

Согласовано:  
Координационный совет  
работодателей Ярославского  
чемпионата «Абилимпикс»  
А.Г. Федоров  
«15» \_\_\_\_\_ 2019 г.



Согласовано:  
Общественная организация  
инвалидов «Лицом к миру»  
Н.Д. Жужнева  
«15» \_\_\_\_\_ 2019 г.



Утверждено:  
Региональный организационный  
комитет  
Л.Н. Бусова  
«15» \_\_\_\_\_ 2019 г.



## IV Ярославский чемпионат «Абилимпикс»

### КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

по компетенции

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПОВ

Разработал:  
главный эксперт по  
компетенции

Д.В. Стенько

«15» \_\_\_\_\_ 2019г.



Ярославль 2019

Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

1. Введение
2. Формы участия в конкурсе
3. Задание для конкурса
4. Модули задания и необходимое время
5. Критерии оценки
6. Требования к квалификации участников
7. Конкурсное задание
8. Используемое программное обеспечение

# Компетенция «Изготовление прототипов»

## ВВЕДЕНИЕ

1.1. Название и описание профессиональной компетенции.

1.1.1 Название профессиональной компетенции: «Изготовление прототипов (Прототипирование)».

1.1.2. Описание профессиональной компетенции.

Прототипирование – это инженерно-конструкторская работа, связанная с созданием прототипов (опытных образцов) для последующих исследований, тестирования и прочих проверок. Прототипы могут быть как действующими моделями, предназначенными для испытаний, так и недействующими (имитация/макет), которые используются для определения эстетических параметров и на предмет соответствия техническому заданию. В процессе работы с прототипом становится возможной отработка и устранение всех возможных несоответствий и неисправностей, доработка конструкторских решений.

Проектирование и 3D моделирование изделий производится в САД программе. Термином «САД» обозначается использование технологии компьютерного проектирования, которая предназначена для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно именуется системами автоматизированного проектирования — САПР).

1.2. Область применения

Каждый Эксперт и Участник обязан ознакомиться с данным Конкурсным заданием.

1.3. Сопроводительная документация

Конкурсное задание содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей профессиональной компетенции, его необходимо использовать совместно со следующими документами:

- Техническое описание. Прототипирование;
- Правила техники безопасности и санитарные нормы;
- Критерии оценки (файлы \*.xls);
- Инфраструктурный лист.

## 2. ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ

Индивидуальный конкурс.

## 3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНКУРСА

Участники соревнований получают текстовое описание задания, чертежи деталей. Конкурсное задание имеет несколько модулей, выполняемых последовательно. Каждый выполненный модуль оценивается отдельно.

Выполнение задания включает в себя:

- выполнение необходимых замеров и рисование эскизов с простановкой размеров;
- выполнение определённых расчётов с помощью программы Microsoft Office Excel
- создание 3D-модели деталей в соответствии с требованиями задания или чертежом в CAD программе;
- осуществление экспорта модели в формат STL
- подготовка 3D модели к печати;
- определение параметров и настройка режима печати;
- осуществление печати разработанной детали;
- создание сборки чертежа в CAD программе

Окончательные аспекты критериев оценки уточняются членами жюри. Оценка производится в соответствии с утвержденной экспертами схемой оценки. Если участник конкурса не выполняет требования техники безопасности, подвергает опасности себя или других конкурсантов, такой участник может быть отстранен от конкурса.

Время и детали конкурсного задания в зависимости от конкурсных условий могут быть изменены членами жюри.

Конкурсное задание должно выполняться по модулю. Оценка также происходит от модуля к модулю.

Передача файлов внутри команды осуществляется через SD карту. Перед началом соревнований чистоту SD проверяет технический эксперт. В перерывах между выполнениями модулей, SD хранятся у главного эксперта.



#### 4.МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

Модули и время сведены в таблицу 1

Таблица 1.

№ п/п	Наименование модуля	Время на задание
1	Модуль 1: Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде	4 часа
2	Модуль 2: Оптимизация деталей прототипа	2 часа
3	Модуль 3: Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей. Пост обработка деталей (сквозной)	10 часов
4	Модуль 4: Сборка и тестирование движущего механизма	3 часа
5	Модуль 5: Подготовка комплекта документации	3 часа

##### **Модуль 1 Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде.**

Модуль выполняется командой. Команде выдаются распечатки и текстовое описание задания.

Участникам необходимо смоделировать требуемые детали, создать чертежи деталей, сборок с указанием всех необходимых размеров, осуществить экспорт модели в формат STL. Используя Microsoft Office Excel выполнить определённые расчёты. Работу выполняют последовательно, учитывая специфику экструзионной печати и погрешности 3D принтера.

## Модуль 2 Оптимизация деталей прототипа.

Участнику необходимо по трехмерной модели прототипа доработать конструкцию прототипа и занести внесенные изменения в таблицу, а после, распечатать ее.

### Что можно считать изменением в конструкции?

- Изменение посадочного размера более, чем на 0,05 мм
- Расположение отверстия отличается от расположения на прототипе
- Изменение высоты/ширины ступицы зубчатого колеса
- Переход от цилиндрической поверхности к шестигранной
- Предусмотрен упор или закрепляющий элемент в детали
- Детали совмещены или уменьшено их количество

## Модуль 3: Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей. Пост обработка деталей.

Участнику выдаются 3D модели модуля 1,2 и текстовое описание задания. Участники выполняют работу с 3D принтерами, используя умения настраивать и подготавливать печать. В ходе работы участникам необходимо подготовить 3D модель к печати на принтере, подобрать настройки печати под имеющийся тип пластика, откалибровать стол, распечатать деталь в высоком качестве. После печати участникам необходимо выполнить пост-обработку изготовленных деталей и их подгонку, если это необходимо.

## Модуль 4: Сборка и тестирование механизма

Участнику предлагается собрать из изготовленных самостоятельно деталей прототип заводной машины с храповым механизмом и проверить его работоспособность. Для того чтобы механизм функционировал правильно, **сопряжения деталей после сборки должны соответствовать принципу его работы –обеспечиваются все необходимые кинематические связи, равно как и динамические параметры** (наличие люфтов или же излишнее трение подвижных элементов говорит о том, что механизм был спроектирован не вполне корректно).

Участникам, необходимо используя модели деталей Модуля 1-4 собрать всю конструкцию, адаптируя модель в соответствии с заданными требованиями.

Участникам необходимо после сборки **проверить работоспособность машинки**. При испытаниях, необходимо завести пружину и направить машину по

прямой горизонтальной поверхности без препятствий. Любые отклонения от прямолинейной траектории движения говорят об ошибках на этапе проектирования или печати. Механизм должен двигаться непрерывно и без постороннего механического шума (например, заклинивания зубчатых колес).

## **Модуль 5. Подготовка комплекта документации**

Участник должен подготовить комплект чертежей заводной машины с храповым механизмом. Он включает **общий чертёж и чертежи деталей**. Чертежи деталей необходимо получить с созданных 3D моделей. Готовые модели импортируются в сборку и не подлежат дополнительной доработке. **Для создания чертежа общего вида участникам необходимо создать 3D модель сборки заводной машины с храповым механизмом.**

\*Вышеперечисленные модули **считаются выполненными**, если участник может предоставить изготовленные ими на 3D-принтере детали и механическую конструкцию, а также всю разработанную им **в процессе проектирования техническую документацию: чертежи (2-3 вида) деталей с размерами, 3D модели, сборку, включая файлы задания для печати в формате .gcode.**



## **4.ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ УЧАСТНИКОВ**

**Участнику соревнования необходимы следующие знания и умения:**

- умение читать чертежи;
- умение обращаться с измерительными инструментами (линейка, штангенциркуль;
- транспортир) и проводить обмер детали;
- понимание работы простых механизмов, умение самостоятельно разработать недостающую деталь по имеющимся эскизам;
- понимать назначение и место деталей в конструкции.

**Владение основными приемами инженерного 3D-моделирования в САПР, включая:**

- построение эскизов с заданием эскизных зависимостей и размеров;
- создание рабочих плоскостей и осей;
- операции выдавливания, вращения и построения по сечениям, оболочки, сопряжения и фаски, круговые и прямоугольные массивы;
- умение пользоваться библиотекой САД программы
- экспорт моделей в формат, пригодный для 3D-печати (.STL).
- создание сборочной модели, включая наложение сборочных зависимостей.

**Умение использовать технологию 3D-печати, в том числе:**

- понимать принцип работы, особенности и устройство термоэкструзионного (FDM) 3D-принтера;
- учитывать при моделировании особенности и ограничения технологии термоэкструзионной (FDM) 3D-печати, включая ограничения по геометрии, точности передачи размеров, прочности получаемого изделия;
- понимать термины «усадка», «натяг», «зазор», «адгезия», «первый слой», «экструзия», «поддержки», «коэффициент подачи», «полигональность», «текстура», «высота слоя», «обдув», «периметр», «толщина стенки», «обрамление»;
- уметь пользоваться программой подготовки файлов к печати 3D-принтером (Cura или аналог);
- уметь оптимально разместить детали на рабочем столе, понимать смысл основных параметров печати и уметь их настроить;
- уметь выполнять основные операции с 3D-принтером (установка или удаление пластика, калибровка положения головки, запуск задания на печать, аварийный останов при ошибках печати, безопасное удаление готового изделия и т.п.);
- знать основные виды пластиков, используемых для печати, их применение и особенности, а также параметры печати;

- творчески мыслить и находить нестандартные решения, используя полученные знания при подготовке.

## 5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные). См. табл. 2. Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Таблица 2.

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
A	Модуль 1. Создание и разработка 3D-модели изделия в CAD-среде	2	23	25
B	Модуль 2. Оптимизация деталей прототипа	2	18	10
C	Модуль 3. Подготовка детали к печати и настройка печати. Печать деталей. Пост обработка деталей	2	23	25
D	Модуль 4. Сборка и тестирование движущего механизма	2	8	10
E	Модуль 5. Подготовка комплекта документации	2	18	30
Итого =		10	90	100

**Субъективные оценки** – Баллы начисляются по шкале от 1 до 10.

# **Компетенция «Изготовление прототипов»**

## **Конкурсное задание**

### **«Разработка и прототипирование заводной машины с храповым механизмом»**

**Время на выполнение задания – 12 часов**

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

**1.** Внимательно ознакомиться с предложенным заданием, а также с предлагаемыми критериями оценки и правилами оценивания работы.

**1.1.** Создать 3D-модели деталей в соответствии с чертежами.

**1.2.** Внести необходимые изменения для оптимизации деталей прототипа

**1.3.** Проверить правильность выполнения пунктов 1.1-1.2, после чего осуществить экспорт модели в формат stl.

**1.4.** Определить параметры и режимы печати.

**1.5.** Осуществить печать разработанной детали.

**1.6.** Удалить поддерживающие структуры, произвести постобработку деталей

**2.** Произвести сборку и тестирование механизма

**3.** Подготовить комплект документации (сборочный чертеж машины, чертежи всех деталей)

#### **Описание конкурсного задания**

Участникам предлагается самостоятельно спроектировать детали заводной машины с храповым механизмом. Собрать изделие, проверить работоспособность и замерить характеристики (дальность езды).

В качестве входных данных для проектирования предлагаются:

- Образец примерного внешнего конечного вида проектируемого устройства (рис. 1);
- Размеры устройства и деталей;

Участникам необходимо выполнить построение 3D-модели, изготовить прототипы деталей, собрать конструкцию, проверить её на работоспособность, подготовить комплект чертежей, замерить дальность езды.



### Требования к напечатанному прототипу:

- Суммарный объем моделей при печати должен составлять не менее  $100 \text{ см}^3$  и не более  $300 \text{ см}^3$ ;
- Модели не должны содержать следы механической доработки посадочных поверхностей;
- Допускаются отклонения от конструкции, если они улучшают характеристики устройства; к предложенным изменениям прилагается пояснительная записка.

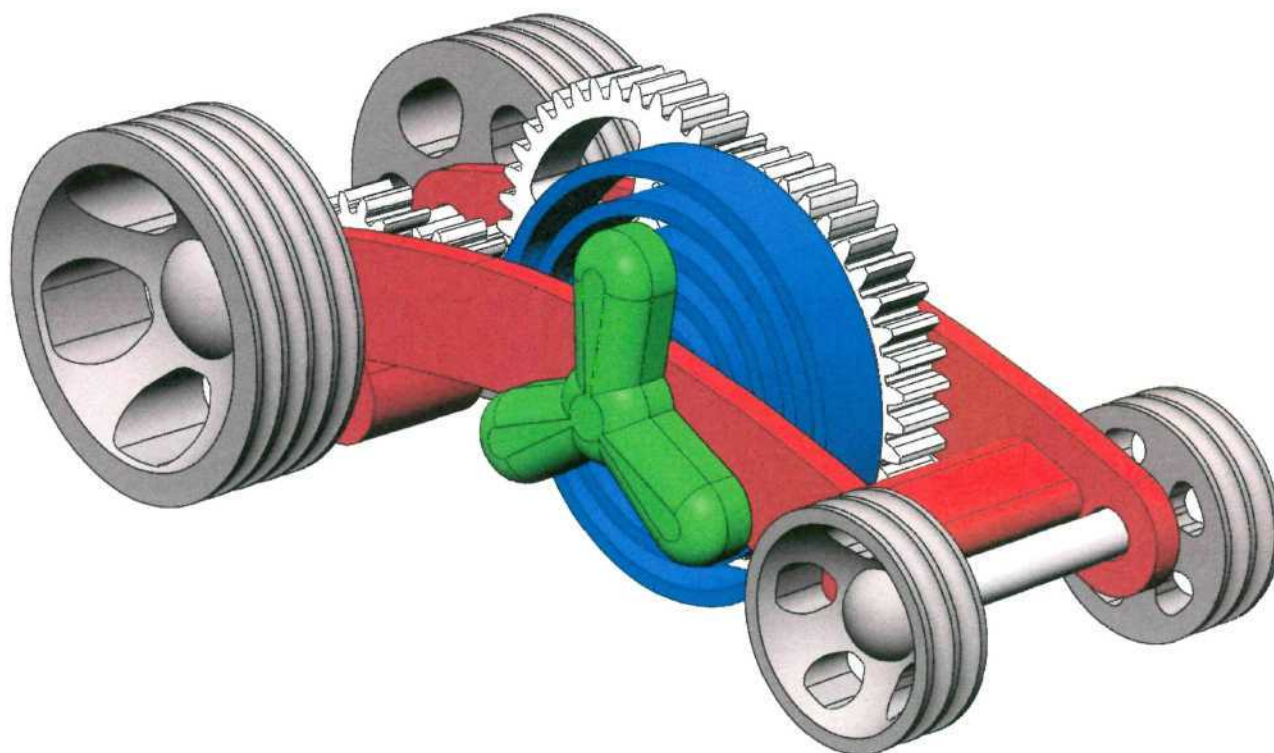


Рис.1 – Общий вид изделия

## Основные элементы задания

### Проектирование и прототипирование заводного механизма изделия.

Участникам необходимо создать физический прототип заводного механизма изделия, который будет приводить устройство в движение.

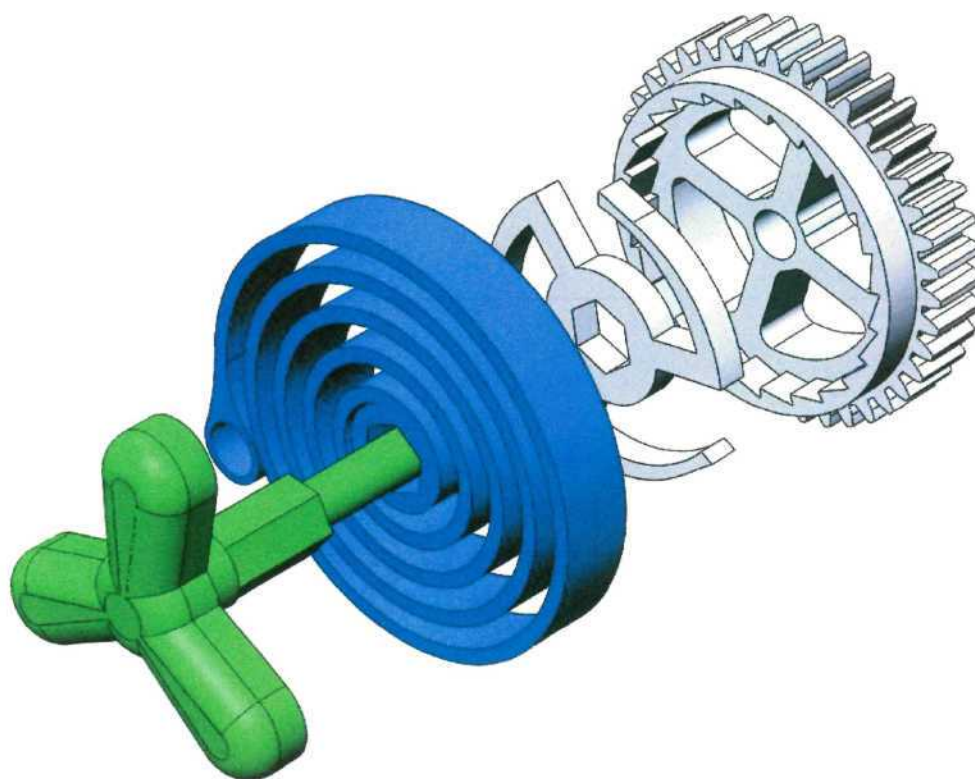


Рис.2 – Общий вид заводного механизма

Храповой механизм представляет собой храповое колесо с произвольным количеством зубьев установленное на валу и собачку. Пружина собачки храпового механизма прижимает язычок собачки к храповому колесу, и одновременно удерживает собачку на месте.

Необходимо построить 3D-модель, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали.

*\*В данном пункте приветствуется изменение конструкции пружины/храпового механизма, если оно обосновано и повышает энергоэффективность механизма.*

## Проектирование и прототипирование заводной пружины устройства.

Участникам необходимо создать физический прототип пружины.

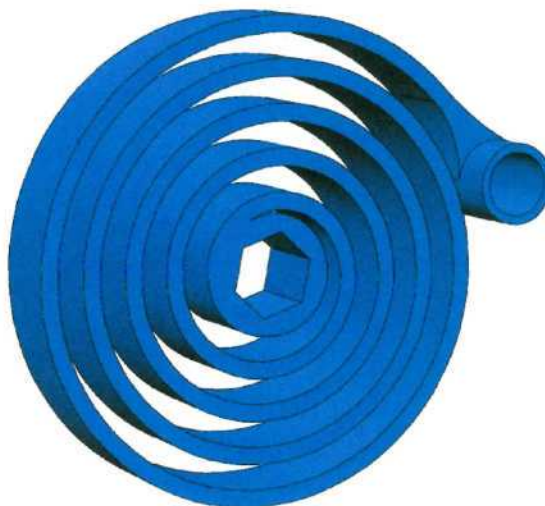


Рис.3 – Общий вид пружины

По физической модели необходимо построить 3D-модель пружины, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.



## Проектирование и прототипирование редуктора устройства.

Участникам необходимо создать физический прототип редуктора.

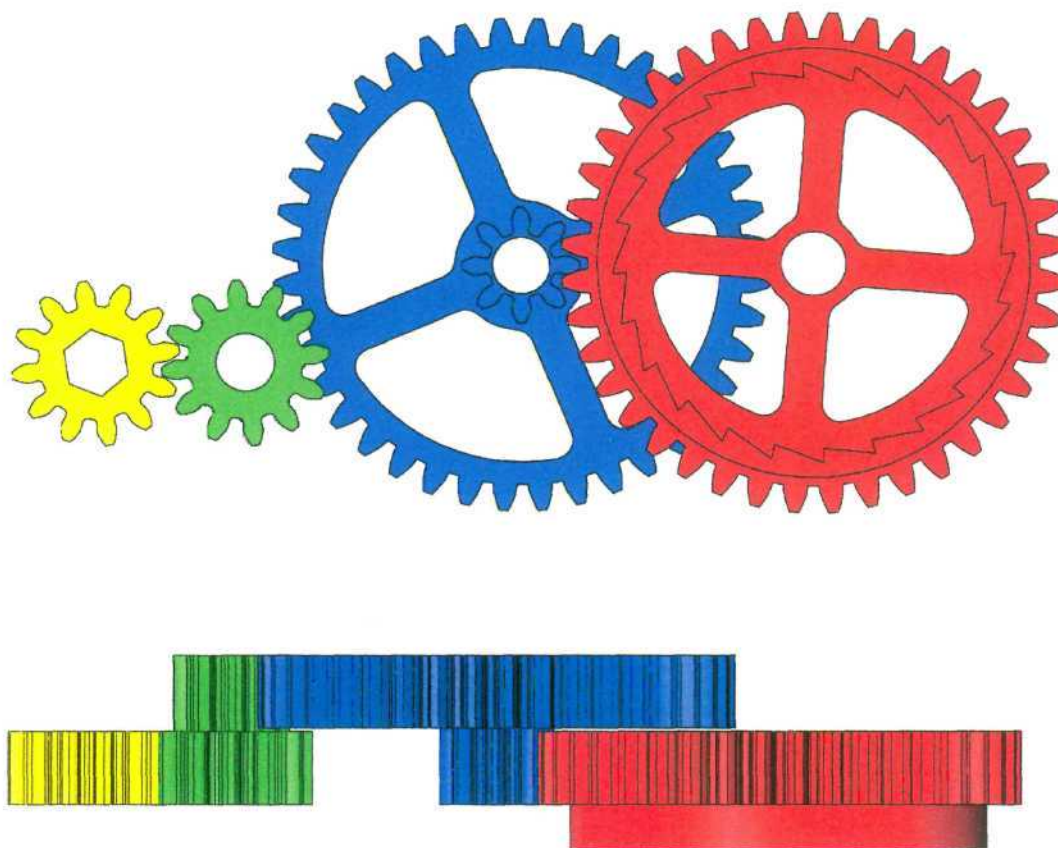


Рис.4 – Общий вид редуктора

Сделать необходимые расчеты редуктора для построения 3D-модели, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали, проставить метку команды в штампе чертежа, распечатать чертёж в соответствии с общими требованиями к данному заданию.

*\*В данном пункте приветствуется изменение конструкции редуктора, если оно обосновано и повышает энергоэффективность механизма.*

## Проектирование и прототипирование корпуса устройства.

Участникам необходимо создать физический прототип корпуса устройства.

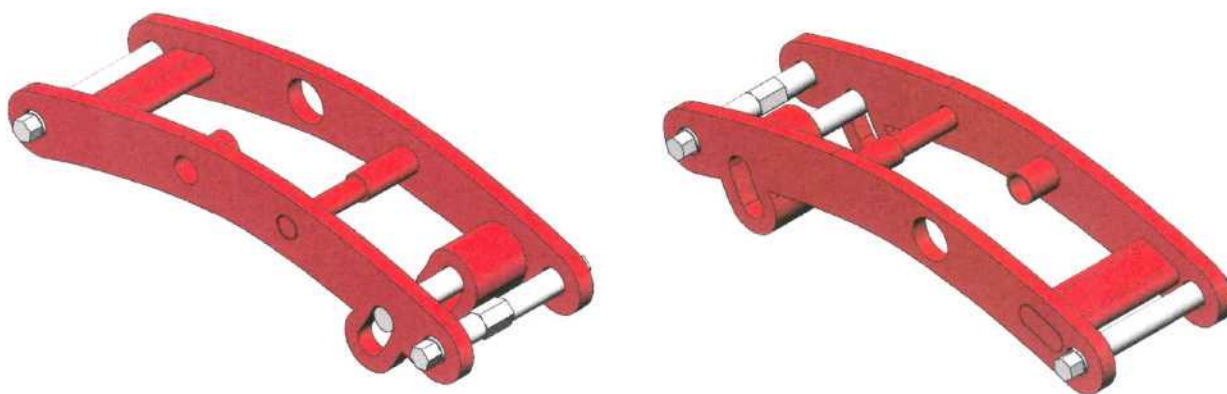


Рис.4 – Общий вид корпуса устройства

Требуется построить 3D-модель корпуса, подготовить задание на печать, напечатать деталь, создать чертёж детали. В процессе печати, участникам необходимо создать чертежи спроектированных деталей, а также чертеж общего вида устройства.

Описанные выше задания **считаются полностью выполненными**, если участник может предоставить изготовленные им на 3D-принтере детали, удовлетворяющие всем предъявленным в выданном участнику требованиям, а также всю разработанную им в процессе проектирования техническую документацию, файлы 3D-моделей, чертежи (2-3 вида) с размерами и осевыми линиями, чертёж сборки, 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.

## **Используемое программное обеспечение**

Для создания чертежей и 3D-моделей деталей могут использоваться:

- КОМПАС 3D, Inventor, Fusion360

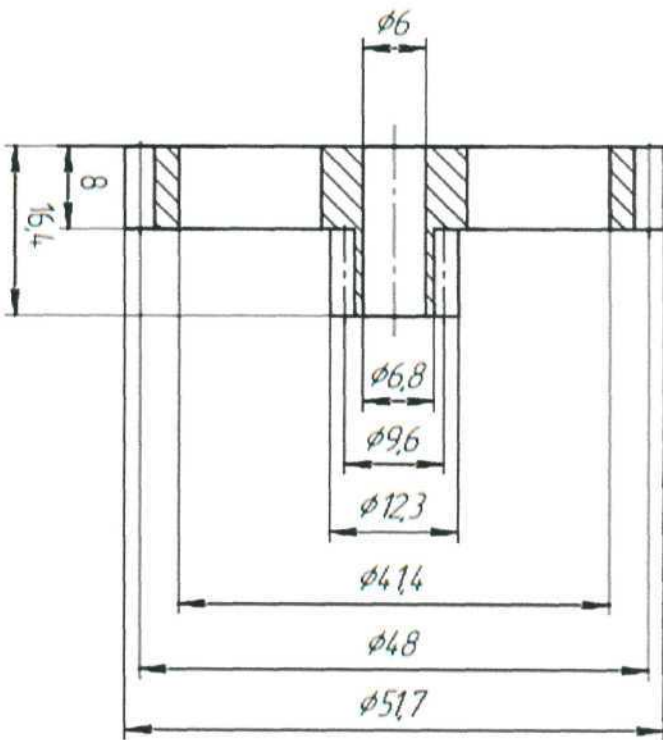
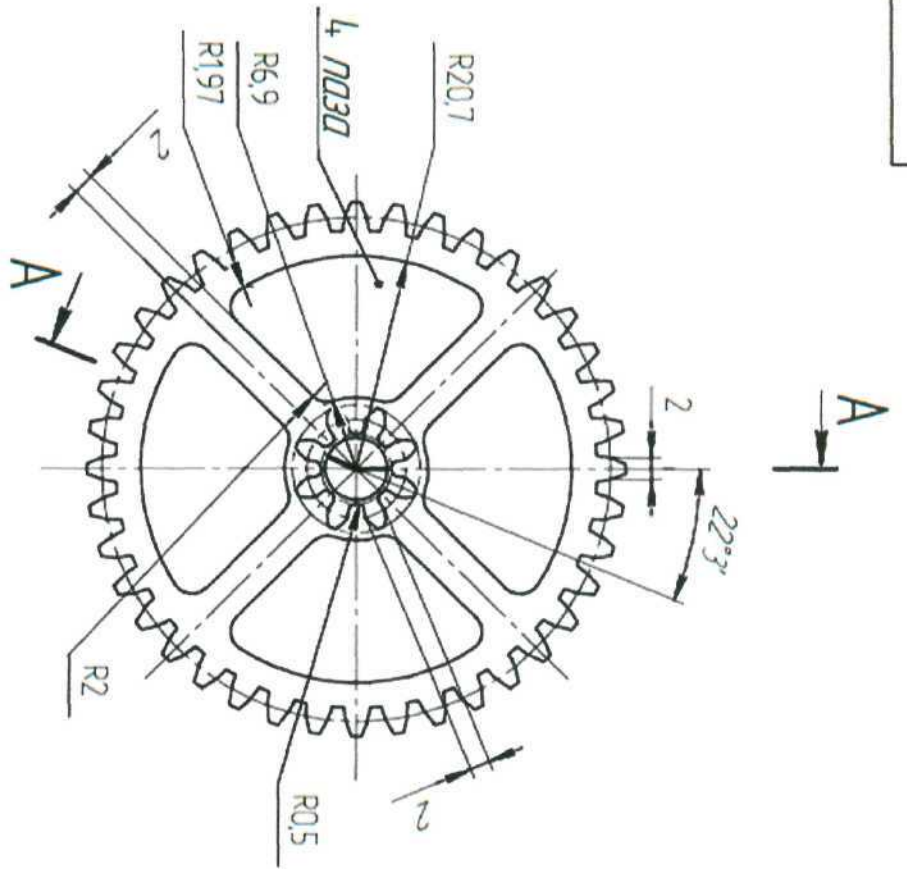
Для печати:

- ПО Cura

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Взам. ивл. №	Ивл. № докум.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------

Лист №	Листов
--------	--------

Число зубьев	z	40	8
Модуль	m	12	12
Угол наклона зубьев	$\alpha$	16°	16°



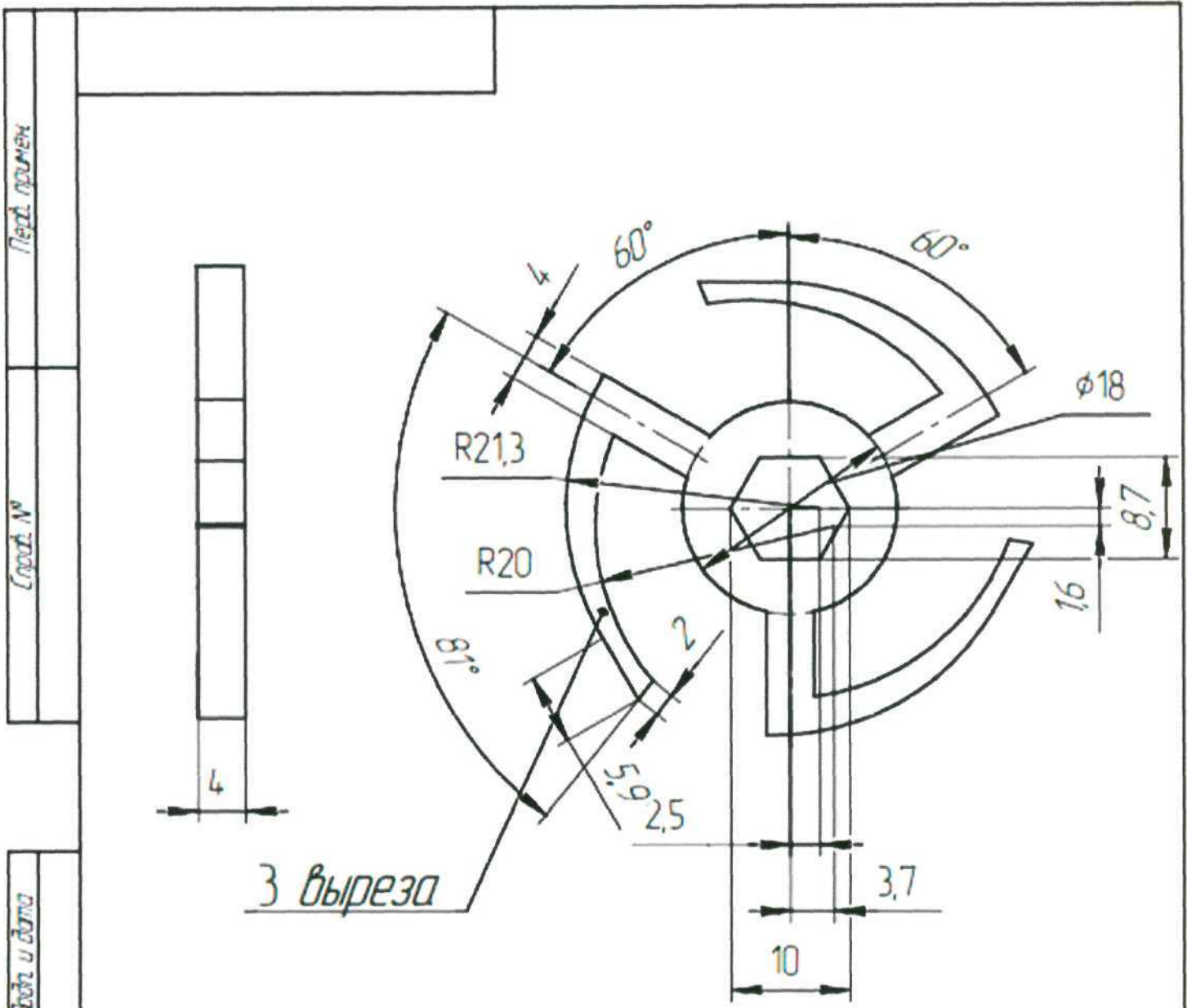
A-A

Изм./лист	№ докум.	Лист	Листов
Рисовый			
Лист			
Контур			
Грани			
Фид			

**БОЛЬШАЯ ШЕСТЕРНЯ**

Материал	11
Длина	16.4
Диаметр	51.7





3 выреза

Лист номер  
Сред. №

Лист и дата  
Изд. № докум.  
Взам. инд. №

Изд. № листа	Лист	№ докум.	Лист	Дата

**Кулачок**  
PLM

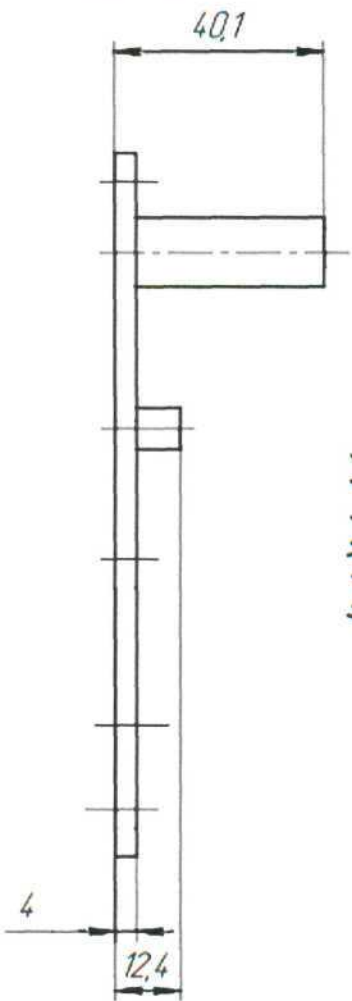
Лист	Масса	Масштаб
		2:1
Лист	Листов	1

Копирован

Формат А4

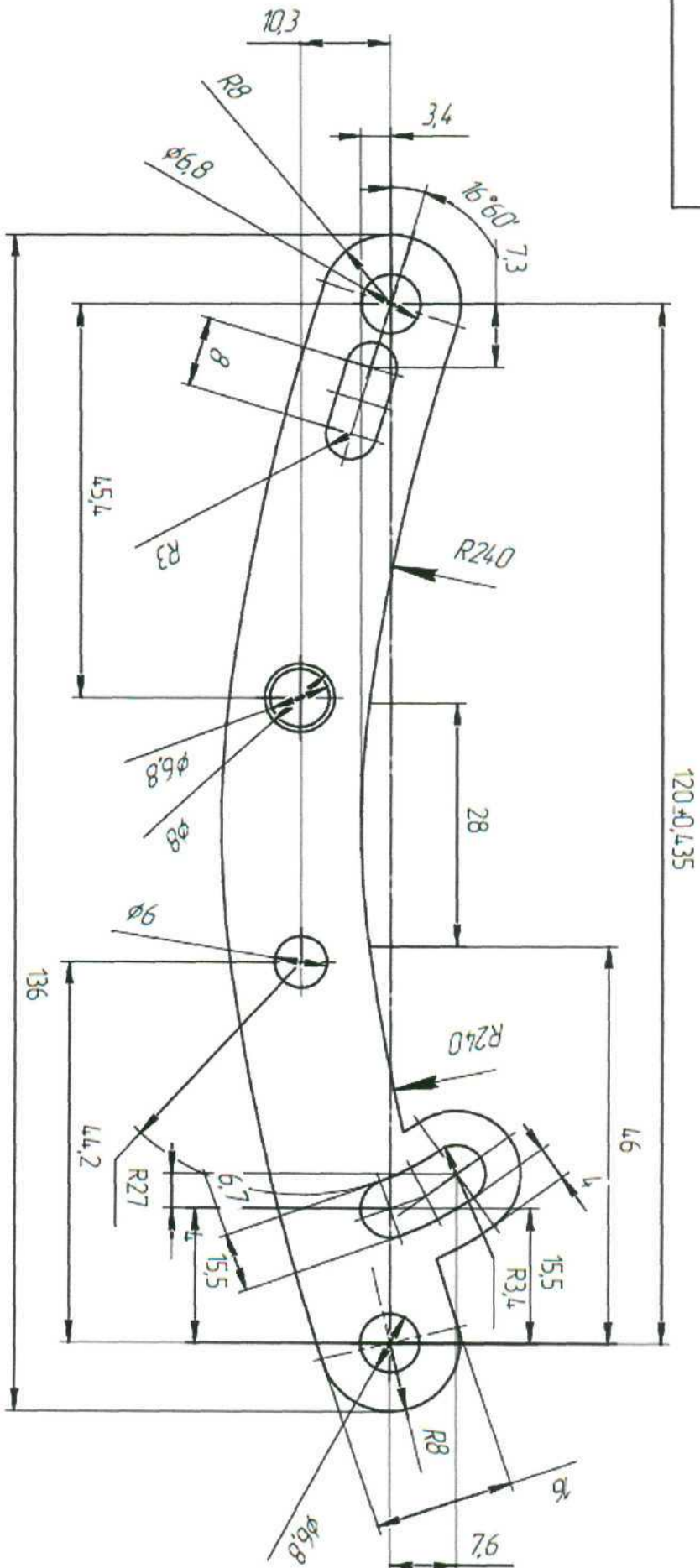
Изд. № подл.	Лист в дета.	Взам. изд. №	Изд. № дробл.	Лист в дета.
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------

Спрач. №	Лист примен.
----------	--------------



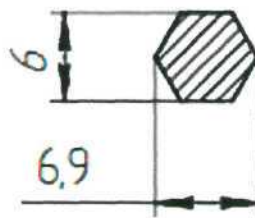
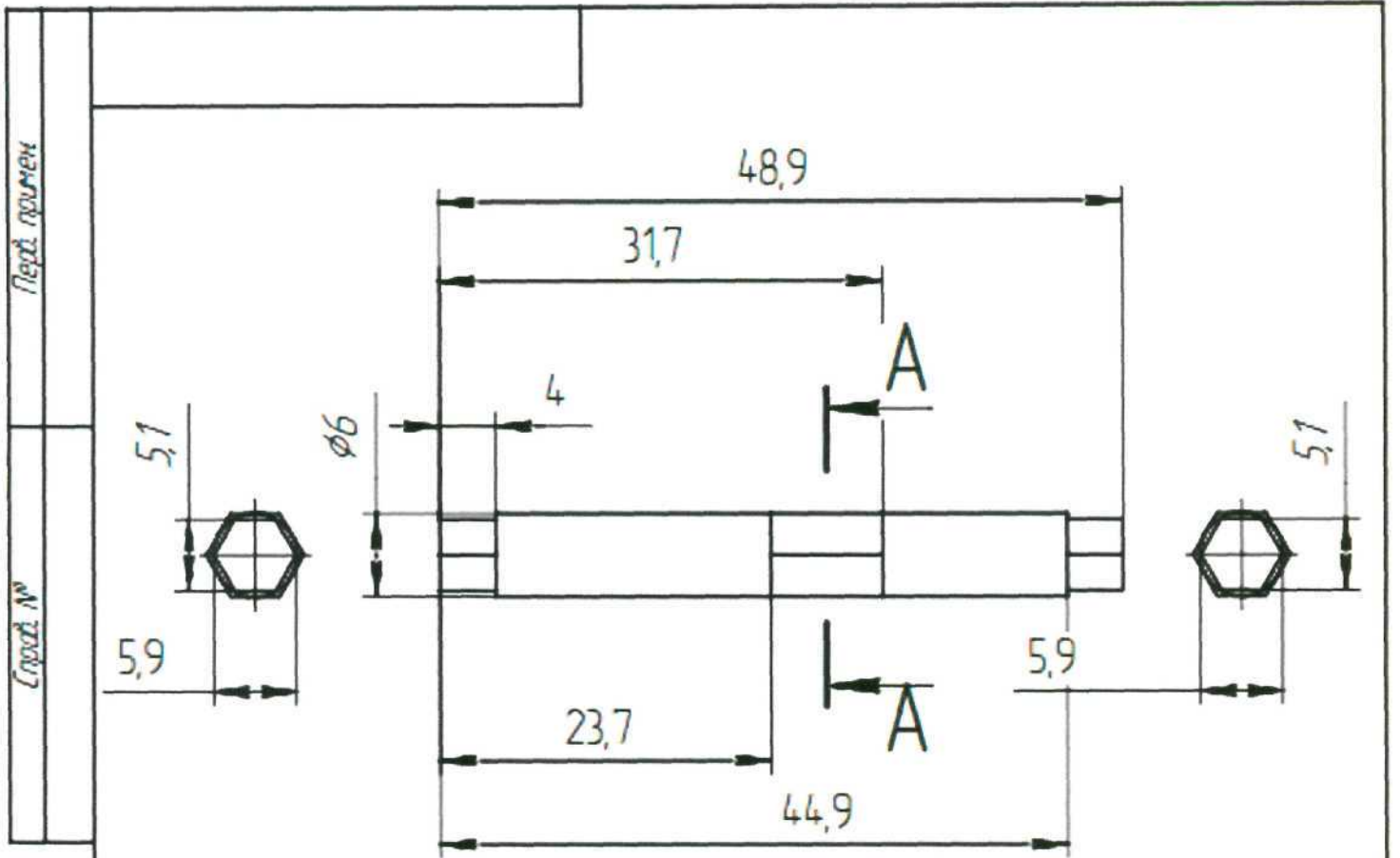
A-A(1:1)

↔ A



Изм./Изм. № докум.	Лист	Листов	Исполн.	Провер.	Контр.	Свч.
<p>Небое шасси</p> <p>PLM</p>			Исполн.	Провер.	Контр.	Свч.
<p>Контр. №</p>			Исполн.	Провер.	Контр.	Свч.
<p>№ 2:1</p>						





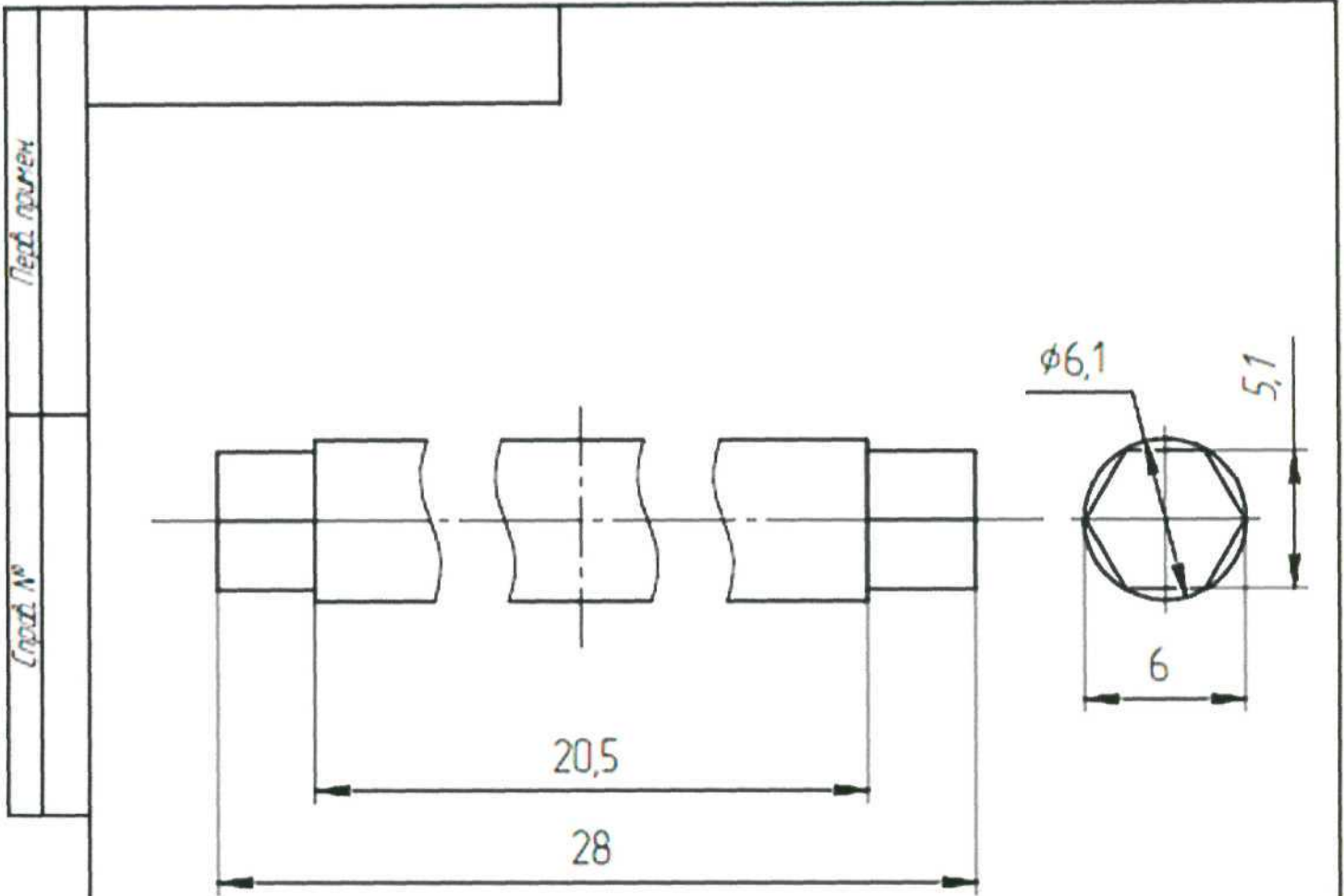
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ось для шестерни	Лит	Масса	Масштаб
Разработ								2:1
Провер						Лист	Листов	1
Т.контр								
Исполн								
Утв.								

Копирован

Формат А4



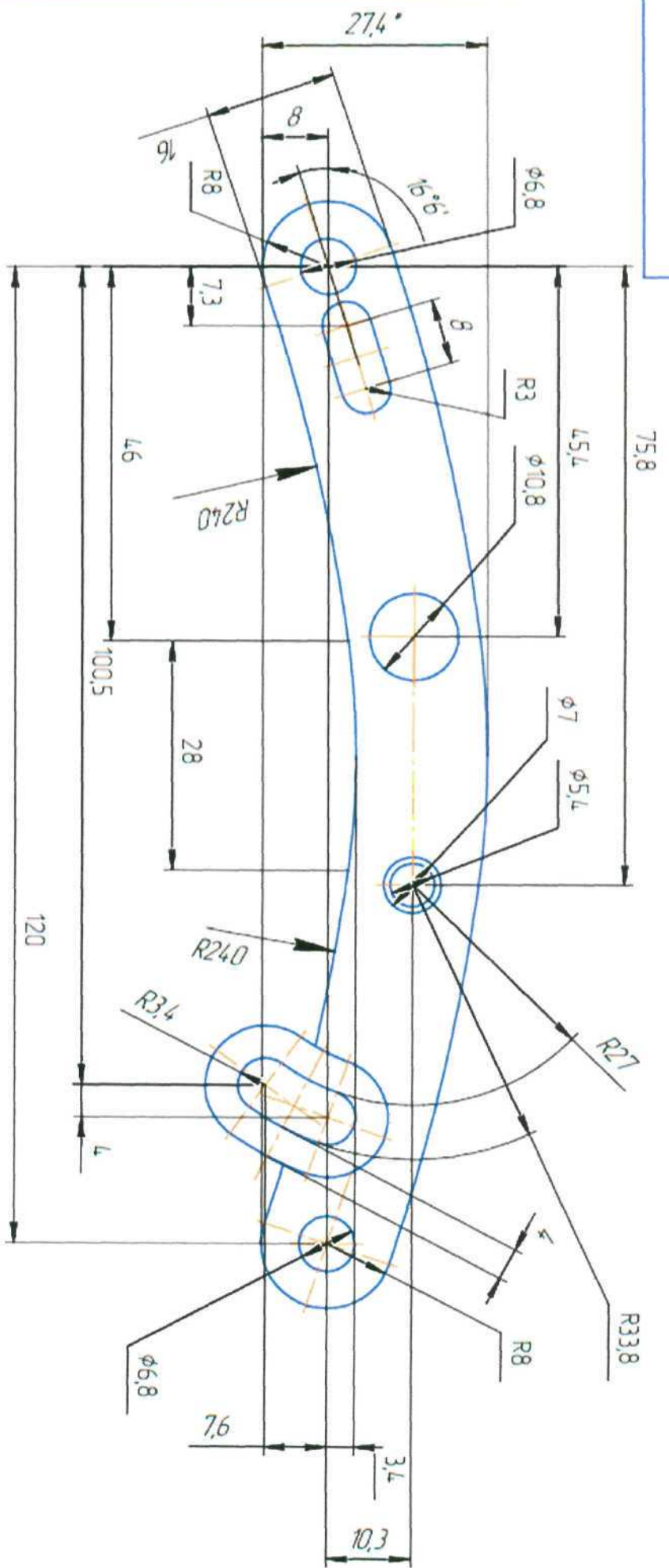




Изд. №	Изм. №	Взам. инд. №	Инд. № докум.	Подп. и дата	Лист	Масса	Масштаб
							4:1
<p style="text-align: center;"><b>Передняя ось</b></p>					Лист	Листов	1
Изд. №	Изм. №	Взам. инд. №	Инд. № докум.	Подп. и дата			

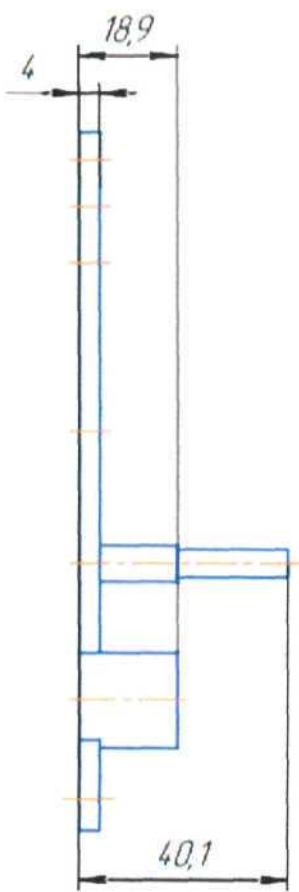
Инд. № подл.	Инд. у дима	Взам инд. №	Инд. № дуги	Инд. у дима

Лист №	Листов



A-A(1:1)

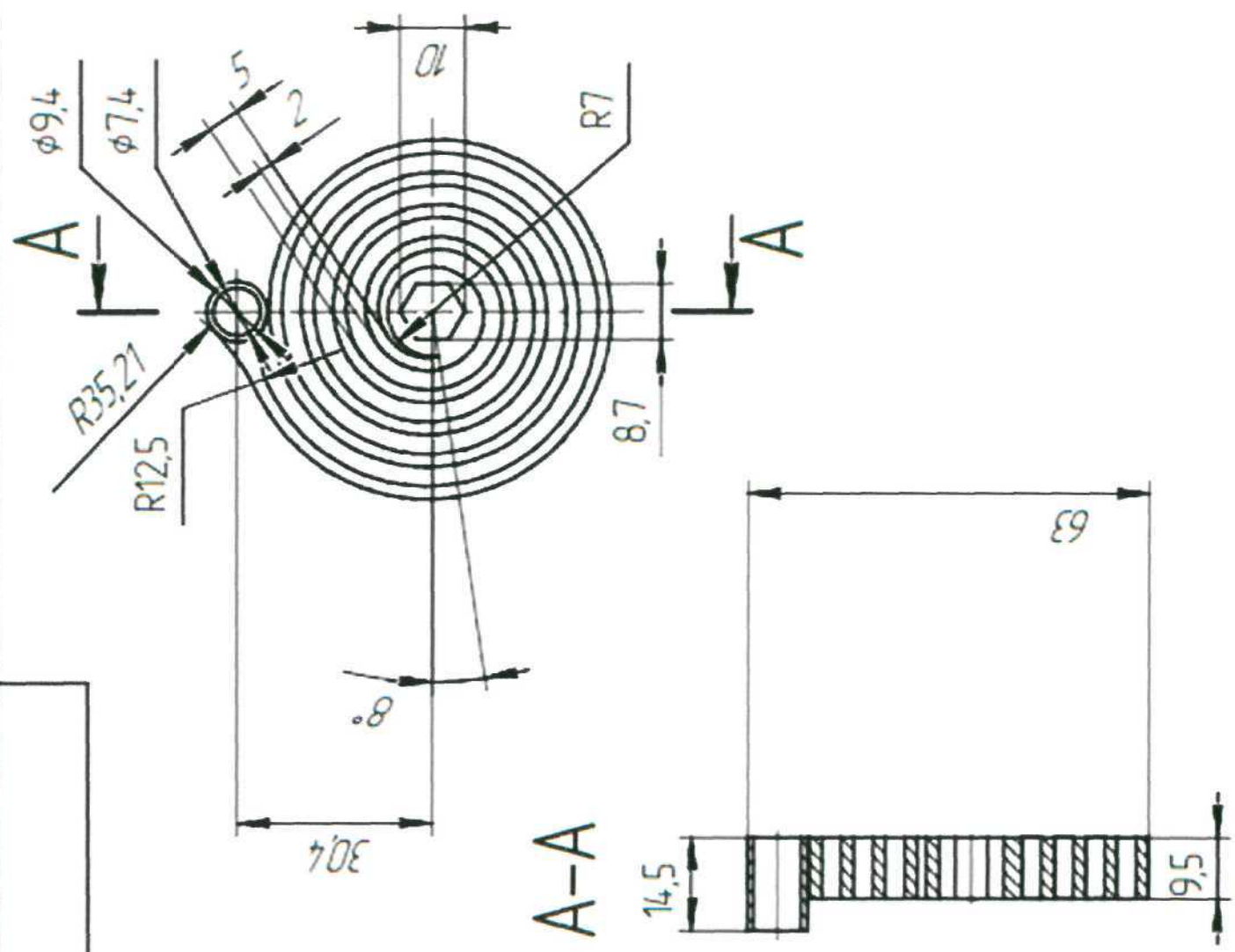
← A



Имя	№ докум.	Инд.	Сам.	<p><b>Пробное шасси</b></p>	Имя	№ докум.	Инд.	Сам.
Имя	№ докум.	Инд.	Сам.		Имя	№ докум.	Инд.	Сам.
Имя	№ докум.	Инд.	Сам.		Имя	№ докум.	Инд.	Сам.
Имя	№ докум.	Инд.	Сам.		Имя	№ докум.	Инд.	Сам.
					<p>2-1</p>			



Изд. № подл. Подл. и дата  
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата  
 Екз. № Листов



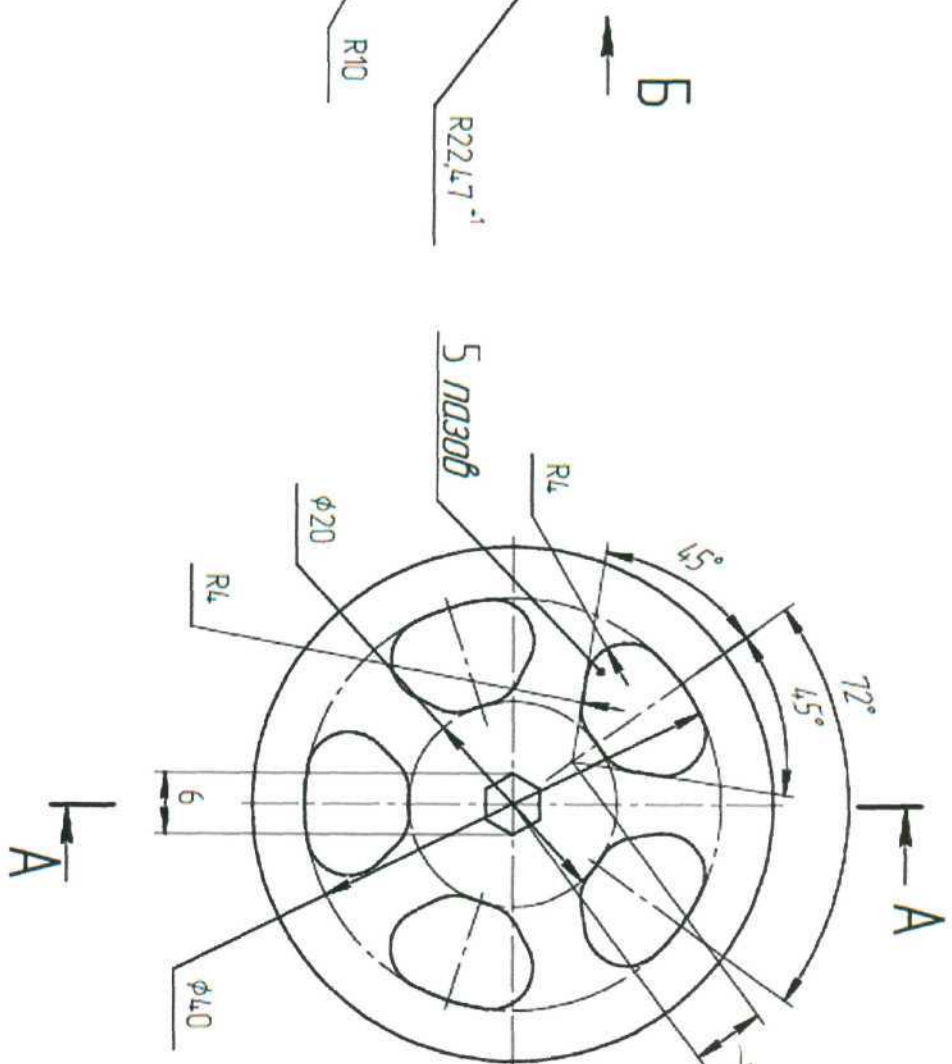
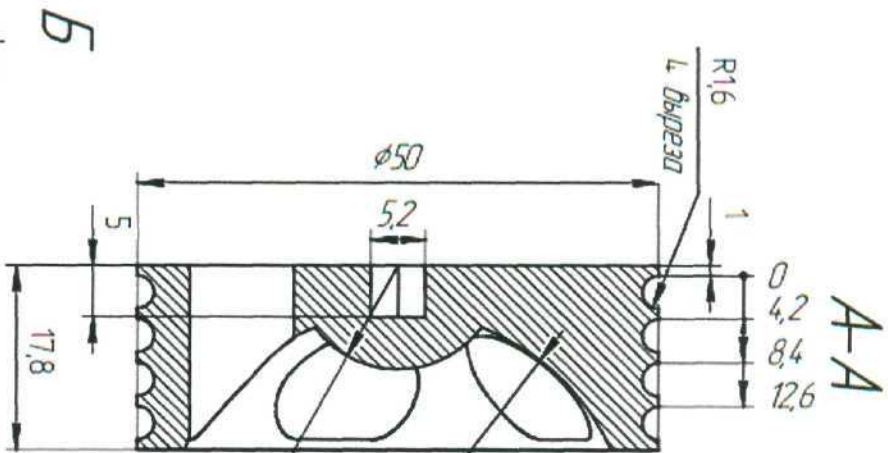
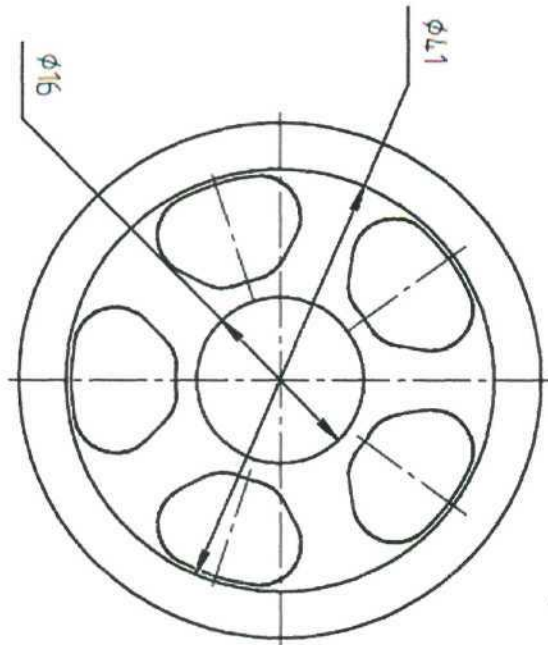
1. Число витков пружины  $n=4.62$ .

Изд. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата	Изм./Лист	№ докум.	Подл.	Дата
Пружина				Лист	Масса	Масштаб		
				Лист	Листов	1:1		
				Лист	Листов			
				Лист	Листов			





Инд. № подл.	Инд. № дупл.	Взам. инд. №	Инд. № дупл.	Листы и дата	Листы и дата	Спроб. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------



Изм./Лист	№ докум.	Наим.	Лист	Масштаб
Резерв				
Измен.				
Исполн.				
Спроб.				

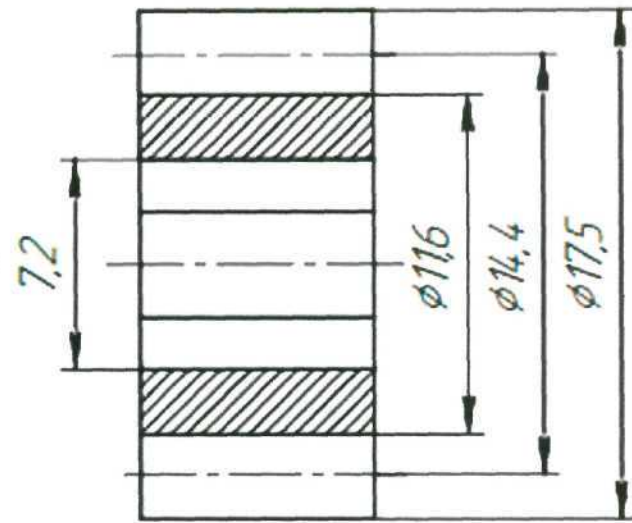
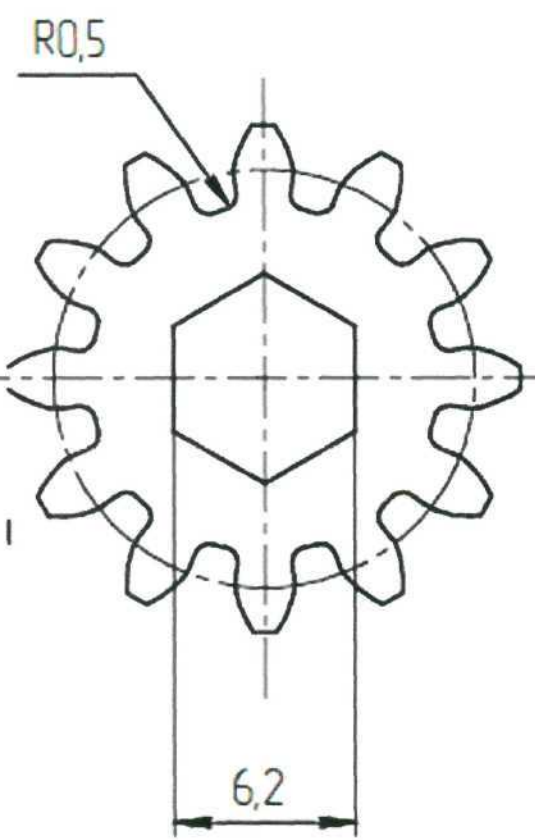
Заднее колесо		Лист	Место	Масштаб
		Лист	Листов	2:1

Корпусов

Формат А3

Перед. размер

Сторона №



Подп. и дата

Инд. № докум.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Число зубьев	$z$	12
Модуль	$m$	1.2
Угол наклона зубьев	$\alpha$	$16^\circ$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.				
Проб.				
Т.контр.				
Исполн.				
Упр.				

*Задняя ось*

Лист	Масса	Масштаб
		4:1
Лист	Листов	1

Контурный

Формат А4



Лист. пр.ч.м.к.

Станд. №

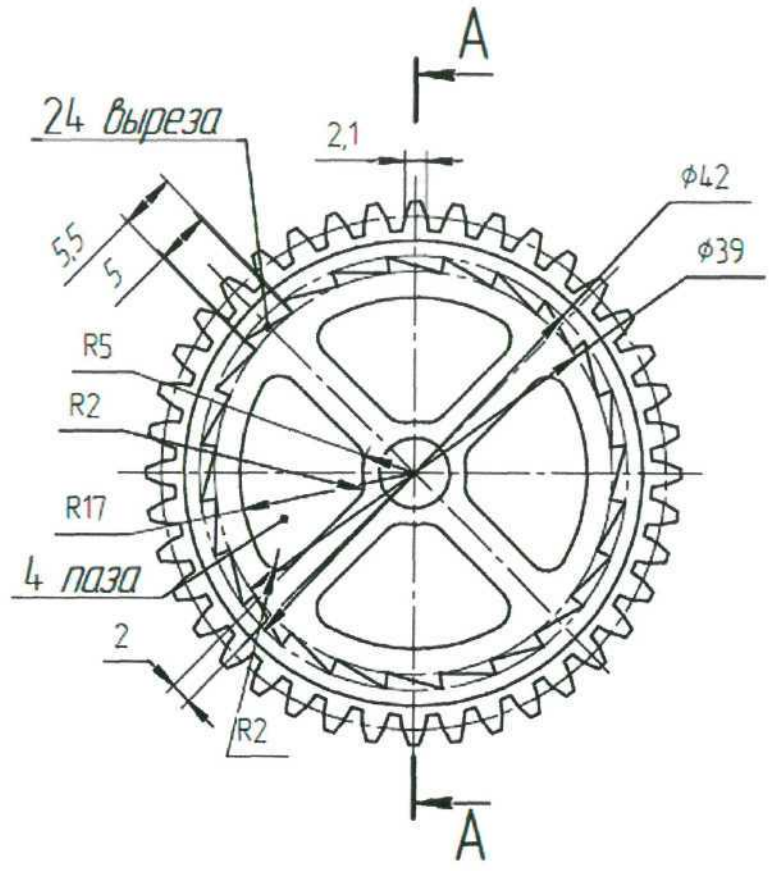
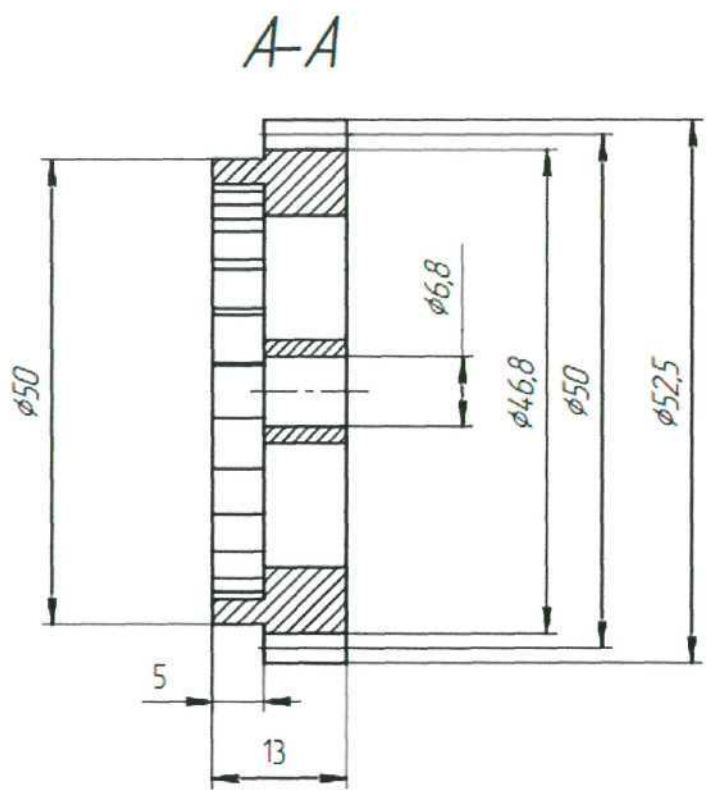
Вид и дата

Вид № дора

Взам. жид. №

Вид и дата

Вид № дора



Число зубьев	z	40
Модуль	m	1.25
Угол наклона зубьев	α	16°

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Храповое колесо	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.								2:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
И.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3



