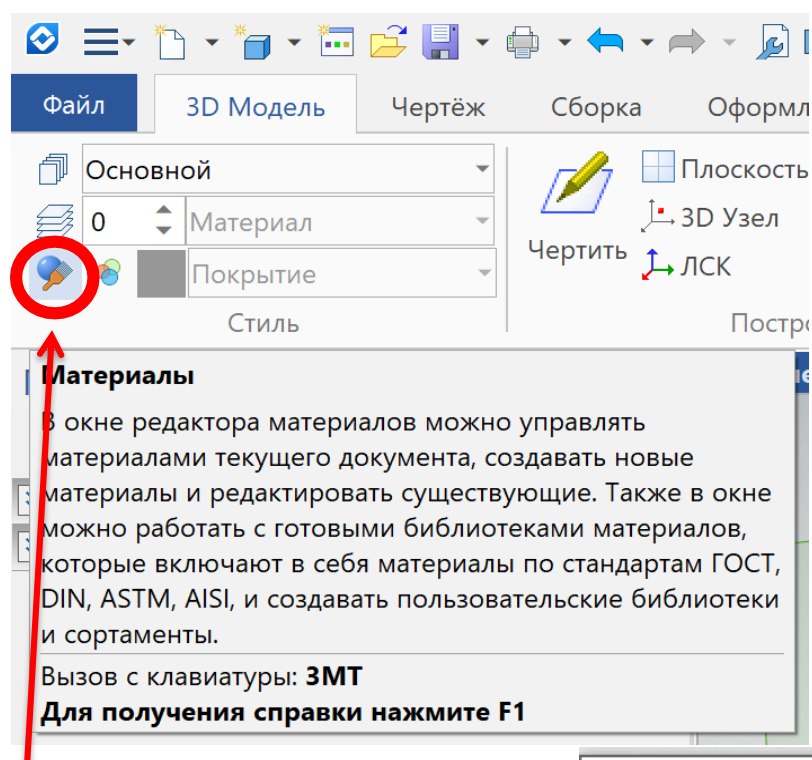
Вставляем примитивы и либо вручную изменяем их параметры, либо прописываем в соответствии с таблицей.

|                  |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Основание елочки | <br>Диаметр: 500<br>Высота: 5                                                                                      |
| Первый конус     | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 100<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45  |
| Второй конус     | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 90<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45   |
| Третий конус     | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 80<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45 |
| Четвертый конус  | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 70<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45 |
| Пятый конус      | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 60<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45 |

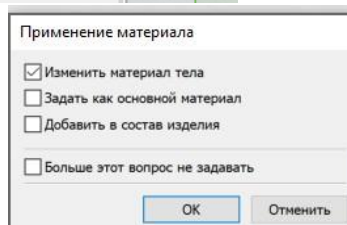
|               |                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шестой конус  | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 50<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45 |
| Седьмой конус | <br>Диаметр: 0<br><input checked="" type="checkbox"/> Высота: 40<br><input checked="" type="checkbox"/> Угол: 45 |

Раскрашиваем елочку. Для этого каждому конусу назначаем цвет пластика, в соответствии с рисунком или своей фантазии. Для назначения материала выбираем слева сверху значок

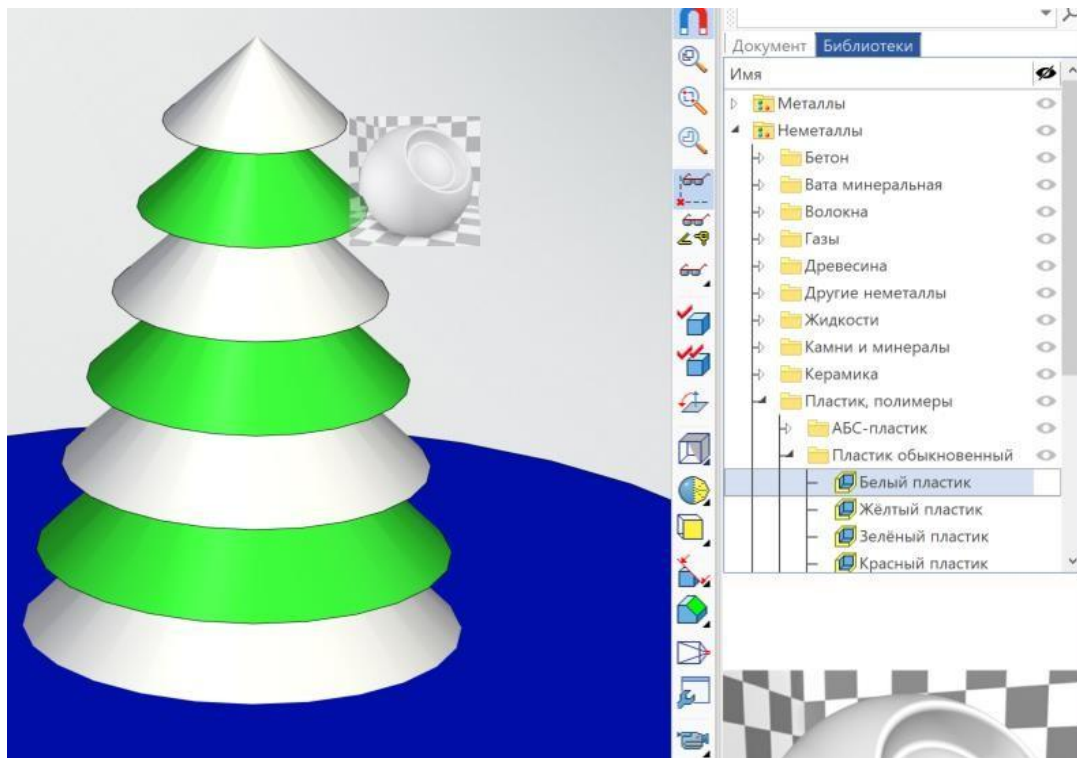
«



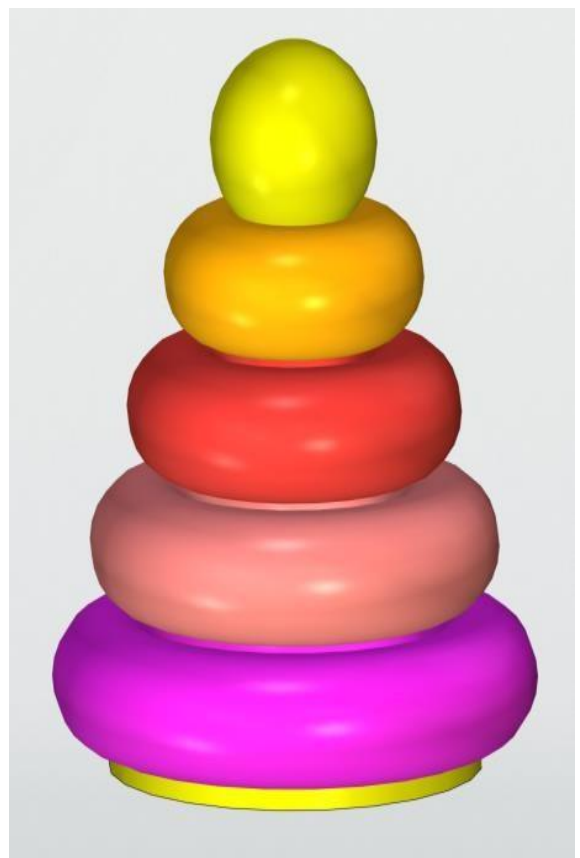
материалы».

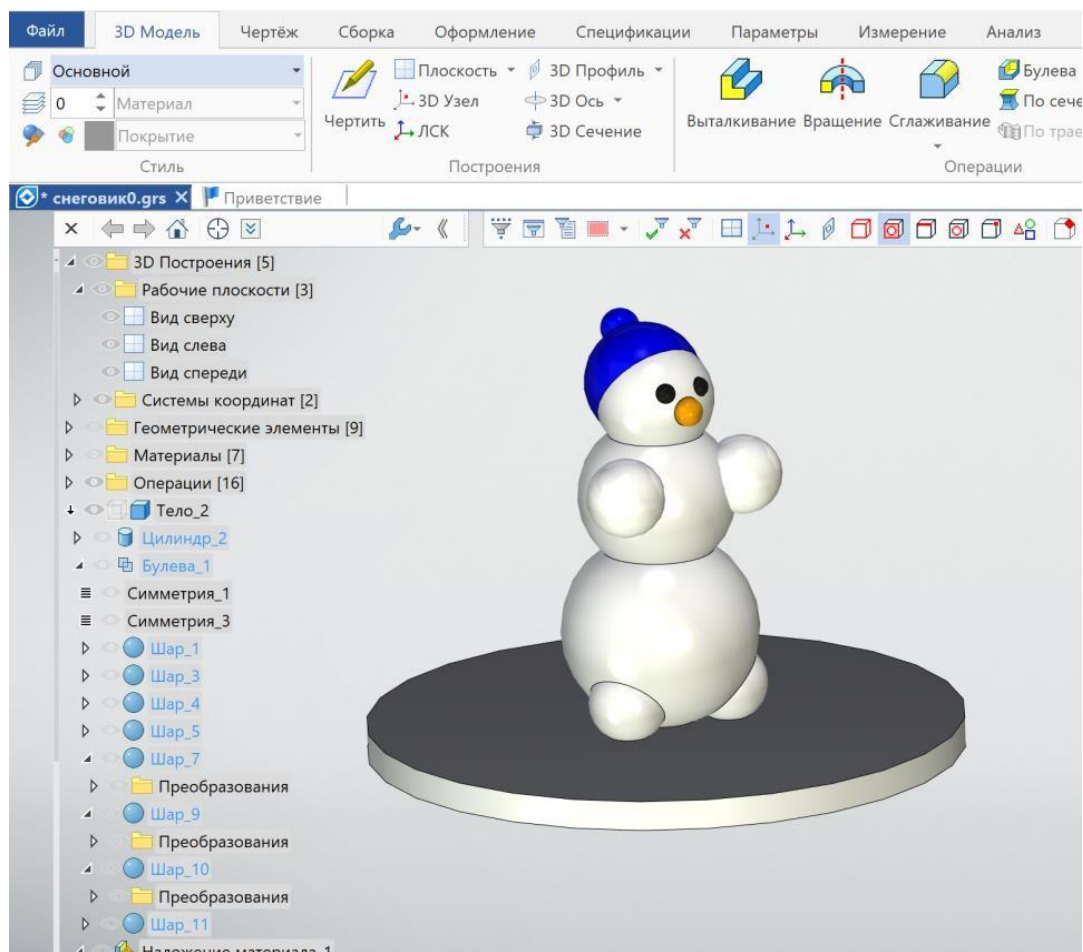


\*)



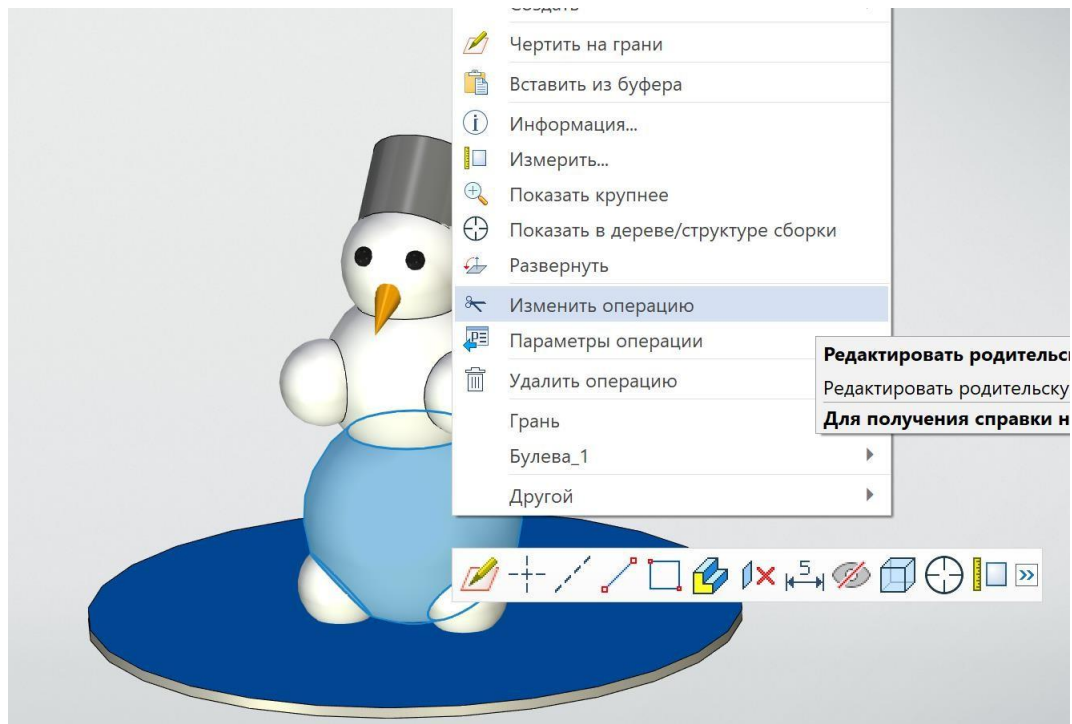
Дополнительное задание  
для успешных учащихся: сделать пирамидку.



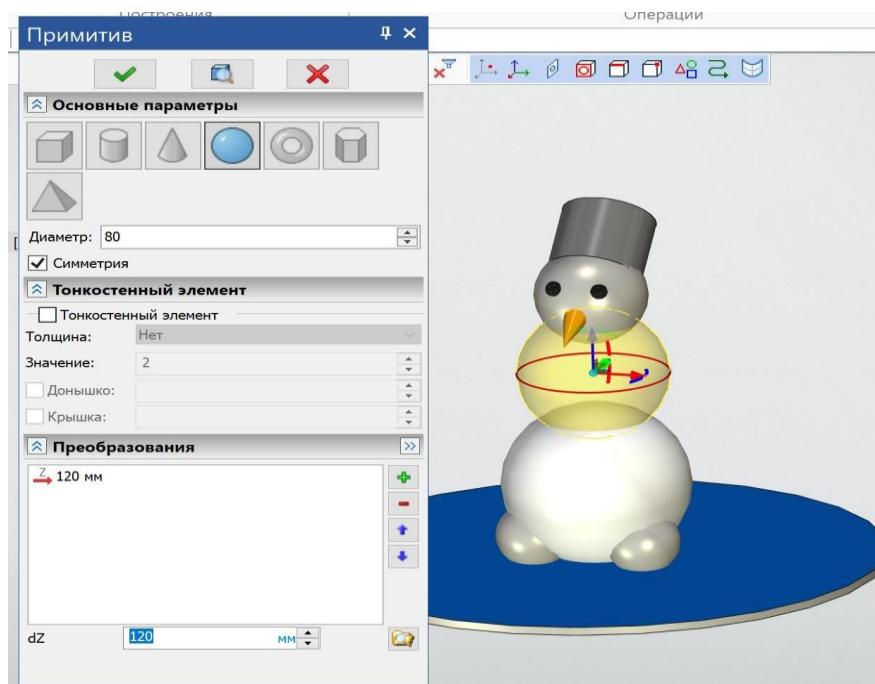


1. Запустите T-Flex CAD и откройте файл снеговик0.grs (демонстрация на экране).
2. Покажите, как запустить T-Flex CAD ученикам на их компьютерах и как открыть файл снеговика.
3. Попросите ребят поворачивать модель и со всех сторон осмотреть ее с помощью манипулятора мышь.  
(Колесико мыши – приблизить и отдалить объекты, при этом положение курсора определяет точку, которая не перемещается по экрану; ).
4. Предложите посчитать, из скольких объектов состоит данная модель?  
(13 шаров).
5. Обсудите, какое геометрическое тело используется для построения данной модели?  
(Шар).
6. Чем отличаются шары друг от друга?  
(Положением в пространстве и радиусом/диаметром).

7. Как мы определим, какое положение в пространстве займет шар?  
(координаты его центра).
8. Как разместить нужного размера шар в нужном месте?  
(Нужно выделить шар, нажать ПКМ, выбрать «Изменить операцию»).

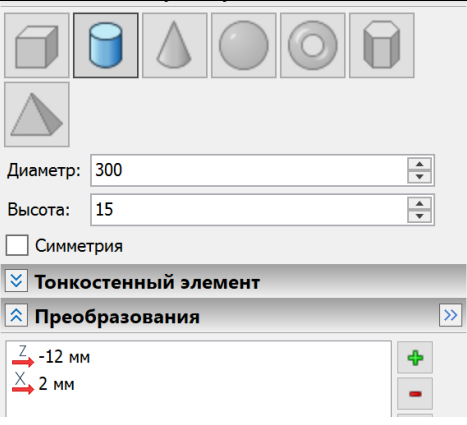
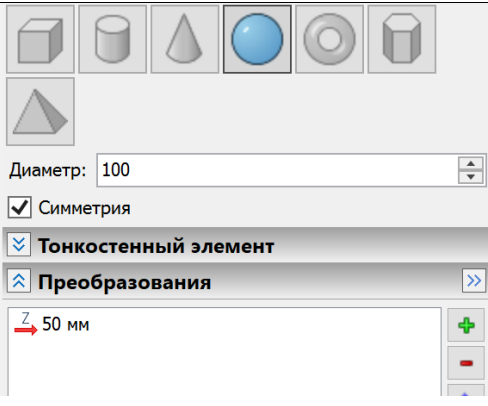
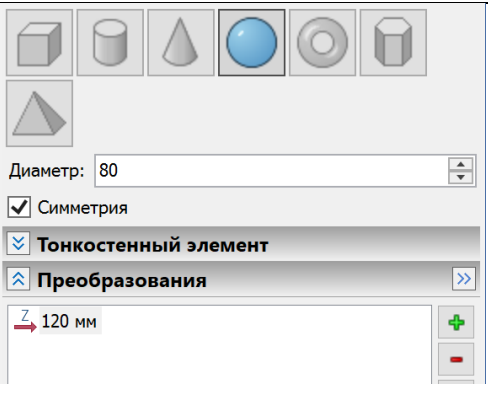
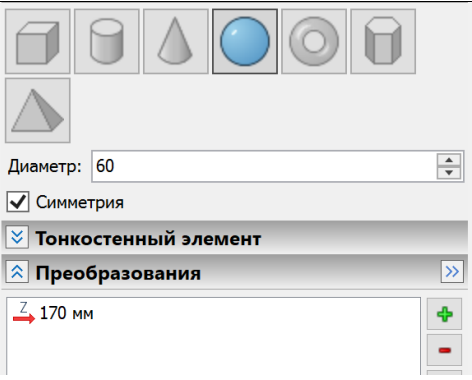


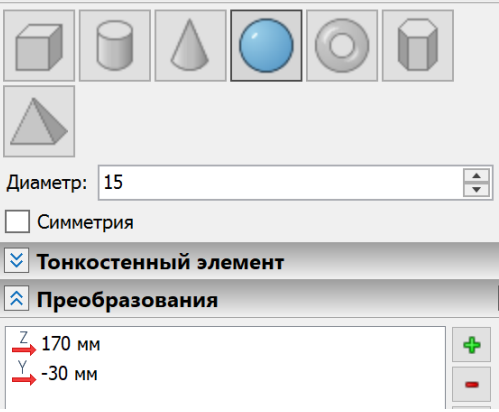
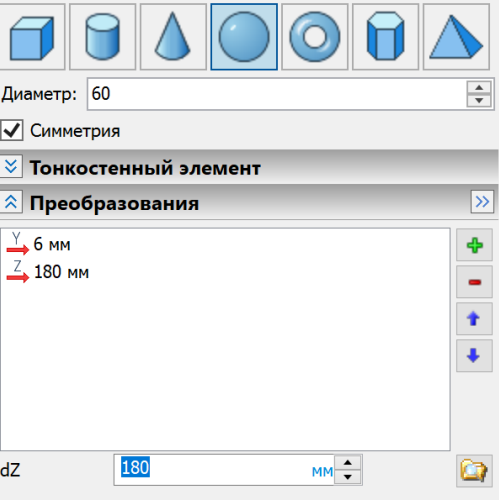
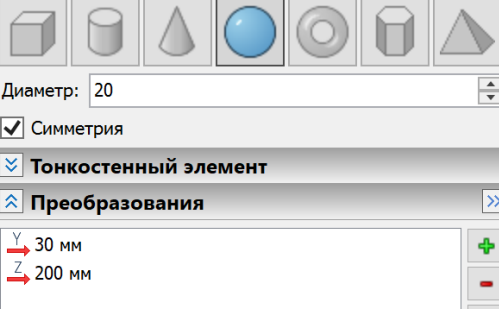
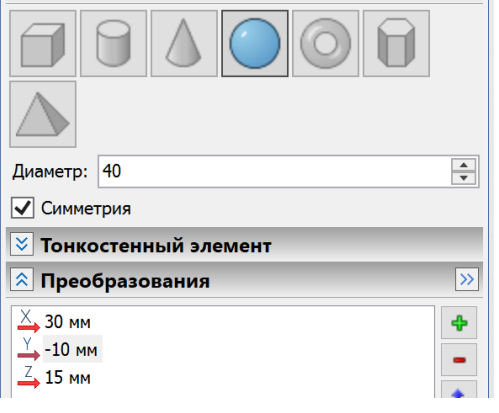
Откроется диалоговое окно, где можно изменять нужные смещения координат.

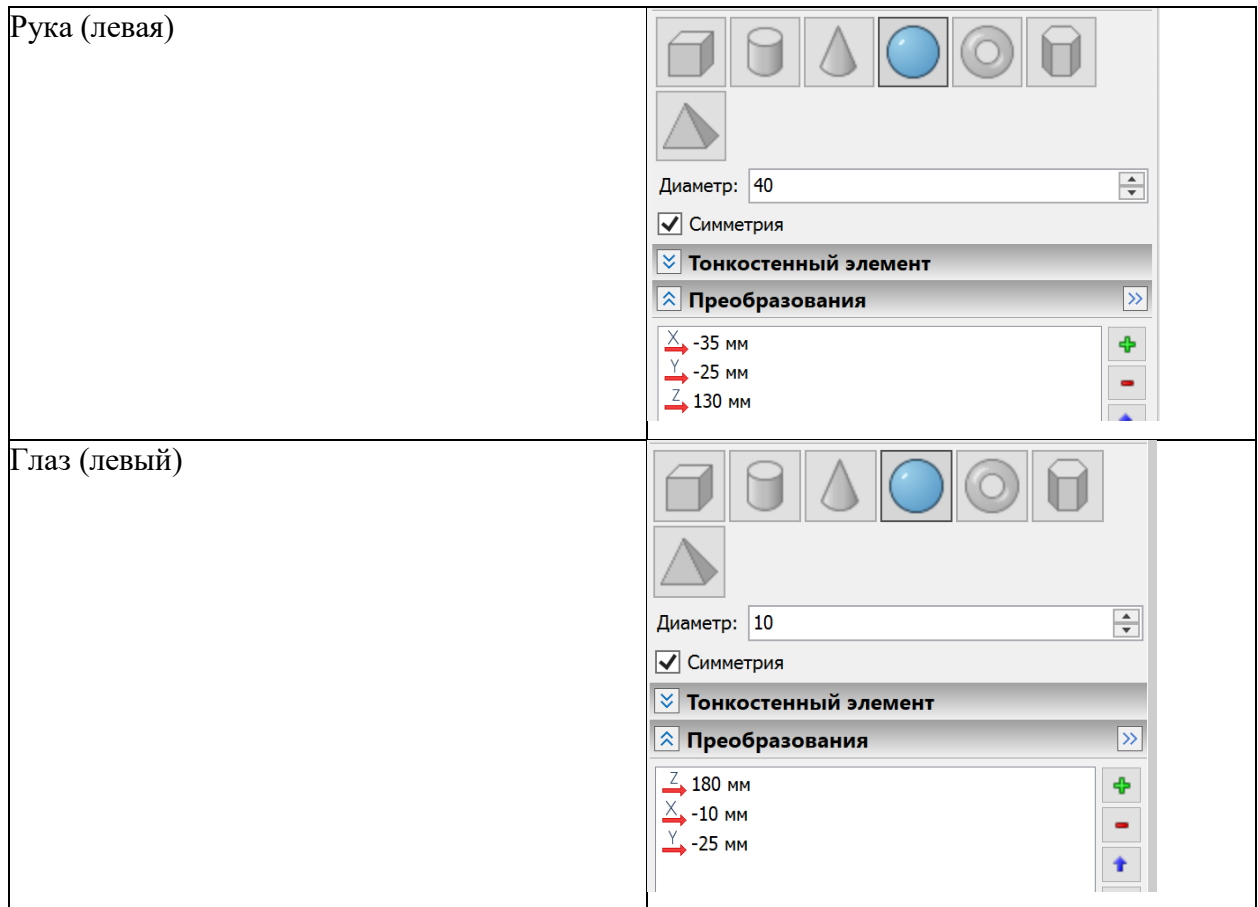


Для добавления или удаления параметров преобразования используют «+» или «-»

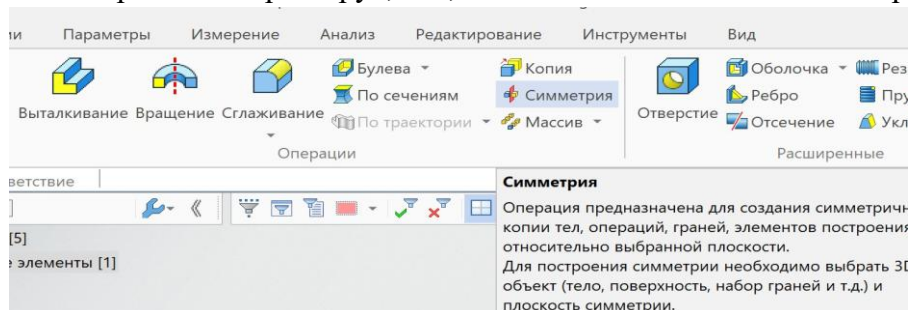
## Практическая работа. Строим снеговика с нуля.

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Основание снеговика |  <p>Диаметр: 300</p> <p>Высота: 15</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Z -12 мм</p> <p>X 2 мм</p> |
| Нижний шар          |  <p>Диаметр: 100</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Z 50 мм</p>                      |
| Средний шар         |  <p>Диаметр: 80</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Z 120 мм</p>                     |
| Верхний шар         |  <p>Диаметр: 60</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Z 170 мм</p>                     |

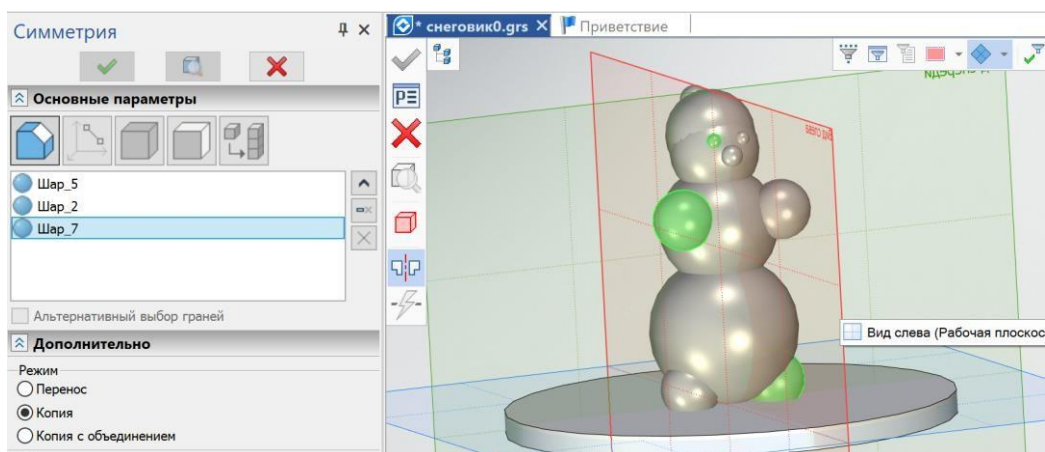
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нос              |  <p>Диаметр: 15</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Z: 170 мм<br/>Y: -30 мм</p>                             |
| Шапка            |  <p>Диаметр: 60</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Y: 6 мм<br/>Z: 180 мм</p> <p>dZ: 180 мм</p> |
| Пумпон           |  <p>Диаметр: 20</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>Y: 30 мм<br/>Z: 200 мм</p>                 |
| Парные шарики    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Нога<br>(правая) |  <p>Диаметр: 40</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Преобразования</p> <p>X: 30 мм<br/>Y: -10 мм<br/>Z: 15 мм</p>    |



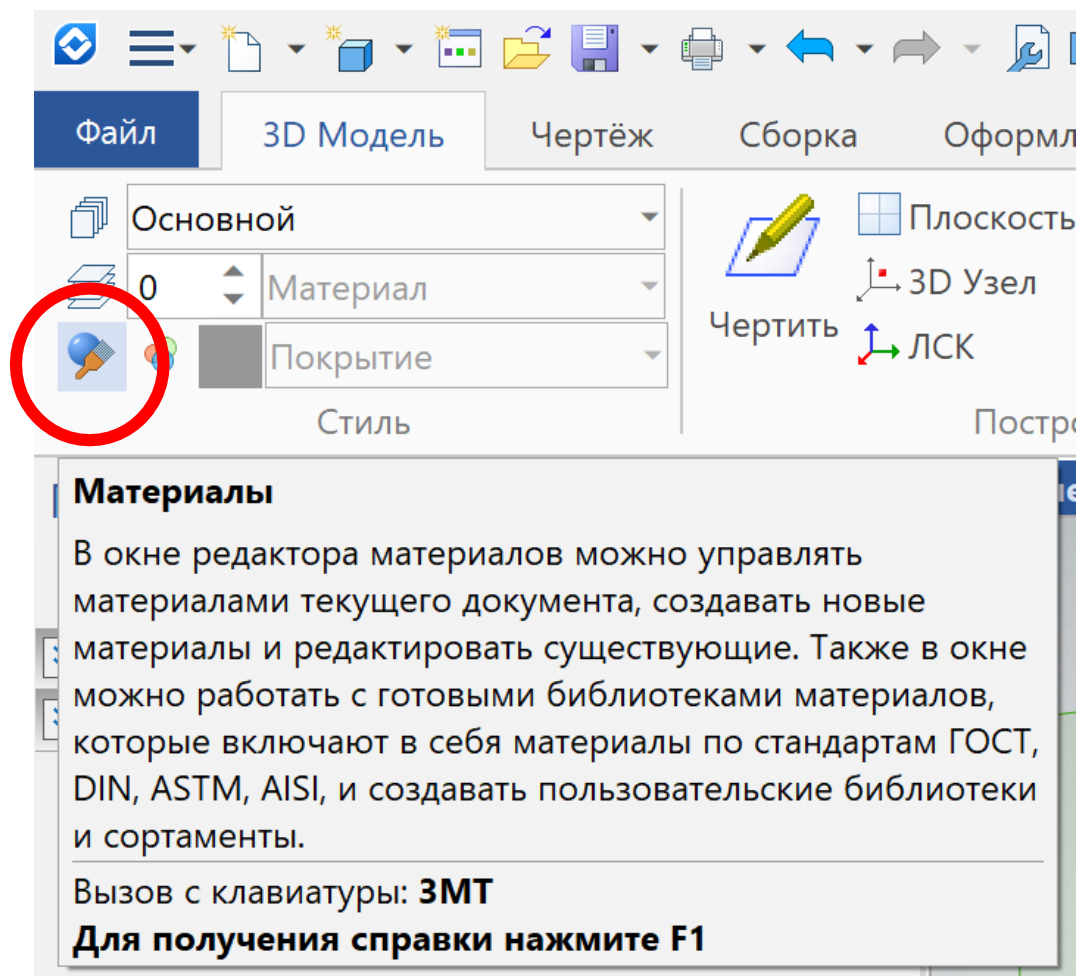
Симметричные шарики рук, ног, глаз делаем с помощью симметрии:



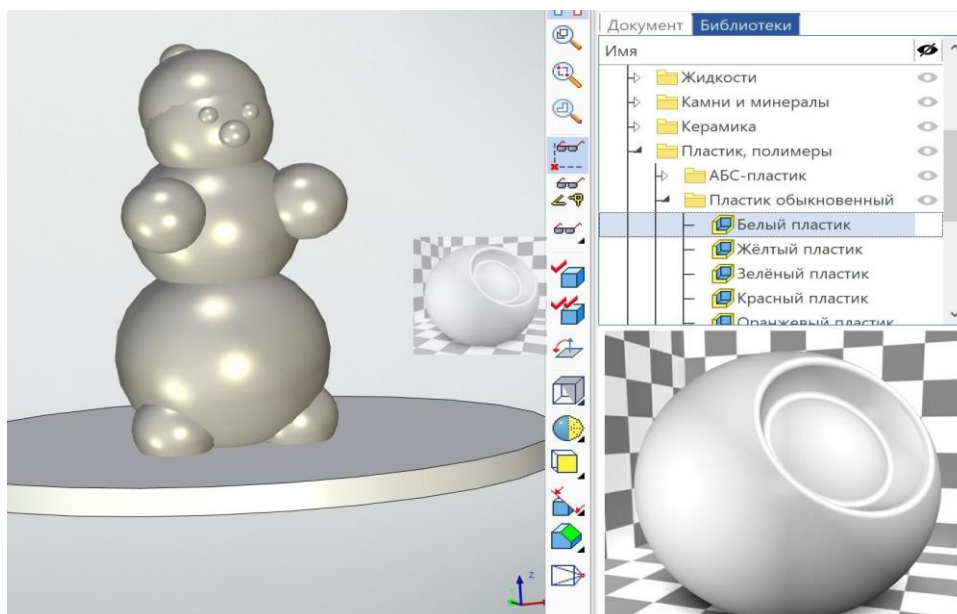
Выделяем руку и ногу и указываем плоскость. Отдельно копируем глаз.



Красим снеговика.



В библиотеке справа находим пластик, выбираем нужный цвет и переносим ЛКМ на нужный шарик.



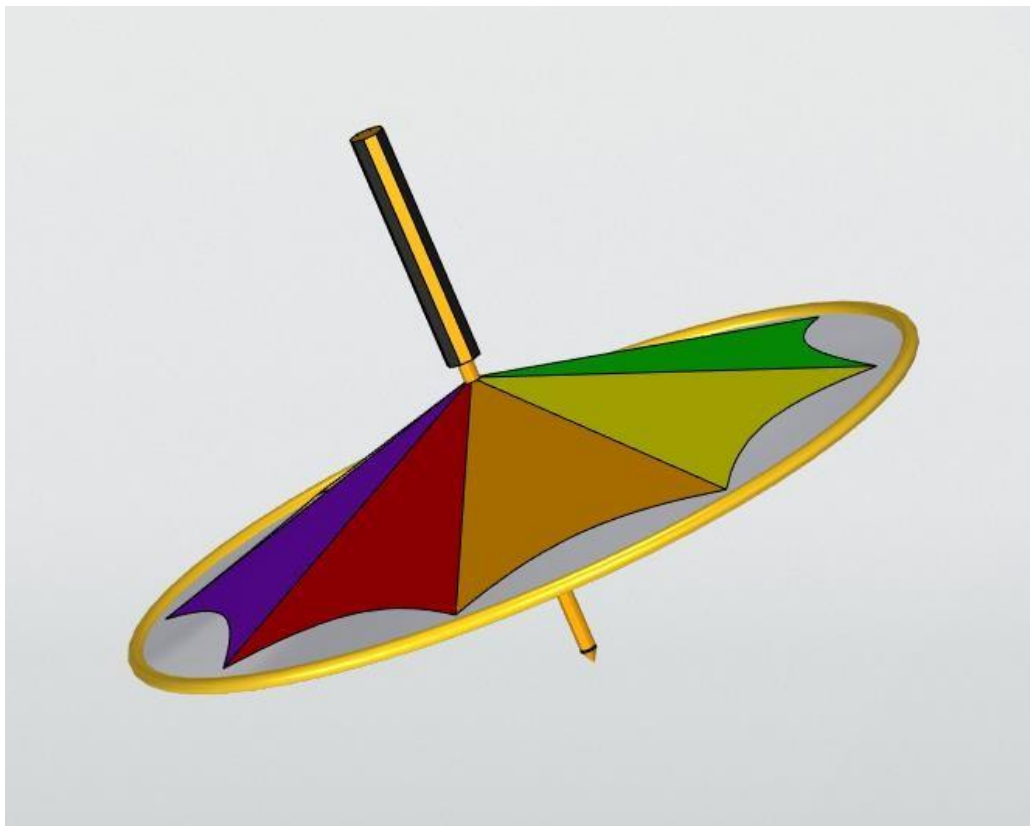


\*) Дополнительное задание для успешных учащихся: сделать другой нос-морковку из конуса, вместо берета – ведро из цилиндра.



**Урок 3. Булевы операции и зеркальная симметрия. Модель**

## «Юла»

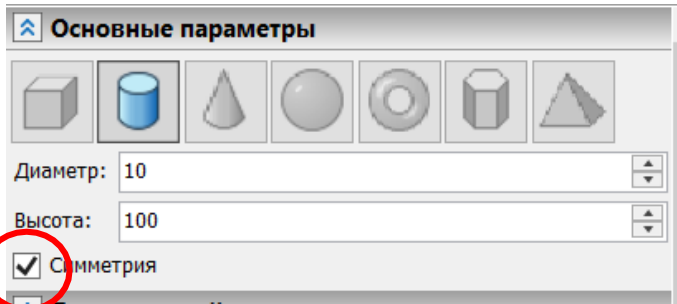
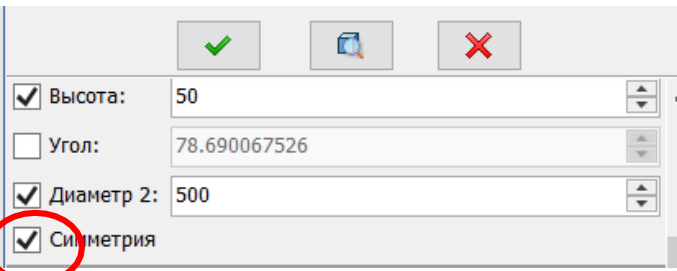
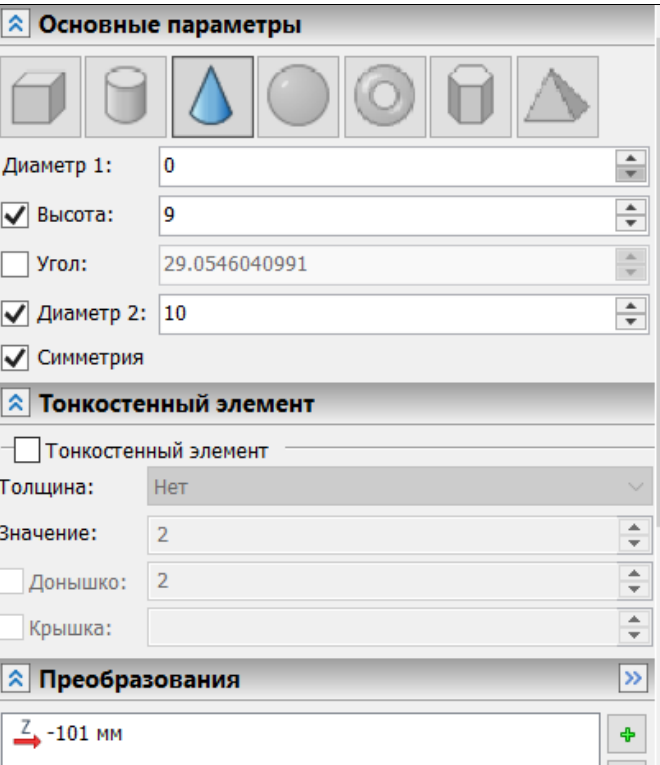


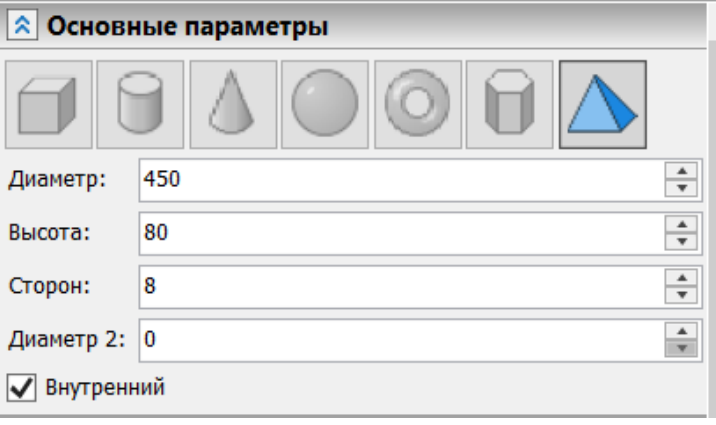
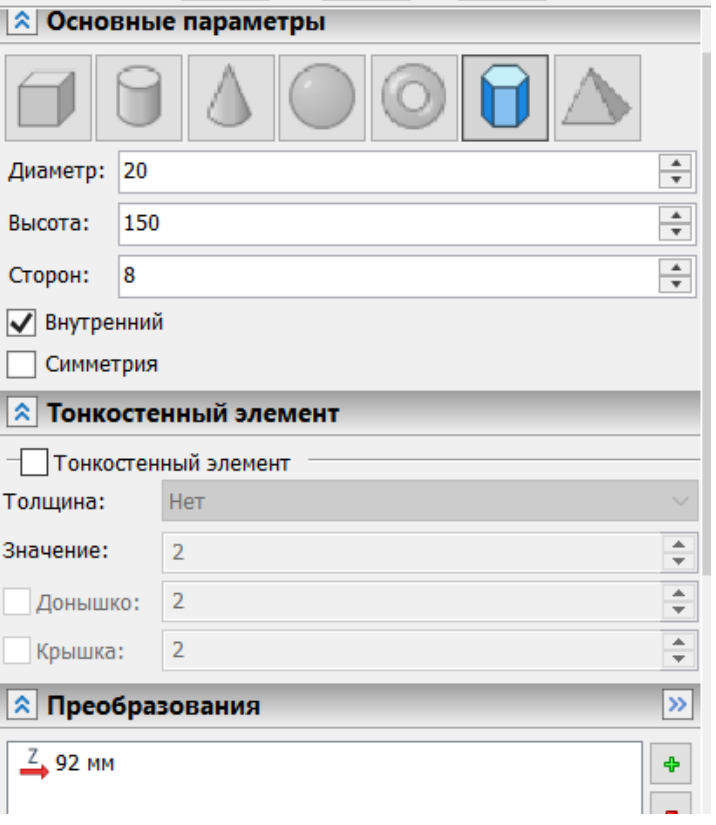
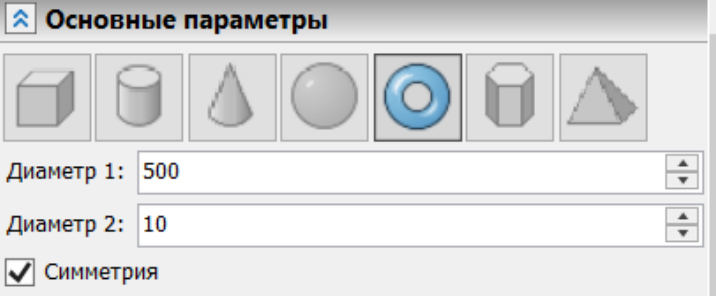
юла.grs

1. Запустите T-Flex CAD и откройте файл юла.grs (демонстрация на экране).
2. Покажите, как запустить T-Flex CAD ученикам на их компьютерах и как открыть файл юлы.
3. Попросите ребят поворачивать модель и со всех сторон осмотреть ее с помощью манипулятора мышь.  
(Колесико мыши – приблизить и отдалить объекты, при этом положение курсора определяет точку, которая не перемещается по экрану).
4. Расскажите о булевой операции (возможности объединять фигуры, вычитать их или строить на пересечении двух фигур)
5. Приведите примеры объединения и вычитания двух фигур. Расскажите об операции «симметрия».
6. Приведите пример построения модели «юла». Операция «симметрия» в данном случае применяется для построения двух симметричных цилиндров. Приведите примеры применения данной операции.
7. Обсудите, какие геометрические тела используются для построения юлы?

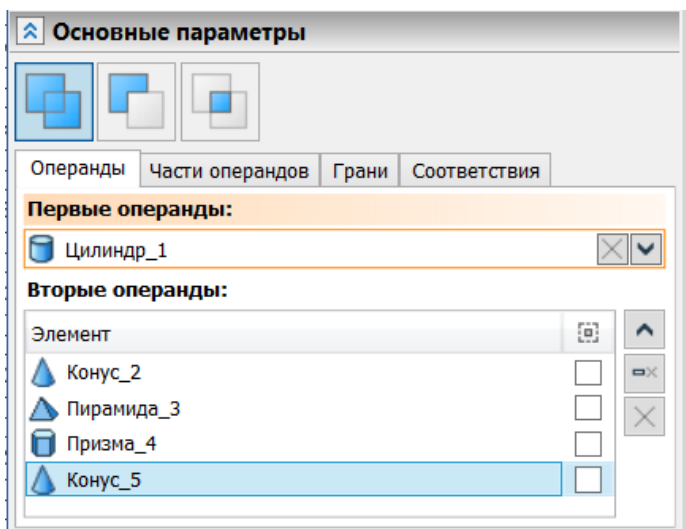
(1 цилиндр, 3 конуса, 1 призма, 1 тор). Практическая работа. Строим юлу.

Вставляем примитивы и либо вручную изменяем их параметры, либо прописываем в соответствии с таблицей.

|                                                                                                                    |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Нижний цилиндр (игла вращения). Обращаем внимание на построение цилиндра с применением операции «симметрия»</p> |    |
| <p>Нижний конус юлы, в данном построении также применяется операция «симметрия»</p>                                |   |
| <p>Игла вращения юлы (конус)</p>                                                                                   |  |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Верхняя часть юлы (пирамида)    |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Диаметр: 450</p> <p>Высота: 80</p> <p>Сторон: 8</p> <p>Диаметр 2: 0</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Внутренний</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ручка для вращения юлы (призма) |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Диаметр: 20</p> <p>Высота: 150</p> <p>Сторон: 8</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Внутренний</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><b>Тонкостенный элемент</b></p> <p><input type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p>Толщина: Нет</p> <p>Значение: 2</p> <p><input type="checkbox"/> Донышко: 2</p> <p><input type="checkbox"/> Крышка: 2</p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 92 мм</p> |
| Ободок юлы (тор)                |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Диаметр 1: 500</p> <p>Диаметр 2: 10</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Симметрия</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Для объединения частей модели применяем операцию «Булева», выбираем все элементы модели и объединяем их в единую модель.

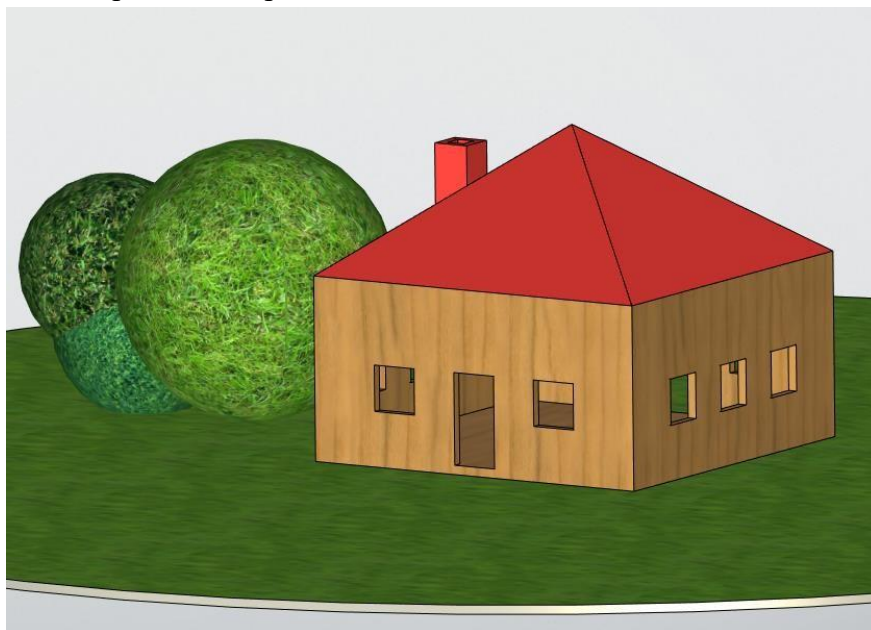


Завершаем работу с моделью выбором материалов для окрашивания юлы.

#### Урок 4 Булева операция вычитания. Тонкостенный элемент.

##### Модель «Домик»

Булевы операции. Операция вычитания



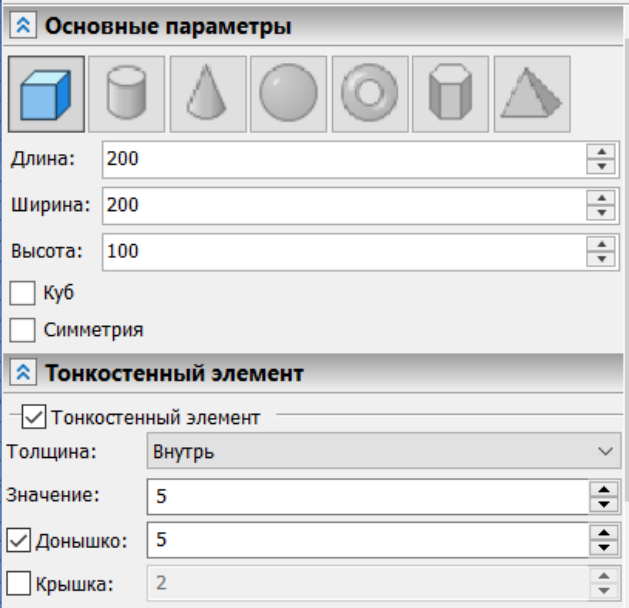
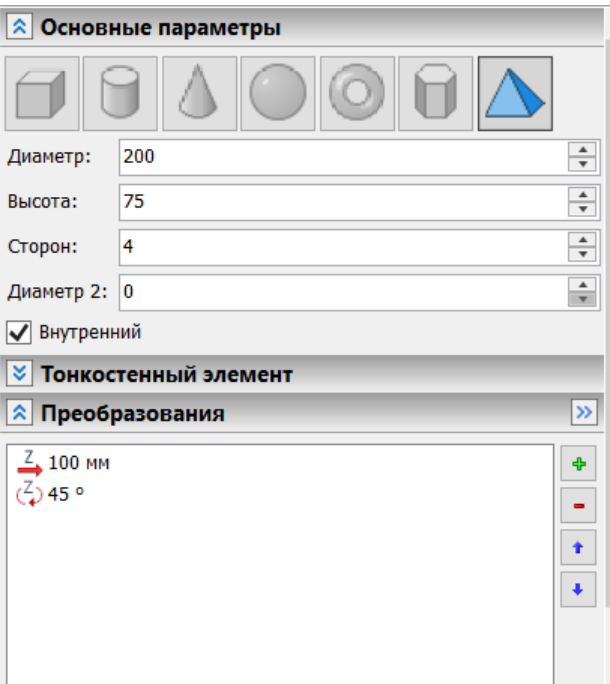
1. Запустите T-Flex CAD и откройте файл дом.grs (демонстрация на экране).
2. Расскажите о возможности применения булевой операции при вычитании фигур. Приведите пример вычитания фигур. Например: из большего цилиндра вычитаем цилиндр с меньшим диаметром и получаем цилиндр с отверстием посередине (труба).
3. Попросите ребят рассмотреть модель «дом» и подумать, где применялась операция вычитания в данной модели. Какие формы вычитались.
4. Предложите посчитать, из скольких объектов состоит данная модель??

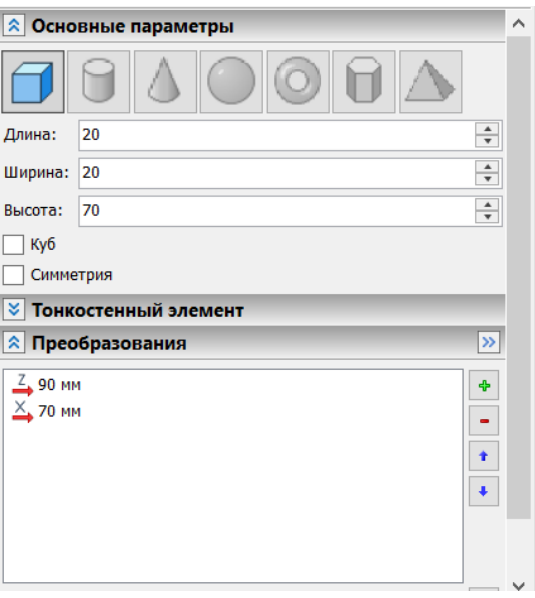
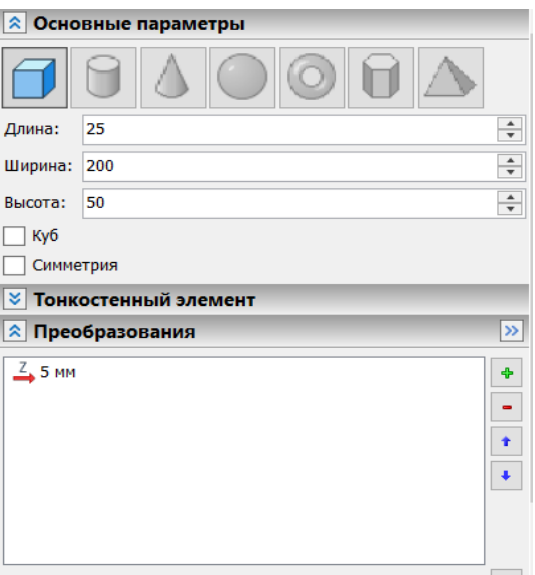
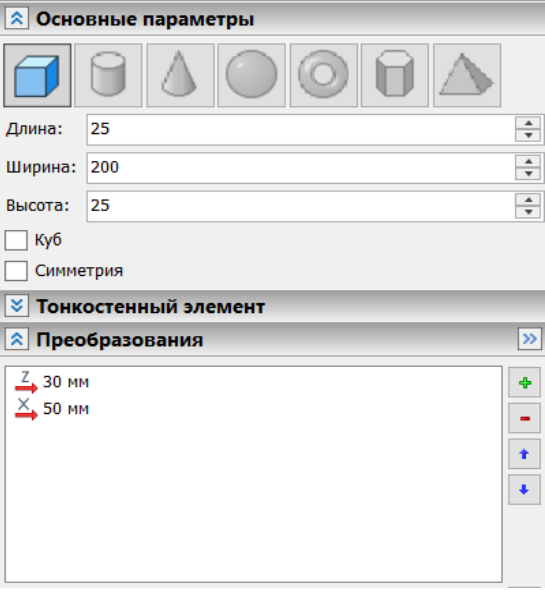
(10 фигур) .

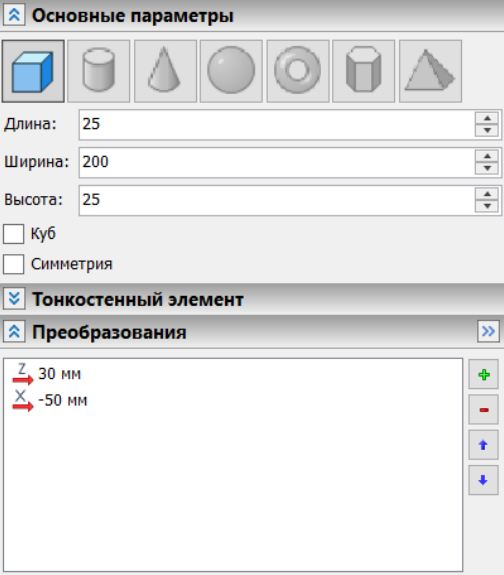
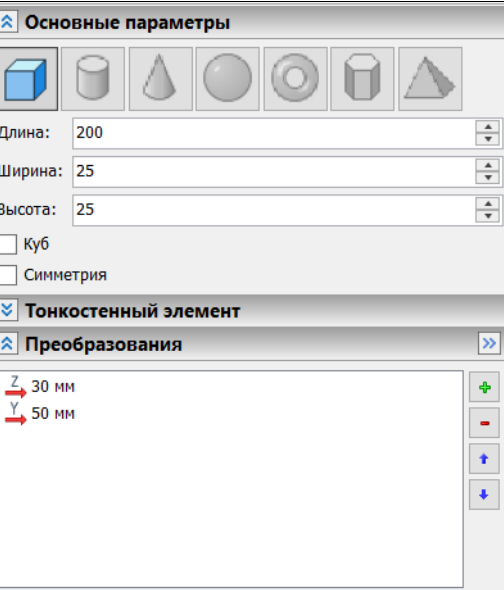
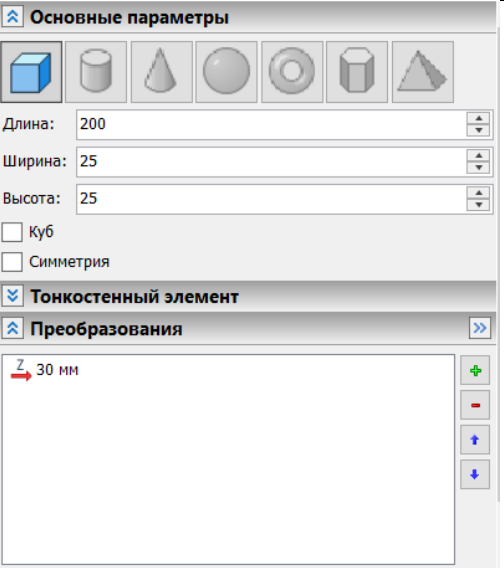
5. Обсудите, какие геометрические тела используются для построения данной модели?  
(1 пирамида, 9 параллелепипедов).

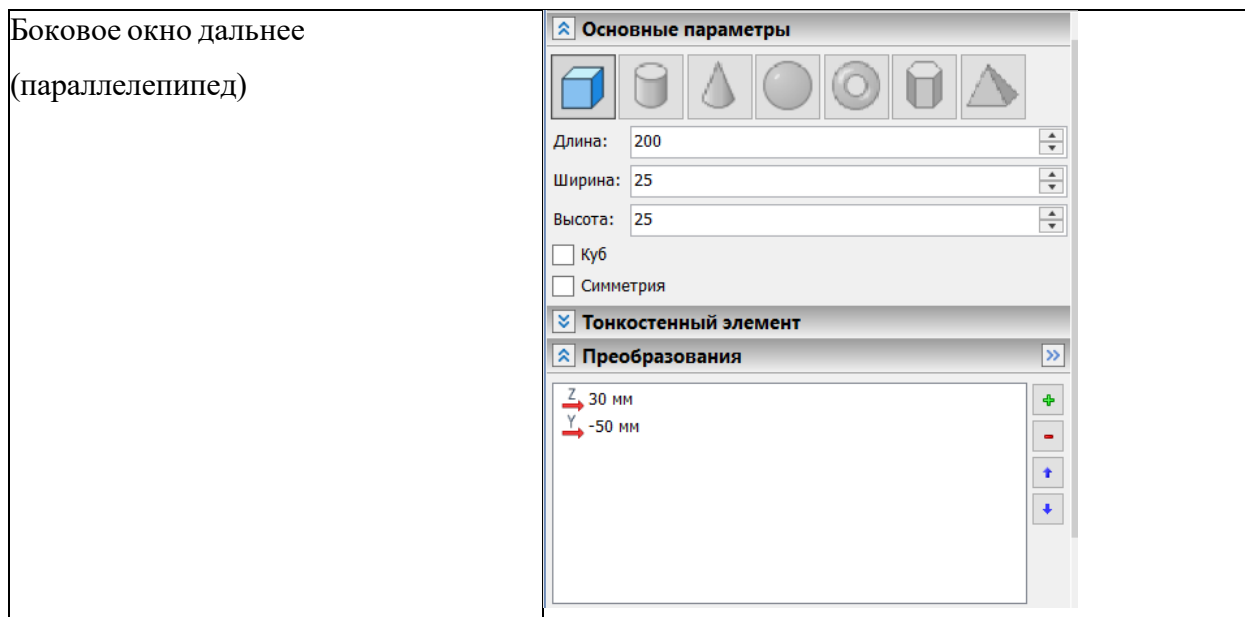
### Практическая работа. Строим дом с нуля.

Вставляем примитивы и либо вручную изменяем их параметры, либо прописываем в соответствии с таблицей.

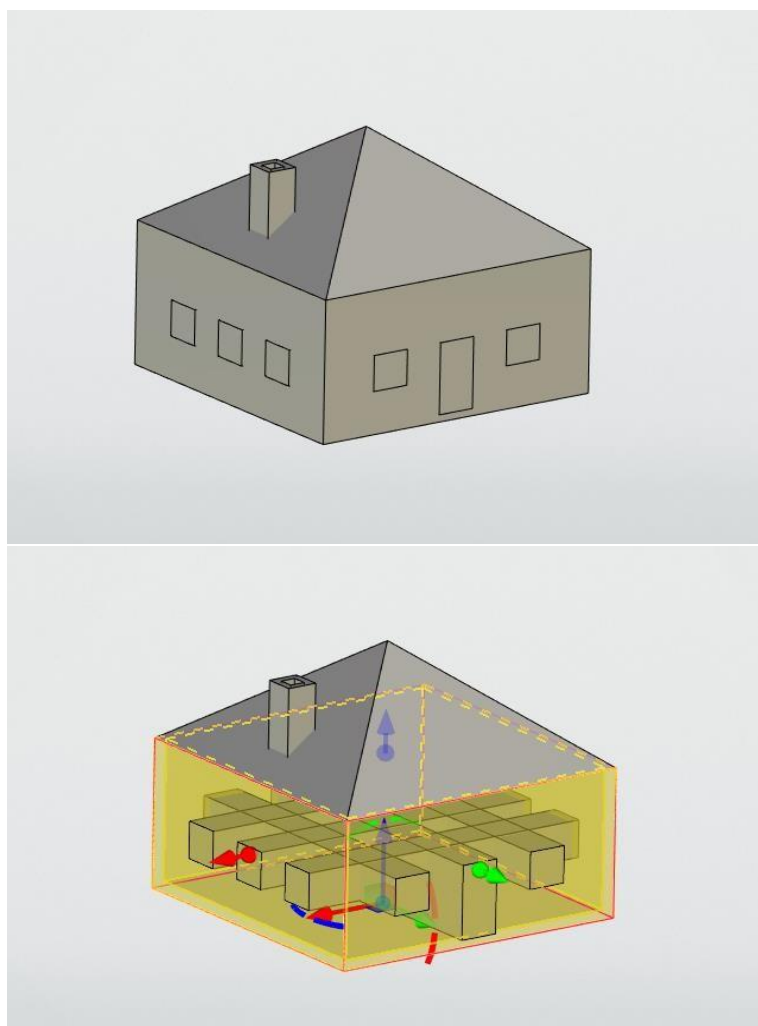
|                                                                                                                |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Основа дома (параллелепипед)</p> <p>Обращаем внимание на то, что строим тонкостенный элемент с донышком</p> |   |
| <p>Крыша дома (пирамида)</p>                                                                                   |  |

|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Труба на крыше (параллелепипед)                                                                                         |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 20</p> <p>Ширина: 20</p> <p>Высота: 70</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><b>Тонкостенный элемент</b></p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 90 мм</p> <p>X 70 мм</p>    |
| Дверь (параллелепипед). Обратить внимание на ширину, она имеет такой же размер, как основа дома (200)                   |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 25</p> <p>Ширина: 200</p> <p>Высота: 50</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><b>Тонкостенный элемент</b></p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 5 мм</p>                  |
| Левое окно (параллелепипед). Обратить внимание на то, что параметры окон будут отличаться только координатами по оси x. |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 25</p> <p>Ширина: 200</p> <p>Высота: 25</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><b>Тонкостенный элемент</b></p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 30 мм</p> <p>X 50 мм</p> |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Правое окно (параллелепипед)             |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 25</p> <p>Ширина: 200</p> <p>Высота: 25</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 30 мм</p> <p>X -50 мм</p> |
| Боковое окно (параллелепипед)            |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 200</p> <p>Ширина: 25</p> <p>Высота: 25</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 30 мм</p> <p>Y 50 мм</p> |
| Боковое среднее окно<br>(параллелепипед) |  <p><b>Основные параметры</b></p> <p>Длина: 200</p> <p>Ширина: 25</p> <p>Высота: 25</p> <p><input type="checkbox"/> Куб</p> <p><input type="checkbox"/> Симметрия</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Тонкостенный элемент</p> <p><b>Преобразования</b></p> <p>Z 30 мм</p>               |

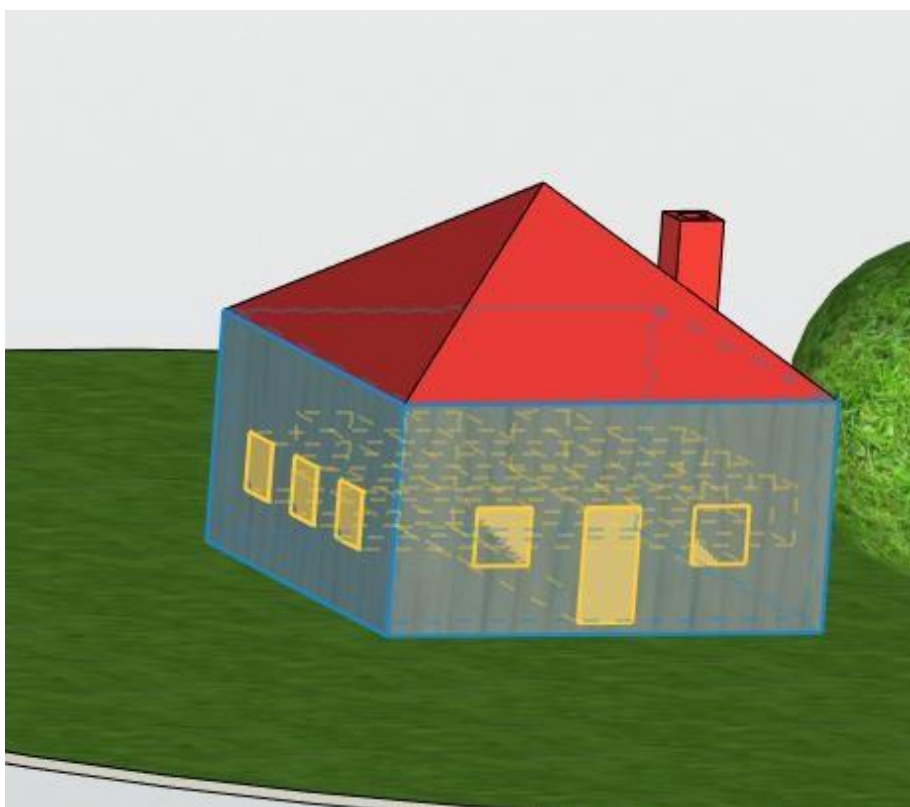
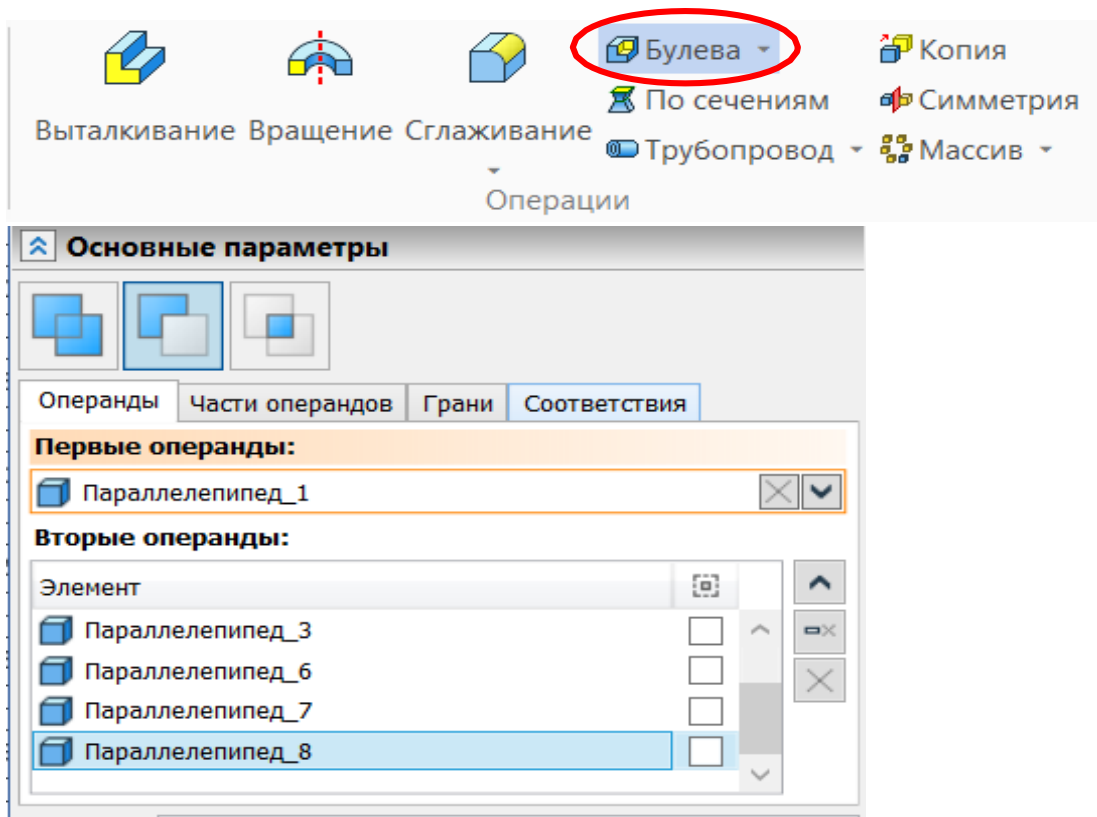


В результате проделанных операций получаем модель домика с параллелепипедами, которые будем использовать для построения проемов окон и дверей.:

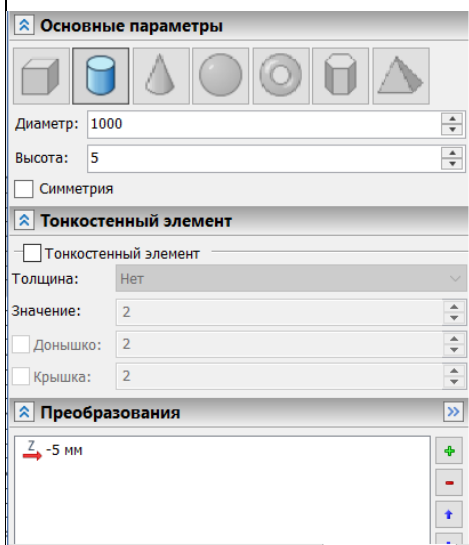
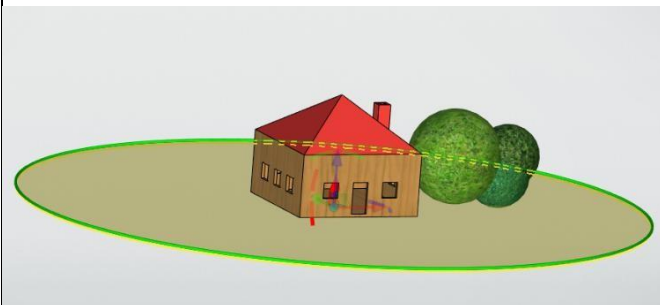


Применяем операцию «Булева» вычитания объектов из другого объекта, для этого выбираем

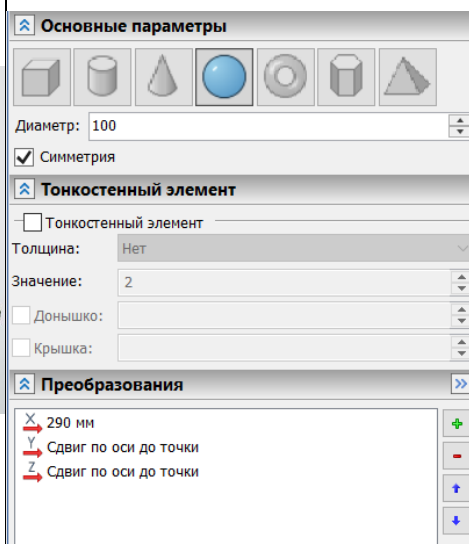
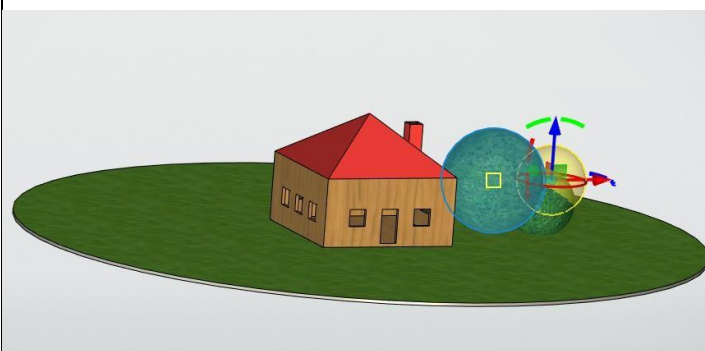
объект из которого будем вычитать (основу дома), затем выбираем вычитаемые объекты (окна и дверь) и применяем операцию.



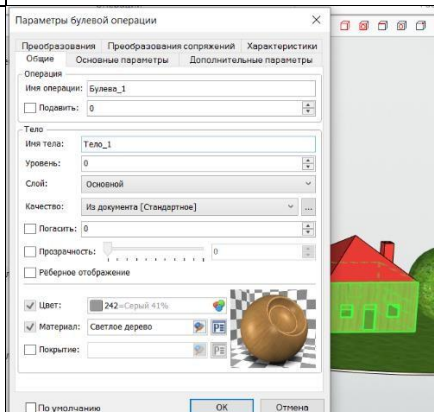
Строим основу под дом (тонкий цилиндр большого диаметра)



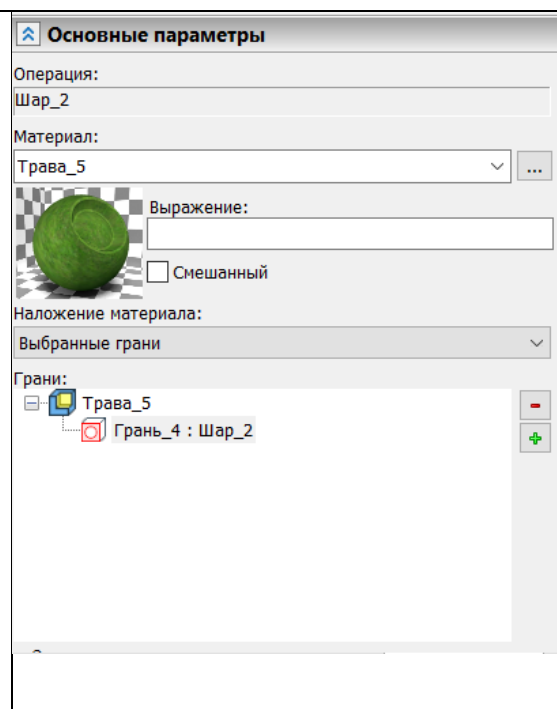
Создаем дополнительно произвольные шары-«кусты» при помощи примитивов «сфера»



Заканчиваем работу наложением текстуры и материалов на созданную композицию.  
Выбираем материал «светлое дерево» для основы домика



Для кустов и подставки под дом выбираем покрытие «трава»



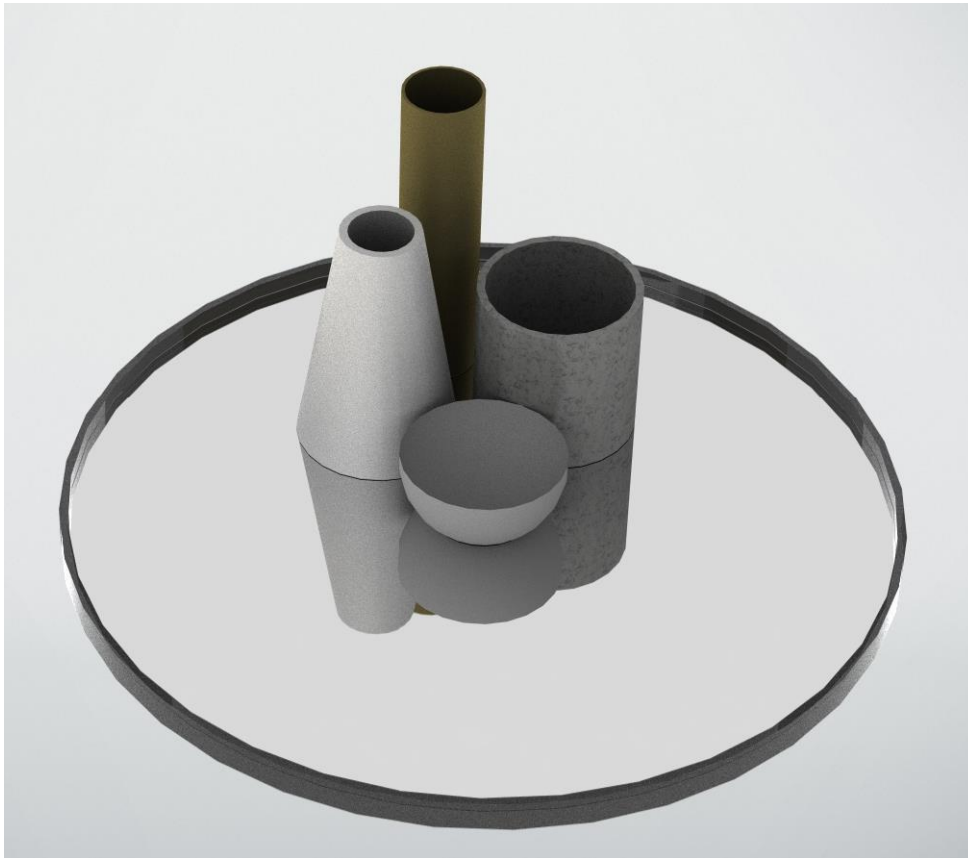
\*В качестве дополнительного задания предлагаем учащимся поработать с материалами и покрытием, самостоятельно подобрать необходимые текстуры.



## Урок 5. Булевы операции. Операция пересечения. Фотореализм.

### Чаша, Блюдо

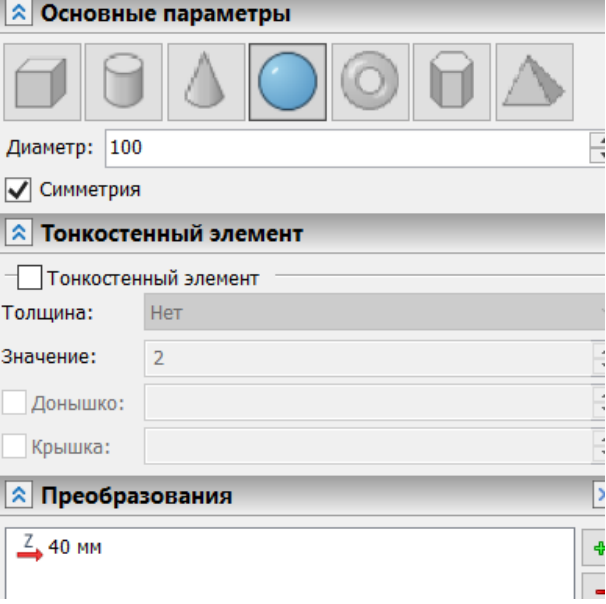
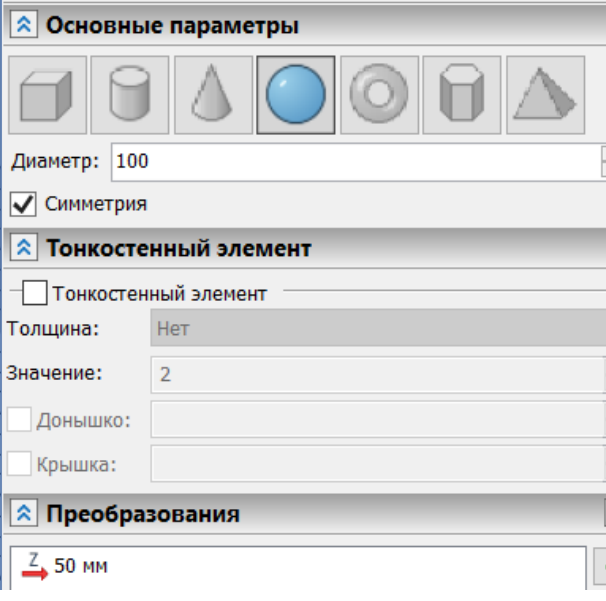
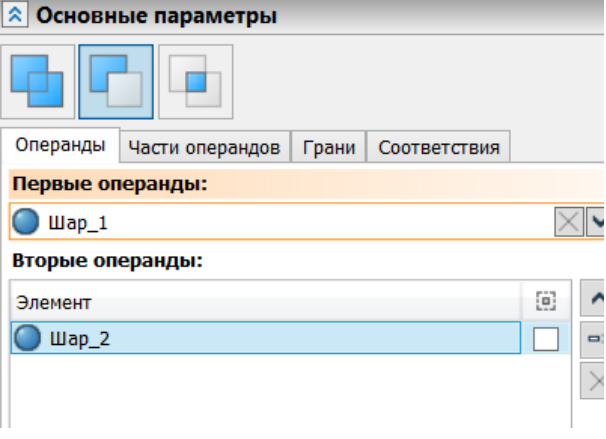
Модель «Реалистичный натюрморт»



1. Запустите T-Flex CAD и откройте файл посуда.grs (демонстрация на экране).
2. Покажите, как запустить T-Flex CAD ученикам на их компьютерах и как открыть файл посуда.
3. Напомните ребятам о возможностях булевой операции.
4. Попросите посмотреть на композицию и подумать где применяется в данном случае эта операция. Какие фигуры вычитаются друг из друга? (шары).
5. Расскажите о возможностях создания тонкостенных фигур.
6. Расскажите о возможностях создания фотореалистичного изображения и наложения текстур и материалов на формы.
7. Предложите посчитать, из скольких объектов состоит данная модель??  
(6 фигур) .
8. Обсудите, какие геометрические тела используются для построения данной модели?

(2 сферы, 3 цилиндра, 1 конус).

Практическая работа. Строим натюрморт с нуля. Вставляем примитивы в соответствии с параметрами таблицы.

|                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Строим первую шарообразную вазу (сфера)</p>                                     |    |
| <p>Вторая сфера</p>                                                                |   |
| <p>Применяем булеву операцию вычитания (из первой сферы вычитаем вторую сферу)</p> |  |

Строим цилиндрический поднос (цилиндр). Тонкостенный элемент с донышком.

**Основные параметры**

Диаметр: 500

Высота: 20

☐ Симметрия

**Тонкостенный элемент**

☒ Тонкостенный элемент

Толщина: Внутрь

Значение: 5

☒ Донышко: 10

☐ Крышка: 2

**Преобразования**

Z -10 мм

Строим вторую цилиндрическую вазу (цилиндр). Тонкостенный элемент с донышком.

**Основные параметры**

Диаметр: 100

Высота: 100

☐ Симметрия

**Тонкостенный элемент**

☒ Тонкостенный элемент

Толщина: Внутрь

Значение: 5

☒ Донышко: 5

☐ Крышка: 2

**Преобразования**

X 100 мм

Строим третью цилиндрическую вазу (цилиндр). Тонкостенный элемент с донышком.

**Основные параметры**

Диаметр: 50

Высота: 200

☐ Симметрия

**Тонкостенный элемент**

☒ Тонкостенный элемент

Толщина: Внутрь

Значение: 2

☒ Донышко: 2

☐ Крышка: 2

**Преобразования**

X 120 мм

Y 90 мм

Строим четвертую конусообразную вазу (цилиндр). Тонкостенный элемент.

**Основные параметры**

Диаметр 1: 50

☒ Высота: 150

☐ Угол: 9.462322208

☒ Диаметр 2: 100

☐ Симметрия

**Тонкостенный элемент**

☒ Тонкостенный элемент

Толщина: Внутрь

Значение: 5

☐ Донышко: 2

☐ Крышка: 2

**Преобразования**

X: 40 мм

Y: 90 мм

Назначаем материалы для ваз.  
Для шарообразной вазы назначаем материал «фарфор».

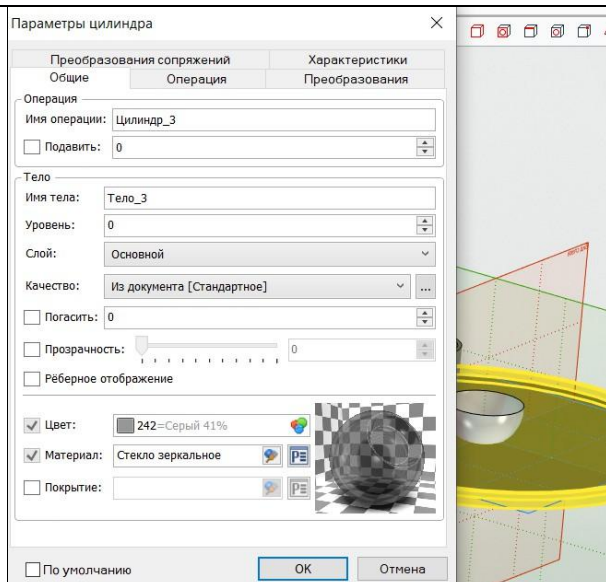
Параметры шара

| Преобразования сопряжений                               |          | Характеристики |
|---------------------------------------------------------|----------|----------------|
| Общие                                                   | Операция | Преобразования |
| Операция                                                |          |                |
| Имя операции: Шар_1                                     |          |                |
| <input type="checkbox"/> Подавить: 0                    |          |                |
| Тело                                                    |          |                |
| Имя тела: Тело_1                                        |          |                |
| Уровень: 0                                              |          |                |
| Слой: Основной                                          |          |                |
| Качество: Из документа [Стандартное]                    |          |                |
| <input type="checkbox"/> Погасить: 0                    |          |                |
| <input type="checkbox"/> Прозрачность: 0                |          |                |
| <input type="checkbox"/> Реберное отображение           |          |                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Цвет: 242=Серый 41% |          |                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Материал: Фарфор    |          |                |
| <input type="checkbox"/> Покрытие:                      |          |                |

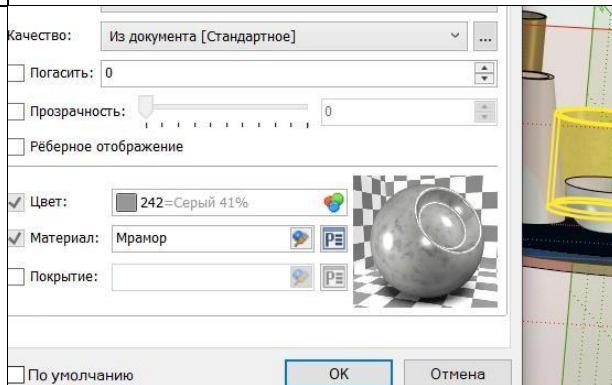
☐ По умолчанию

OK Отмена

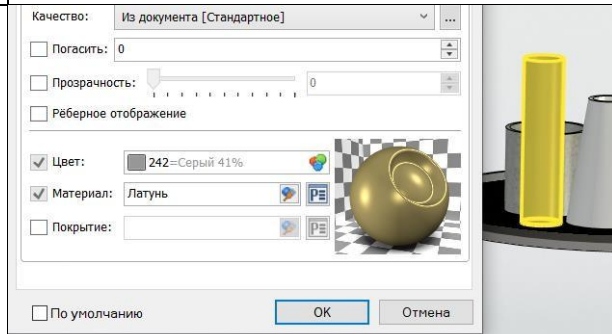
Для подноса назначаем материал «стекло зеркальное».



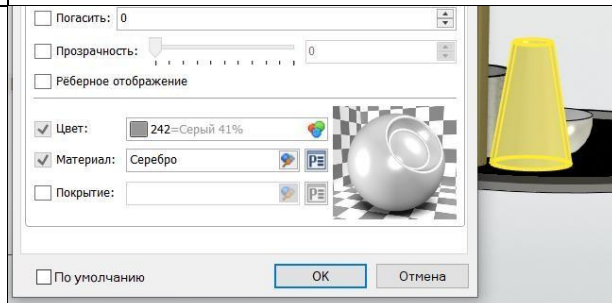
Для широкой цилиндрической вазы назначаем материал «мрамор».



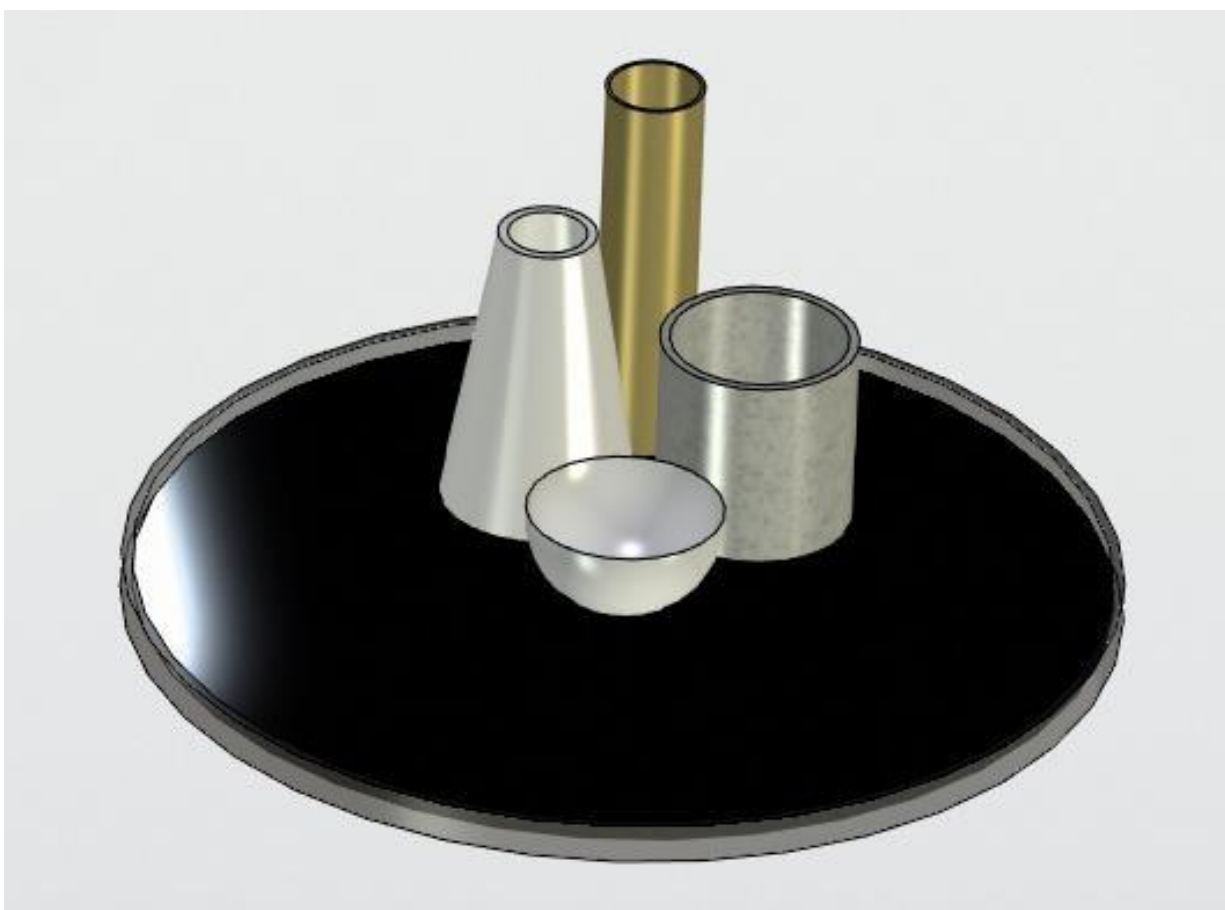
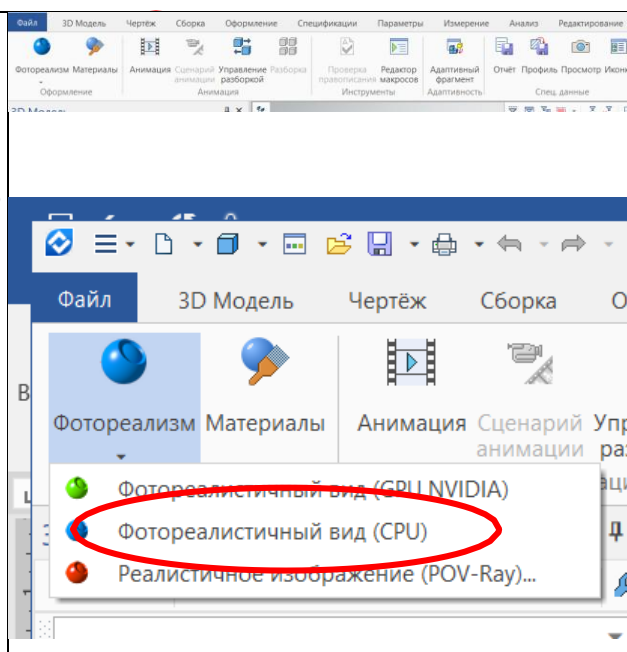
Для высокой цилиндрической вазы назначаем материал «латунь».



Для конусообразной вазы назначаем материал «серебро».



Для создания фотореалистичного изображения, открываем вкладку «Инструменты» выбираем операцию «Фотореализм».



Получаем фотореалистичный результат:

**Урок 6. Проектная деятельность. Разработка замысла и начало**

создания индивидуальной 3D-композиции

**Урок 7. Проектная деятельность. Создание и завершение индивидуальной 3D-композиции**

**Урок 8. Индивидуальная публичная защита проектов**

**Примеры проектных работ**

|                                                                                                                |                                                                                                                      |                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Перас.grs</a><br> | <a href="#">Цирк шапито.grs</a><br> | <a href="#">Цирк вариант 2.grs</a><br> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ссылки на файлы-модели, используемые в уроках.

- Урок 1 — [«Елочка»: цилиндр и семь конусов, перемещение вдоль оси Z, изменение размеров и окрашивание. \(елочка.grs\), \(пирамида.grs\)](#)
- Урок 2 — [«Снеговик»: размещение шаров по координатам, симметричные элементы, материалы. \(снеговик.grs\), \(снеговик.grs\),](#)
- Урок 3 — [«Юла»: цилиндр, конусы, пирамида, призма и тор; симметрия и булево объединение. \(юла.grs\)](#)
- Урок 4 — [«Домик»: параллелепипеды и пирамида; тонкостенный элемент; вычитание окон и двери; текстуры \(дом с окнами.grs\), \(промежуточный вариант домика - дом.grs\),](#)
- Урок 5 — [«Реалистичный натюрморт»: вычитание сфер, тонкостенные вазы, материалы и фотореализм. \(посуда.grs\)](#)