

**Практическое задание для заключительного этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по технологии 2023 года  
по 3D-моделированию и печати, 11 класс**

**Задание:** по предложенному образцу разработайте технический рисунок изделия, создайте 3D-модель изделия в системе автоматизированного проектирования (САПР), подготовьте проект для печати прототипа на 3D-принтере, распечатайте прототип на 3D-принтере, выполните чертежи изделия.

**Образец:** Модель динамической игрушки «Птица»



Рис.1 – Образец игрушки «Птица»

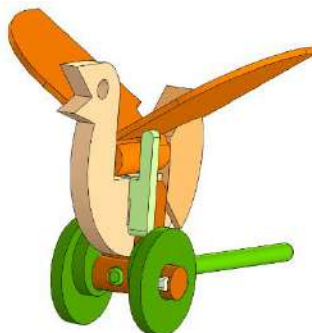


Рис.2 – Модель игрушки «Птица» с кулачковым механизмом

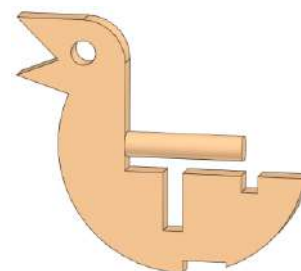


Рис.3 – Вариант детали «туловище» с осью

Динамические игрушки – интереснейшие и очень важные развивающие средства, особенно для детей. Они дают возможность играющему почувствовать собственное движение и его результат, попутно узнавая физические закономерности окружающего предметного мира. Предлагаем выполнить модель динамической игрушки по мотивам образа птицы – символа свободы и счастья в русском фольклоре. А движение её крыльев в данной модели демонстрирует принцип работы кулачкового механизма.

**Габаритные размеры изделия (в собранном состоянии):** не более 100×60×80 мм, не менее 60×40×50 мм.

**Прочие размеры и требования:**

- ✓ модель игрушки «Птица» состоит из туловища, опоры на колёсах и крыльев, закреплённых так, что при вращении колёс они приходят в движение (взмахи вверх-вниз), «оживляя» игрушку;
- ✓ контур модели не обязательно должен детально повторить очертания образца, достаточно выполнить узнаваемый образ птицы;
- ✓ колёса птицы оснащены кулачком (в данной модели это цилиндр со смещённым центром относительно оси колеса); кулачок при вращении колеса смещает толкатель, а тот, в свою очередь, то толкает крыло вверх, то отпускает вниз;
- ✓ крылья «Птицы» подвижно закреплены на туловище, могут свободно поворачиваться вверх и вниз на оси (см. вариант размещения оси на Рис.3); конструкцию крыльев, оси и крепления продумайте самостоятельно;

- ✓ туловище должно быть достаточно прочным, не гнуться под действием силы играющего, толщиной не менее 3 мм;
- ✓ хвост «Птицы» может служить фиксирующим элементом для крыльев на оси;
- ✓ опора с колёсами удерживает «Птицу» в вертикальном положении и соединяется с длинной рукояткой для толкания игрушки;
- ✓ по краю колёс следует выполнить рельефную равномерную насечку для лучшего сцепления с поверхностью при движении;
- ✓ способ подвижных креплений, размеры и дизайн частей спроектируйте самостоятельно, не отступая от названия изделия;
- ✓ в изделии не предполагается металлический крепёж, всё печатается на 3D-принтере; все детали должны плотно вставляться, не выпадать;
- ✓ распечатанные 3D-модели бывают довольно хрупки, поэтому для деталей изделия следует продумать форму, обеспечивающую достаточную прочность конструкции;
- ✓ при моделировании следует задать зазоры между деталями для свободной посадки, учитывая заданные габариты;
- ✓ результаты своей работы сверьте с критериями оценивания в проверочной таблице для экспертов (в конце задания).

#### **Дизайн:**

- ✓ используйте для моделей в САПР произвольные цвета, отличные от базового серого;
- ✓ неуказанные размеры и элементы дизайна выполняйте по собственному усмотрению;
- ✓ допустимо использовать конструктивные элементы, уменьшающие массу изделия при сохранении основных очертаний и функциональности;
- ✓ поощряется творческий подход к форме или украшению изделия, не ведущий к существенному упрощению задания; когда делаете намеренные конструктивные улучшения или украшения – опишите их явно на рисунке или чертеже изделия.

#### **Рекомендации:**

- При разработке модели следует учесть погрешность печати (при конструировании отверстий, пазов и выступов), не стоит делать элементы слишком мелкими.
- Отправляйте одну деталь на печать, пока работаете над следующей, экономьте время.
- Продумайте способ размещения модели в программе-слайсере и эффективность поддержек и слоёв прилипания, чтобы 3D-печать уложилась в отведённое время.
- Оптимальное время разработки модели – половина всего отведённого на практику времени, не забудьте про итоговые чертежи изделия! Не спешите, но помните, что верный расчёт времени поощряется.

## Порядок выполнения работы:

- 1) На листе чертёжной или писчей бумаги разработайте технический рисунок изделия (или деталей по отдельности) для последующего моделирования с указанием габаритных и иных наиболее важных размеров, подпишите лист своим персональным номером участника олимпиады;
- 2) Создайте личную папку в указанном организаторами месте (на рабочем столе компьютера или сетевом диске) с названием по шаблону:

Шаблон	Пример
<b>Zadanie_номер участника_rosolimp</b>	<b>Zadanie_v12.345.678_rosolimp</b>

- 3) Выполните электронные 3D-модели деталей изделия с использованием программы САПР, выполните модель сборки;
- 4) Сохраните в личную папку файл проекта в формате **среды разработки** (например, в Компас 3D это формат **m3d**) и в формате **STEP**. В многодетальном изделии в названия файлов-деталей и файла-сборки следует добавлять соответствующее название:

Шаблон <sup>1</sup>	Пример
<b>detalN_номер участника_rosolimp.тип</b>	<b>detal1_v12.345.678_rosolimp.m3d</b> <b>detal2_v12.345.678_rosolimp.m3d</b> <b>detal1_v12.345.678_rosolimp.step</b> <b>detal2_v12.345.678_rosolimp.step</b> <b>sborka_v12.345.678_rosolimp.a3d</b>

- 5) Экспортируйте электронные 3D-модели изделия в формат **.STL** также в личную папку, следуя тому же шаблону имени (пример: **detal1\_v12.345.678\_rosolimp.stl**);
- 6) Выполните скриншот сборки, демонстрирующий удачный ракурс модели в программе (захватите весь кран), сохраните его также в личную папку (пример: **sborka\_v12.345.678\_rosolimp.jpg**);
- 7) Подготовьте модель для печати прототипа на 3D-принтере в программе-слайсере (CURA, Polygon или иной), выставив необходимые настройки печати в соответствии с возможностями используемого 3D-принтера<sup>2</sup> **или особо указанными** организаторами; необходимость поддержек и контуров прилипания определите самостоятельно;
- 8) Выполните скриншоты деталей проекта в слайсере, демонстрирующие верные настройки печати, сохраните его также в личную папку (пример: **detal1\_v12.345.678\_rosolimp.jpg**);

<sup>1</sup> Вместо слова detal при именовании файлов допустимо использовать название своего изделия.

<sup>2</sup> Параметры печати по умолчанию обычно выставлены в программе-слайсере: модель 3D-принтера, диаметр сопла, температура печати, толщина слоя печати, заполнение и т.д., – но следует уточнить у организаторов.

- 9) Сохраните файл проекта для печати (G-код) в формате программы-слайсера, следуя всё тому же шаблону имени (пример: **detal1\_v12.345.678\_rosolimp.gcode**);
- 10) Перенесите подготовленные файлы в 3D-принтер, подготовьте и запустите 3D-печать прототипа;
- 11) В программе САПР **или** вручную на листе чертёжной или писчей бумаги оформите чертежи изделия (рабочие чертежи каждой детали, сборочный чертёж, спецификацию), соблюдая требования ГОСТ ЕСКД, в необходимом количестве взаимосвязанных проекций, с выявлением внутреннего строения, с проставлением размеров, оформлением рамки и основной надписи и т.д. (если выполняете чертежи на компьютере, сохраните их в личную папку в формате программы и в формате **PDF** с соответствующим именем);
- 12) Продемонстрируйте и сдайте организаторам все созданные материалы:
  - ✓ технический рисунок прототипа (выполненный от руки на бумаге);
  - ✓ личную папку с файлами 3D-модели в форматах **step, stl**, модель **в формате среды разработки, G-код** изделия в формате слайсера, **скриншоты** удачного ракурса сборки и настроек печати;
  - ✓ итоговые чертежи изделия в формате САПР и в PDF (распечатку электронных чертежей из формата PDF осуществляют организаторы);
  - ✓ распечатанный прототип изделия.

По окончании выполнения заданий не забудьте навести порядок на рабочем месте. Успешной работы!

Рекомендованные настройки 3D-печати (*выясните у организаторов: модель 3D-принтера, диапазон скоростей печати, толщина слоя, температура, иное...*):

## Критерии оценивания практической работы по 3D-моделированию (таблица заполняется экспертами)

<b>Критерии оценивания</b> Оценка складывается по наличию элементов, в пределах максимума		Макс. балл	Итого
<b>3D-моделирование в САПР</b>			
<b>1.</b>	<b>Технические особенности созданной участником 3D-модели</b>	<b>10</b>	
	✓ габаритные размеры всего изделия выдержаны (+1 балл, есть 1 несоответствие +0,5 балла, более – 0 баллов)		
	✓ очертания фигурки узнаваемые: «птица» (+1 балл)		
	✓ предложен вариант подвижного крепления крыльев к туловищу, чтобы они не выпадали (+0,5 балла)		
	✓ предложен вариант прочного крепления туловища на опоре (+0,5 балла)		
	✓ модель оснащена длинной рукояткой (+0,5 балла)		
	✓ толщина туловища не менее 3 мм (+0,5 балла)		
	✓ рельефная равномерная насечка на колёсах есть (+1 балл)		
	✓ конструкция позволяет верное движение частей (всё верно +1 балл, одно замечание +0,5 балла, более – 0 баллов)		
	✓ сборка выполнена верно (да +1 балл, частично +0,5 балла)		
	✓ между деталями запланированы зазоры, обеспечивающие свободу движения (+0,5 балла)		
	✓ цвета моделей отличаются от стандартного в САПР (+0,5 балла)		
	✓ сделан скриншот сборки (+0,5 балла)		
	✓ все модели или сборка сохранены в STEP-формат (+0,5 балла)		
	✓ файлы в папке именованы верно, по заданию (+1 балл)		
<b>2.</b>	<b>Сложность разработанной конструкции 3D-модели, модификация (форма, технические решения, трудоемкость)</b>	<b>3</b>	
	✓ имеется дополнительная конструктивная модификация относительно образца в задании, усложнение формы (+1 балл)		
	✓ имеется дополнительное украшение изделия (+1 балл)		
	✓ сделано текстовое описание модификации (+1 балл)		
<b>Подготовка проекта к 3D-печати</b>			
<b>3.</b>	<b>Файл командного кода для 3D-печати модели в программеслайсере (например, Cura, Polygon или иной)</b>	<b>3</b>	
	✓ G-коды всех деталей по заданию получены (+1 балл, без одной +0,5 балла, иначе 0 баллов)		
	✓ сделаны скриншоты, демонстрирующие учёт рекомендаций настройки печати (+1 балл)		
	✓ все созданные файлы грамотно именованы (+1 балл)		
<b>4.</b>	<b>Эффективность размещения изделия:</b>	<b>2</b>	
	✓ все модели оптимально ориентированы с точки зрения процесса печати и прочности конструкции (+1 балл, есть одно неудачное решение +0,5 балла, несколько – 0 баллов)		
	✓ выбор наличия или отсутствия поддержек и слоя прилипания («юбки») в проекте прототипа сделан грамотно (+1 балл, есть одно неудачное решение +0,5 балла, несколько – 0 баллов)		

<b>Критерии оценивания</b> Оценка складывается по наличию элементов, в пределах максимума		<b>Макс. балл</b>	<b>Итог</b>
<b>Оценка распечатанного прототипа</b>			
<b>5. Прототип изделия (деталей)</b>		<b>7</b>	
✓ туловище распечатано (+1 балл)			
✓ крылья распечатаны (все +1 балл, не все +0,5 балла)			
✓ колёса распечатаны (все +1 балл, не все +0,5 балла)			
✓ опора, толкатель и рукоятка распечатаны (все +1 балл, не все +0,5 балла)			
✓ предложенный способ креплений работает, не разваливается (всё прочно +1 балл, есть недочёт +0,5 балла, более – 0 баллов)			
✓ изделие собирается верно, подвижность есть (все +1 балл, не все +0,5 балла, неверно – 0 баллов)			
✓ прототип зачищен аккуратно, поддержки и кайма сняты (все +1 балл, не все +0,5 балла, более половины не снято – 0)			
<b>Графическое оформление задания</b>			
<b>6. Предварительный технический рисунок на бумаге</b>		<b>2</b>	
✓ на рисунке изображены все конструктивные детали, есть габаритные размеры изделия (всё +1 балл, частично +0,5)			
✓ выдержаны пропорции между деталями (+1 балл)			
<b>7. Итоговые чертежи (на бумаге или в электронном виде):</b>		<b>8</b>	
✓ выполнены и верно сохранены (в формате САПР и PDF) чертежи всех деталей задания и сборочный чертёж (все +1 балл, частично +0,5 балла, менее половины 0 баллов)			
✓ выполненные на чертежах построения и рамка соответствуют ГОСТ (+1 балл, есть замечания +0,5 балла, не ГОСТ – 0 баллов)			
✓ имеется необходимое количество видов в проекционной взаимосвязи (все чертежи +1 балл, не все +0,5 балла)			
✓ имеется аксонометрия (+1 балл)			
✓ верно выполнен разрез или сечение, выявляющие внутреннее строение деталей, с размерами (верно +1 балл, частично +0,5)			
✓ имеется спецификация сборки, указаны соответствующие позиции на сборочном чертеже (всё +1 балл, частично +0,5)			
✓ осевые линии и размеры нанесены верно (все +1 балл, частично +0,5 балла, более 5 замечаний – 0 баллов) *На контуре сложной формы допустима расстановка не всех размеров			
✓ есть форматная рамка, оформлена основная надпись (на всех чертежах +1 балл, не на всех +0,5 балла)			
<b>Общая характеристика работы</b>			
<b>Итого:</b>		<b>35</b>	

Эксперты: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_