



Программа профессиональной подготовки и профориентации школьников

III Национальный чемпионат JuniorSkills  
в рамках Финала V Национального чемпионата  
«Молодые профессионалы WorldSkills Russia»  
Краснодар 2017

**Конкурсное задание**

по компетенции:

**ПРОТОТИПИРОВАНИЕ**

Возрастная категория 14+

**«Разработка и прототипирование редуктора  
цилиндрического двухступенчатого с храповым  
механизмом антиреверса»**

*Время на выполнение задания – 12 часов*

Утверждаю: главный эксперт  
JuniorSkills

\_\_\_\_\_

/Кузьмин К. В./

Согласовано: технический директор  
JuniorSkills

\_\_\_\_\_

/Абрамовский А.Л./

## **Порядок выполнения задания и общие требования к выполнению:**

- 1.** Внимательно ознакомиться с предложенным заданием, а также с предлагаемыми критериями оценки и правилами оценивания работы.
- 2.** В том случае, если задание включает в себя работу с готовыми деталями (их копирование или изготовление ответных частей), необходимо:
  - 2.1.** Выполнить необходимые замеры и нарисовать эскизы с простановкой размеров (в количестве достаточном для воспроизведения деталей в 3D-редакторе). Эскиз выполняется с соблюдением требований ЕСКД и может подлежать сдаче как оцениваемый.
  - 2.2.** Создать 3D-модели деталей в соответствии с требованиями задания.
  - 2.3.** Проверить правильность выполнения пункта 2.2, после чего осуществить экспорт модели в формат STL.
  - 2.4.** Осуществить печать разработанной детали.
  - 2.5.** Создать чертёж детали согласно требованиям ЕСКД.
- 3.** В том случае, если задание включает в себя получение необходимых размеров детали путём расчёта:
  - 3.1.** провести необходимые расчёты опираясь на входные данные (в качестве входных данных могут быть: межосевые расстояния, модули зубьев, ширина зацепления и т.п.); расчёт производить в соответствующем модуле САД-программы (генератор передач);
  - 3.2.** создать 3D модель шестерни (малое колесо передачи);
  - 3.3.** дополнить модель посадочным отверстием соответствующего диаметра для посадки на вал редуктора;
  - 3.4.** создать 3D модель колеса (большое колесо передачи);
  - 3.5.** дополнить модель посадочным отверстием соответствующего диаметра для посадки на вал редуктора;
  - 3.6.** осуществить печать разработанной детали.
  - 3.7.** Создать чертёж детали согласно требованиям ЕСКД.
- 4.** Во всех случаях необходима механическая обработка созданных деталей. Обработку производить аккуратно, согласно допускам и прочим, регламентирующим значениям и документам.
- 5.** Сборка механизма и проверка его действия является заключительным этапом и целью работы. Сборка осуществляется аккуратно, без применения излишних усилий. Движущиеся части должны работать без заеданий и излишних люфтов.

## **Описание возможного варианта конкурсного задания**

Заданием является изготовление редуктора двухступенчатого с храповым механизмом антитеверса.

Корпус редуктора выполнен из двух частей: картера и крышки. Оси валов лежат на линии разъёма корпуса редуктора. Картер редуктора имеет прилив для установки храпового механизма и крепёжные проушины. Крышка редуктора имеет смотровой лючок закрытый крышкой крепящейся на саморезах и вырез для наблюдения за работой храпового механизма. Детали корпуса соединяются между собой метрическими крепёжными деталями.

В данном редукторе используются три вала: входной, промежуточный и выходной, установленные на подшипники. Подшипники используются разные, от малых к большим, по степени увеличения рабочих нагрузок. Рабочий конец входного вала имеет коническую посадку для установки приводной рукоятки. Рабочий конец выходного вала также имеет коническую посадку. Для предотвращения осевых перемещений зубчатых колёс на валах с одной стороны предусмотрены буртики, а с другой необходимо дополнить конструкцию зубчатых колёс элементами обеспечивающими упор во внутренние кольца подшипников.

Подшипники закрыты крышками, которые, в местах выхода валов, имеют отверстия. Крышки подшипников первичного и промежуточного валов имеют лыски для обеспечения возможности их совместной установки на корпусе редуктора. Крышки крепятся к приливам корпуса редуктора. Размеры крышки должны быть таковы, чтобы предотвратить осевое перемещение вала, а также рационально разместить головки крепёжных элементов (без свеса головки болта или самореза, а также без значительного пустого поля за головками болтов). Внешний диаметр крышки должен соответствовать внешнему диаметру приливов, посадка крышки соответствует внешнему посадочному диаметру подшипника. Поскольку крышки разных валов отличаются только размерами и незначительными конструктивными изменениями, то при моделировании в САПР их желательно сделать как одну параметрическую деталь. Данный способ построения можно представить как оцениваемый.

Храповой механизм представляет собой храповое колесо с произвольным количеством зубьев установленное на выходном валу и собачку, установленную на приливе картера корпуса редуктора. Пружина собачки храпового механизма прижимает язычок собачки к храповому колесу, и одновременно удерживает собачку на месте. Пружина также печатается на принтере.

Количество зубьев храпового колеса необходимо рассчитать из условия срабатывания храпового механизма при повороте приводной рукоятки в обратную сторону не более чем на половину оборота. Высоту зуба храпового колеса принять 2.5 – 3 мм. Диаметр храпового колеса по вершинам зубьев необходимо назначить таким, чтобы оставался зазор в 2 мм между храповым колесом и зубчатым колесом первой ступени редуктора. Собачку храпового

механизма моделировать в среде сборки. Рабочий язычок собачки сделать совпадающим с профилем впадины между зубьями храпового колеса.

При проектировании непосредственно зубчатых передач необходимо воспользоваться соответствующими встроенными модулями САПР (генератор зубчатых передач). Они позволяют быстро и точно спроектировать зубчатые передачи с последующей автоматической генерацией 3D моделей зубчатых колёс с правильной геометрией зацепления зубьев. После получения 3D моделей их надо будет дополнить посадочными отверстиями, шпонками и иными конструктивными элементами необходимыми для предотвращения осевого смещения зубчатых колёс. Шпонку изготавливать как одно целое с шестернёй.

При печати на 3D принтере надо учитывать погрешность принтера и вводить поправки на необходимые размеры. Это технологическая задача.

Валы изготавливаются на 3D принтере. Необходимо решить ещё одну технологическую задачу: получение идеального тела вращения и обеспечение переходов диаметров для получения буртиков и заплечиков. Для решения этой задачи допускается вносить конструктивные изменения в конструкцию самих валов и в конструкцию сопрягаемых деталей.

Для обеспечения передачи крутящего момента шестерни фиксируются от проворота на валу с помощью шпонок печатаемых как одно целое с зубчатыми колёсами. Валы печатаются уже со шпоночными пазами на 3D принтере.

Построение редуктора необходимо начинать с создания зубчатых передач, валов и моделей подшипников. На основании их габаритов строится корпус редуктора. Построение корпуса редуктора идёт изнутри наружу: для определения габаритов внутренней полости корпуса редуктора необходимо оставить зазоры между зубчатыми колёсами и стенкой корпуса не менее 3 мм. Толщину стенки принять 5 мм. Приливы для соединения элементов корпуса друг с другом и для крепления редуктора к основанию сделать толщиной 6 мм. Ширина приливов должна быть достаточна для размещения головок винтов и гаек с учётом скруглений.

Для проверки редуктора в работе необходимо построить приводную рукоятку. Она надевается на конический рабочий конец входного вала и удерживается за счёт конической посадки.

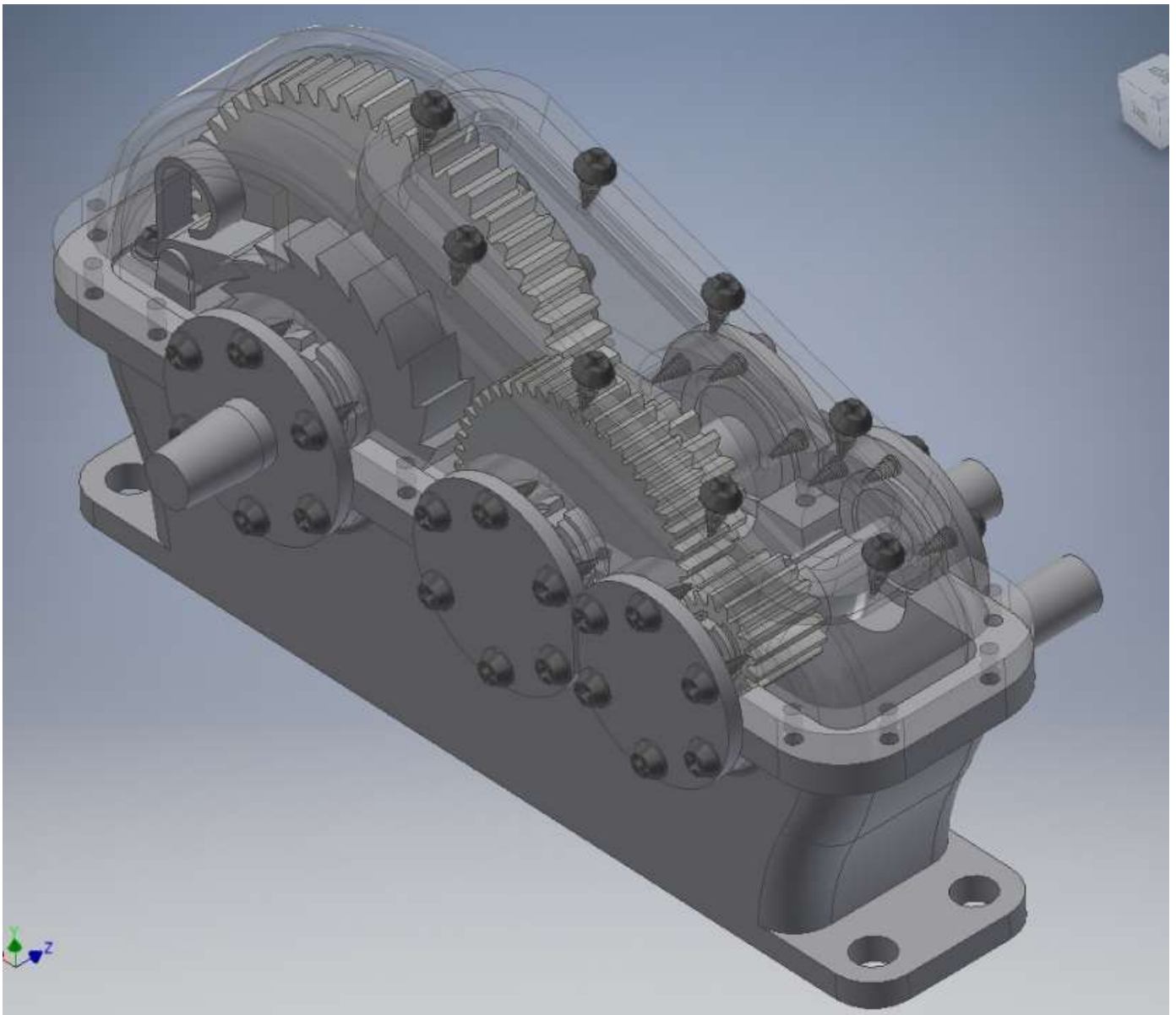
В качестве входных данных для проектирования предлагаются:

- Образец примерного внешнего конечного вида проектируемого устройства (рис. 1);
- данные для проектирования зубчатых передач
  - 1-я ступень: передаточное отношение 3, межосевое расстояние 40 мм;
  - 2-я ступень: передаточное отношение 5, межосевое расстояние 60 мм;

- подшипники;
- комплект крепежных деталей;
- чертежи – образцы для понимания конструкции отдельных деталей;
- чертежи изготавливаемых деталей.

Участникам необходимо спроектировать все ступени зубчатой передачи, выполнить построение 3D модели, изготовить прототипы деталей, собрать конструкцию, проверить её работоспособность.

Редуктор цилиндрический двухступенчатый с храповым механизмом антитеверса и приводной рукояткой.



## Основные элементы задания

### Проектирование и прототипирование шестерни быстроходной ступени редуктора.

Участникам необходимо создать физический прототип шестерни быстроходной ступени редуктора по предоставленным исходным данным.

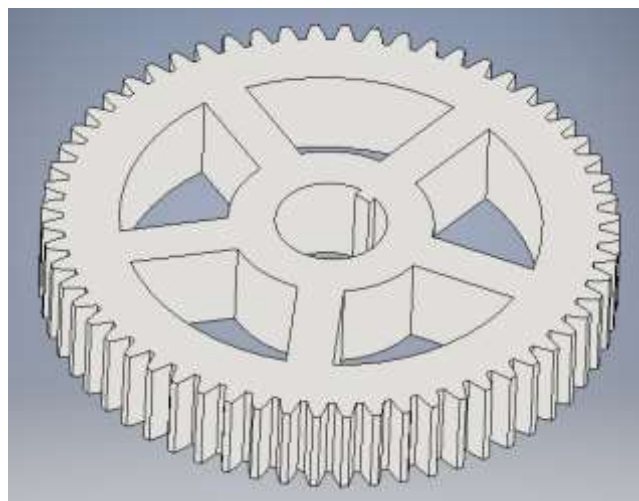
Построить 3D-модель шестерни с добавленными посадкой на вал и шпоночным пазом, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### Проектирование и прототипирование колеса быстроходной ступени редуктора.

Участникам необходимо создать физический прототип колеса быстроходной ступени редуктора по предоставленным исходным данным.

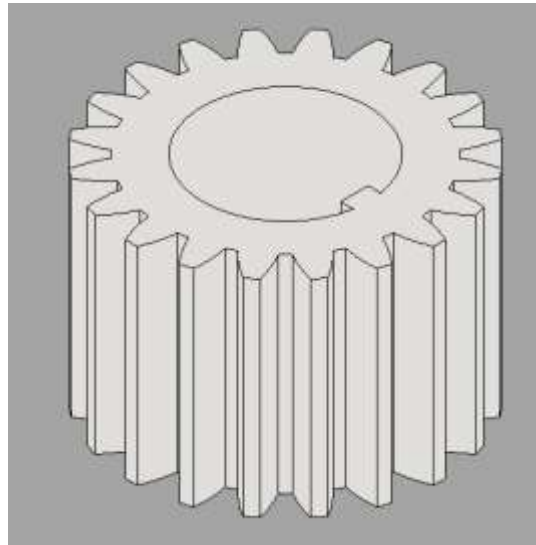
Построить 3D-модель шестерни с добавленными посадкой на вал и шпоночным пазом, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Проектирование и прототипирование шестерни тихоходной ступени редуктора.**

Участникам необходимо создать физический прототип шестерни тихоходной ступени редуктора по предоставленным исходным данным.

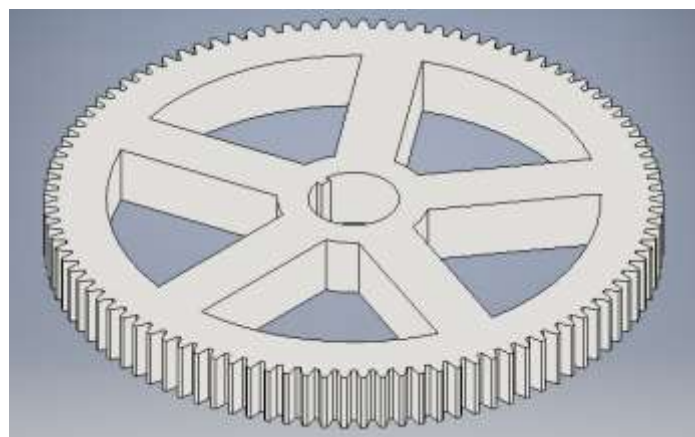
Построить 3D-модель шестерни с добавленными посадкой на вал и шпоночным пазом, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Проектирование и прототипирование колеса тихоходной ступени редуктора.**

Участникам необходимо создать физический прототип колеса тихоходной ступени редуктора по предоставленным исходным данным.

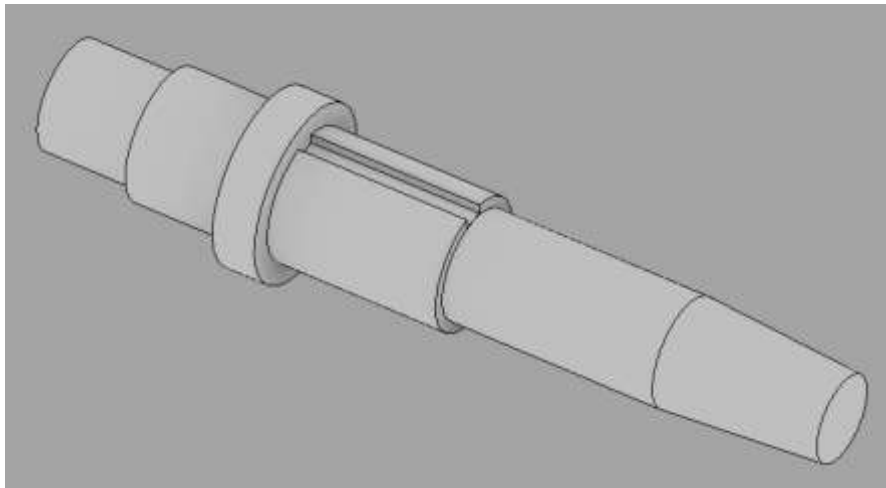
Построить 3D-модель шестерни с добавленными посадкой на вал и шпоночным пазом, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Проектирование и прототипирование первичного (входного) вала редуктора.**

Участникам необходимо создать первичный вал редуктора по предоставляемому чертежу. Осуществить конструкторско-технологические изыскания для успешного создания вала в материале.

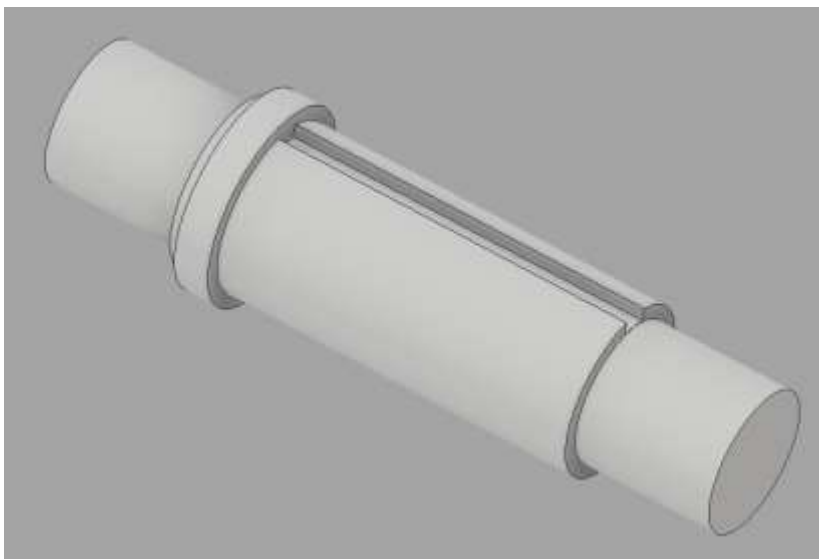
По 3D модели вала подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Проектирование и прототипирование промежуточного вала редуктора.**

Участникам необходимо создать промежуточный вал редуктора по предоставляемому чертежу. Осуществить конструкторско-технологические изыскания для успешного создания вала в материале.

По 3D модели вала подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.

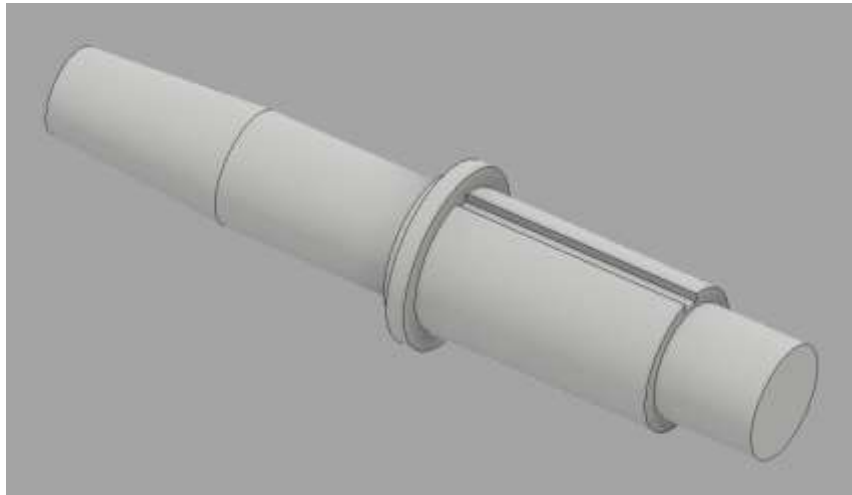




### **Проектирование и прототипирование выходного вала редуктора.**

Участникам необходимо создать выходной вал редуктора по предоставляемому чертежу. Осуществить конструкторско-технологические изыскания для успешного создания вала в материале.

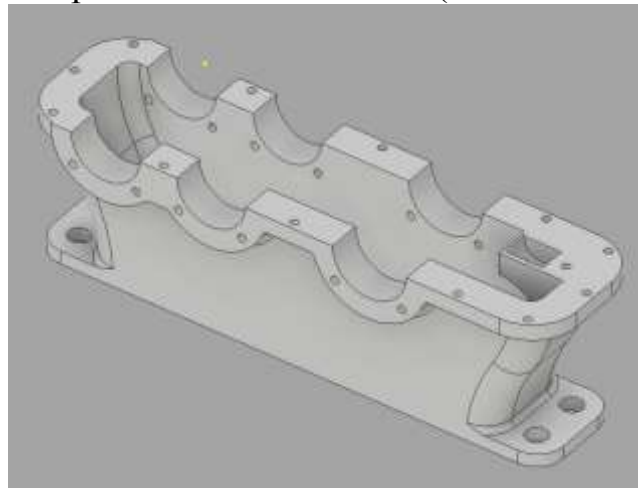
По 3D модели вала подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Проектирование и прототипирование картера корпуса редуктора.**

Участникам необходимо создать физический прототип картера корпуса редуктора

Для этого необходимо работать в уже созданной сборке редуктора в программной среде и построение крышки производить в сборке методом «сверху вниз» (т.е. детали создаются в среде сборки). Это позволит точно создать картер корпуса редуктора и остальные детали. Ширина и толщина фланца для соединения картера и крышки корпуса должна быть достаточна для размещения крепёжных элементов. Предусмотреть прилив для установки собачки и пружины храпового механизма (отдельный элемент прилива –



посадка собачки, предоставляется на чертеже полностью образмеренным).

Для задания необходимого направления в проектировании участникам выдаётся эскизный чертёж детали.

Построить 3D-модель картера корпуса редуктора, подготовить задание на печать, напечатать деталь, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.

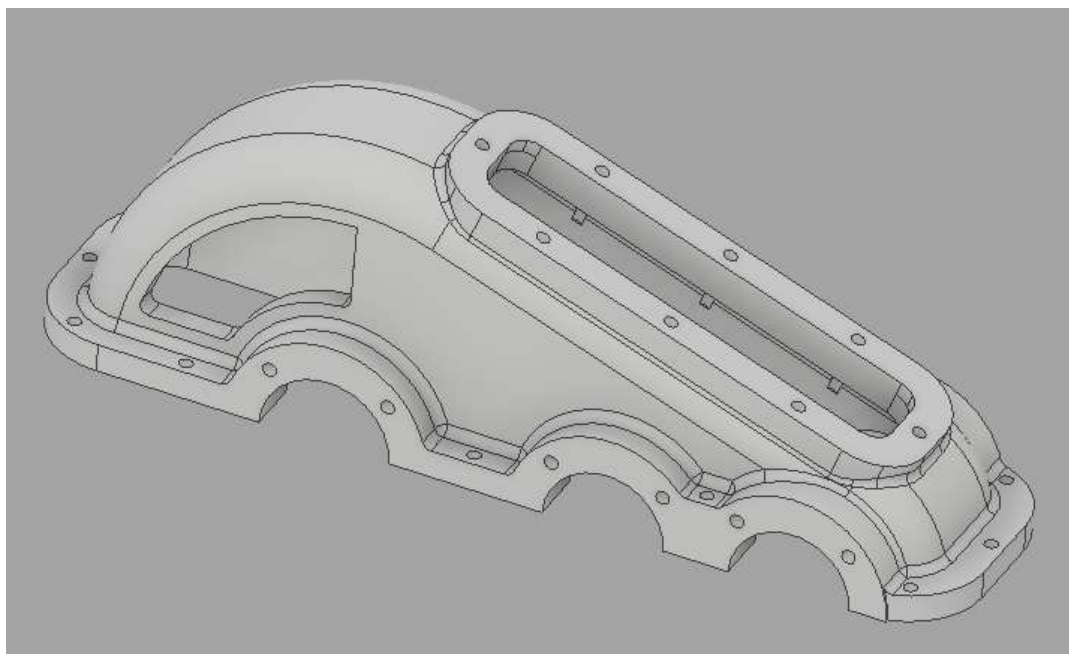
### **Проектирование и прототипирование крышки корпуса редуктора.**

Участникам необходимо создать физический прототип крышки корпуса редуктора.

Для этого необходимо работать в уже созданной сборке редуктора в программной среде и построение крышки производить в сборке методом «сверху вниз» (т.е. детали создаются в среде сборки). Ширина и толщина фланца для соединения крышки и картера корпуса, а также фланца для крепления смотрового лючка, должна быть достаточна для размещения крепёжных элементов.

Размеры проёма смотрового лючка должны предоставлять хороший обзор зацепления зубьев обеих ступеней зубчатой передачи, но не влиять на прочность конструкции крышки и работоспособность механизма.

Для создания возможности наблюдать за работой храпового механизма в крышке редуктора, в месте установки собачки необходимо сделать вырез в корпусе. Вырез должен предоставлять хороший обзор храпового механизма, быть стилистически обоснованным (эстетика в стиле конструкции редуктора) и не влиять на работоспособность редуктора.



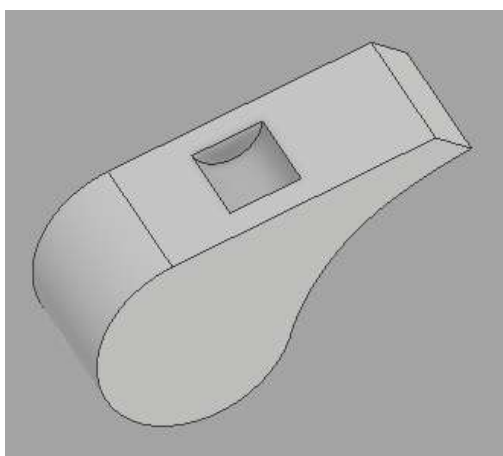
Для задания необходимого направления в проектировании, участникам выдаётся эскизный чертёж детали.

Построить 3D-модель крышки корпуса редуктора, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.

### **Прототипирование собачки храпового механизма.**

Участникам необходимо создать физический прототип собачки храпового механизма по предоставляемому чертежу.

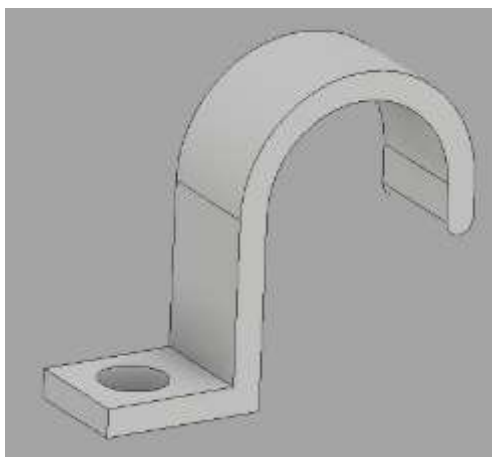
Построить 3D модель собачки храпового механизма, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование пружины собачки храпового механизма.**

Участникам необходимо создать физический прототип пружины собачки храпового механизма по предоставляемому чертежу.

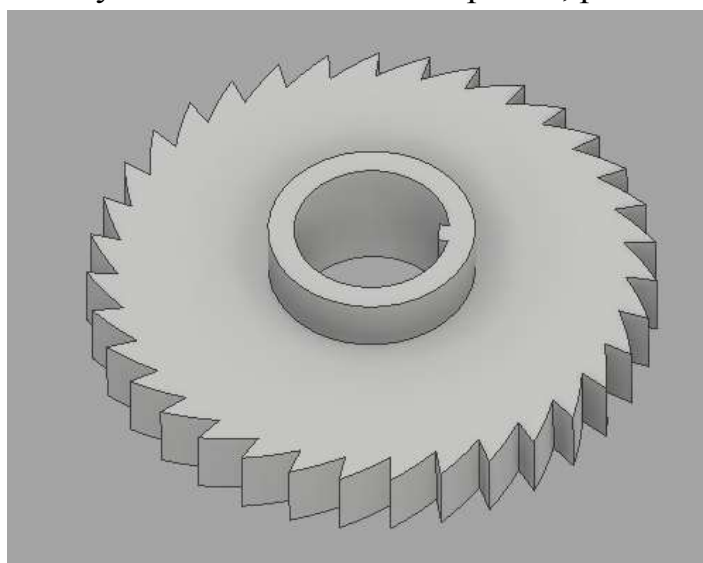
Построить 3D модель собачки храпового механизма, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование храпового колеса.**

Участникам необходимо создать физический прототип храпового колеса. Диаметр колеса по вершинам зубьев должен быть таким, чтобы оно дне задевало колесо быстроходной ступени и прилив на картере корпуса. Обеспечить зазор 1 – 3 мм между зубьями храпового колеса и ближайшей к ним детали. Количество зубьев произвольное, при этом расстояние между вершинами соседних зубьев должно находиться в пределах 6 – 8 мм.

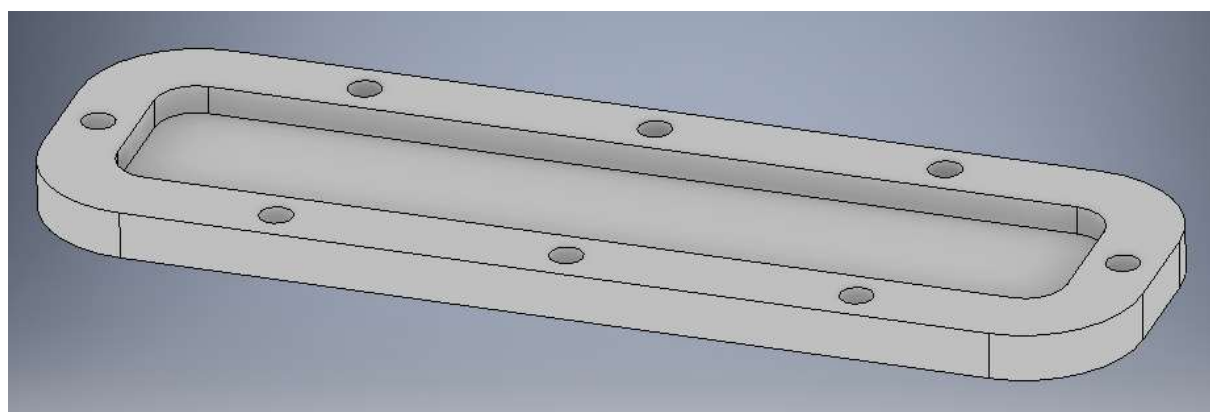
Построить 3D модель храпового колеса, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование крышки смотрового лючка редуктора.**

Участникам необходимо создать физический прототип крышки смотрового лючка.

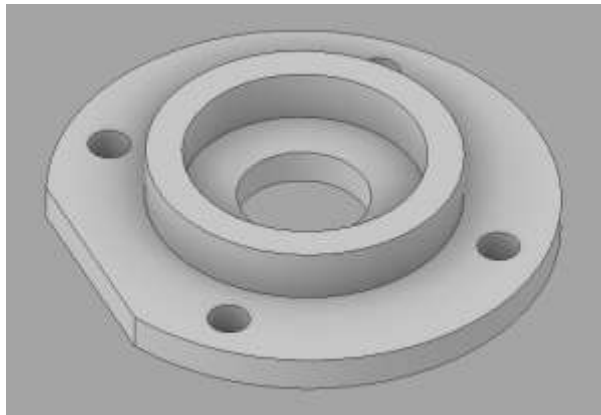
В среде сборки, используя в качестве основы крышку редуктора построить 3D модель крышки смотрового лючка, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование сквозной крышки подшипников входного вала.**

Участникам необходимо создать сквозную крышку подшипников входного вала. Она закрывает подшипник со стороны рабочего конца входного вала. Проектирование крышки производить в среде общей сборки редуктора.

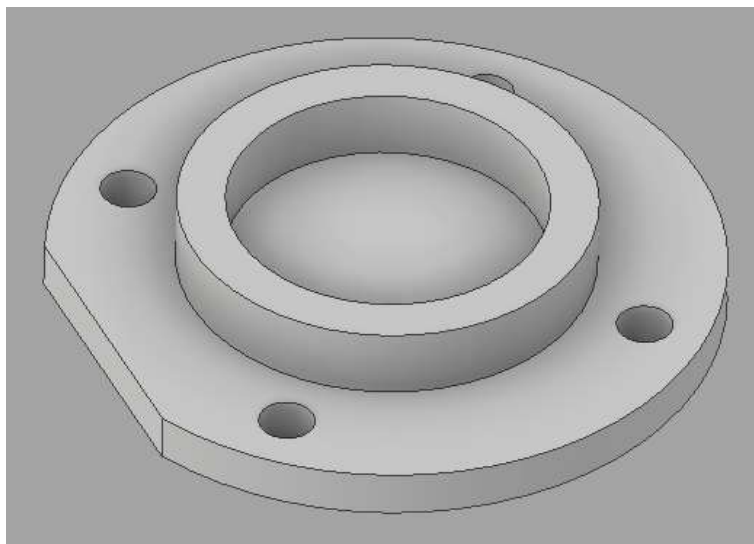
Построить 3D модель крышки, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование глухой крышки подшипников входного и промежуточного валов.**

Участникам необходимо создать глухую крышку подшипников входного и промежуточного валов. Проектирование крышки производить в среде общей сборки редуктора.

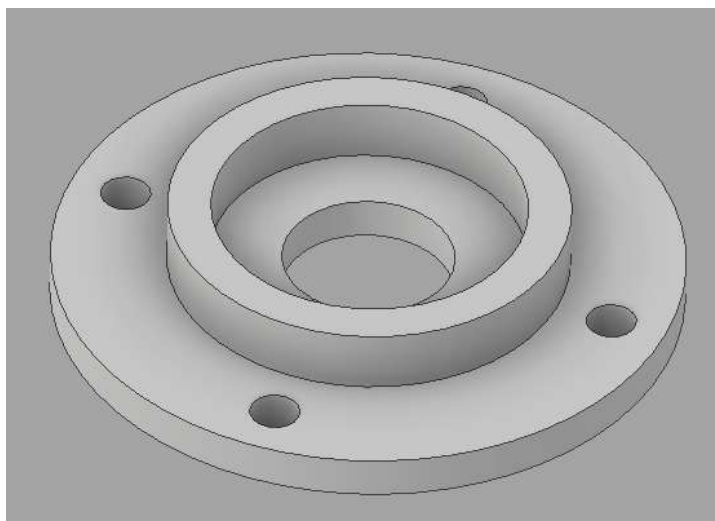
Построить 3D модель крышки, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование сквозной крышки подшипников выходного вала.**

Участникам необходимо создать сквозную крышку подшипников выходного вала. Она закрывает подшипник со стороны рабочего конца выходного вала. Проектирование крышки производить в среде общей сборки редуктора.

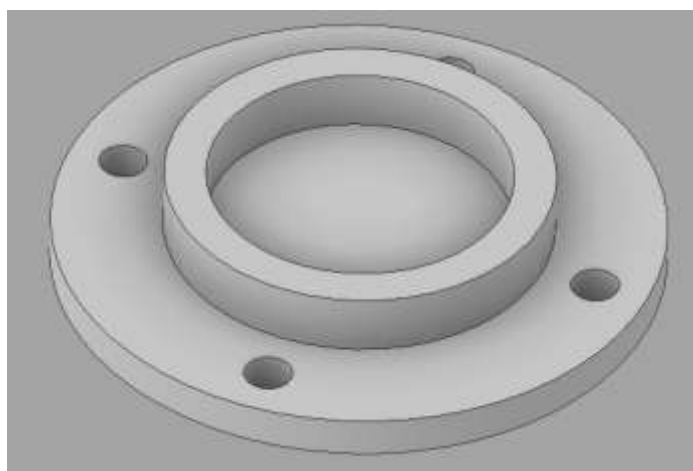
Построить 3D модель крышки, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование глухой крышки подшипников выходного вала.**

Участникам необходимо создать глухую крышку подшипников выходного вала. Проектирование крышки производить в среде общей сборки редуктора.

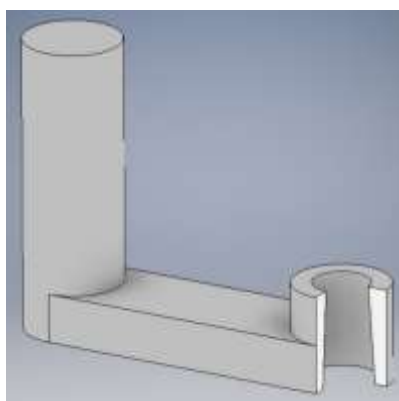
Построить 3D модель храпового колеса, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж.



### **Прототипирование приводной рукоятки.**

Участникам необходимо создать физический прототип приводной рукоятки.

В среде сборки, используя в качестве основы рабочий (конический) конец быстроходного вала построить 3D модель приводной рукоятки, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, оформить чертёж в соответствии с ЕСКД, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж. Размер между осями посадочной части и ручки должен быть таким, чтобы обеспечивать беспрепятственное вращение механизма при установке редуктора на поверхность стола.



#### **Прочие детали**

Подшипники, элементы крепежа предоставляются участникам в достаточном для сборки готового устройства количестве.

Описанные выше задания **считаются полностью выполненными**, если участник может предоставить изготовленные им детали, удовлетворяющие всем предъявленным в выданном участнику задании требованиям, а также всю разработанную им в процессе проектирования техническую документацию, включая эскизы на бумаге, файлы 3D-моделей (в формате используемой САПР и формате STL), а также задания для печати (G-code).

#### **Сборка и пробный запуск устройства**

Участникам необходимо собрать устройство, опираясь на иллюстрации, текстовые пояснения и опыт, полученный в процессе проектирования отдельных деталей в рамках конкурсного задания. В том случае, если по техническим причинам участники не смогли изготовить к моменту сборки необходимые детали, организаторы вправе предоставить им недостающие детали. Подобный шаг делается для того, чтобы предоставить участникам наиболее полноценный опыт создания полностью функционирующего прототипа проектируемого устройства.

### **Тестирование прототипа.**

При тестировании данной модели проверяется надёжность работы храпового механизма, максимальный поворот приводной рукоятки в обратную сторону до срабатывания храпового механизма и суммарный люфт в зацеплениях.

### **Используемое программное обеспечение**

Для создания чертежей и 3D-моделей деталей может использоваться любая полноценная САПР с подключённым генератором зубчатых передач.

### **Оборудование и инструменты.**

Для прототипирования используется 3D принтер любой модели с одним экструдером.

### **Оборудование и материалы для одной команды:**

Ноутбук с установленным ПО для моделирования	2
3d-принтер	1
PLA-пластик	1 кг
Кусачки	1
Набор надфилей	1
Шкурка шлифовальная	1 лист
Губка абразивная	1 шт.
Бумага (белая, А4, 80г/м2)	10
Карандаши	2

### **Примечания.**

За грубые нарушения требований по охране труда, которые привели к порче оборудования, инструмента, травме или созданию аварийной ситуации, команда отстраняется от дальнейшего участия в конкурсе.

### **Общие требования по охране труда**

Участники должны знать и строго выполнять требования по охране труда и правила внутреннего распорядка во время проведения конкурса.

На конкурсном участке необходимо наличие аптечки.