

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление 12.04.02 «Оптотехника»

Кафедра лазерной и световой техники

Дисциплина: Информационные технологии в оплотехнике и
светотехнике

Валиев Д.Т.

Разработка несущей механической системы телескопа ТАЛ-100R

Методические указания к выполнению лабораторной
работы

Томск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Описание телескопа ТАЛ-100R.....	4
2. Функциональная схема механической системы телескопа ТАЛ-100R...	6
3. Построение основных узлов телескопа ТАЛ-100R	
3.1. Тубус	7
3.2. Видоискатель	18
3.3. Тренога	19
3.4. Монтировка	29
3.5. Общая сборка телескопа ТАЛ-100R	30
4. Спецификация	31
Список использованной литературы	34

ВВЕДЕНИЕ

Телескопией называют исследование отдаленных объектов с помощью телескопа. В телескопии используются различные конструкции телескопов, позволяющие изучить разные параметры исследуемых объектов. Чаще всего телескопические системы применяются в астрономии, как в профессиональной, так и в любительской.

В общем виде телескоп представляет собой трубу, установленную на монтировке, снабженной осями для наведения на объект наблюдения и слежения за ним. Для наблюдения глазом используется визуальный телескоп, который имеет объектив и окуляр. В зависимости от типа оптической схемы большинство телескопов делятся на линзовые (рефракторы), зеркальные (рефлекторы) и зеркально-линзовые.

Линзовые телескопы обладают рядом преимуществ и занимают важное место в фундаментальных и прикладных исследованиях небесных тел. Одним из примеров таких телескопов является любительский телескоп ТАЛ-100R, проектирование которого и является целью данной лабораторной работы.

1. ОПИСАНИЕ ТЕЛЕСКОПА ТАЛ-100R

Телескоп ТАЛ-100R является любительским телескопом отечественного производства (Новосибирский приборостроительный завод). Классический рефрактор-ахромат 100 мм позволяет любителям-астрономам рассмотреть Луну, Марс, Венеру с малыми искажениями спектрального состава излучения наблюдаемых объектов [1].



В основе оптической схемы телескопа лежит зрительная труба Кеплера. Зрительная труба – основная часть телескопа, в которой установлены оптические узлы: объектив, окулярный узел, оптический искатель. Объектив телескопа, фокусное расстояние которого составляет 1000 мм, состоит из линзы К8 и Ф1. Окулярный узел включает в себя механизм фокусировки, а также набор сменных окуляров. Оптический искатель, предназначенный для облегчения процесса наведения на исследуемый объект, представляет собой зрительную трубку с 6-кратным увеличением и полем зрения 8 градусов.

Зрительная труба телескопа устанавливается на экваториальную монтировку с двумя осями склонений. В свою очередь монтировка сопрягается с треногой, каждая нога которой может фиксироваться в необходимом положении при помощи стопоров.

- **Особенности рефрактора-ахромата 100 мм**

В первую очередь стоит отметить оптимальные габариты телескопа: длина 950 мм, высота 1460 мм, масса 25 кг. Для обеспечения качественного изображения, в частности для предотвращения цветных ореолов вокруг ярких объектов исследования, в рефракторе необходимо минимизировать хроматическую aberrацию. Данный эффект достигается ограничением

относительного отверстия 1:10, следовательно, при длине трубы 1 метр диаметр объектива составляет около 100 мм. Увеличение диаметра объектива приводит к значительному увеличению габаритов трубы, а, следовательно, и массы телескопа в целом. Так как ТАЛ-100R позиционируется как любительский телескоп, то компактность и портативность являются важными факторами при выборе телескопа.

Также стоит отметить, что рефрактор имеет определенные преимущества перед рефлектором:

1. Высокий коэффициент пропускания линзовой системой (при наличии просветляющих покрытий около 90-95%). Что касается рефлектора, то потери на каждом зеркале составляют порядка 10%, потери на центральное экранирование 6-12%, следовательно, суммарное пропускание составляет 60-70%. Кроме того, линзовый объектив не подвержен затемнению со временем (в отличие от зеркального), и сохраняет свое светопропускание.

2. Отсутствие центрального экранирования позволяет получить более высокую частотно-контрастную характеристику (более детальные изображения ярких объектов).

3. Отсутствие зеркальных поверхностей приводит к снижению рассеяния света внутри трубы, следовательно, позволяет получить более темный фон и наблюдать объекты большей звездной величины.

4. Рефрактор более устойчив к разбюстировкам, поэтому перевозка и транспортировка телескопа не требует специальных условий.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕСКОПА ТАЛ-100R

Таблица 1 – Основные устройства и узлы механической системы телескопа ТАЛ-100R

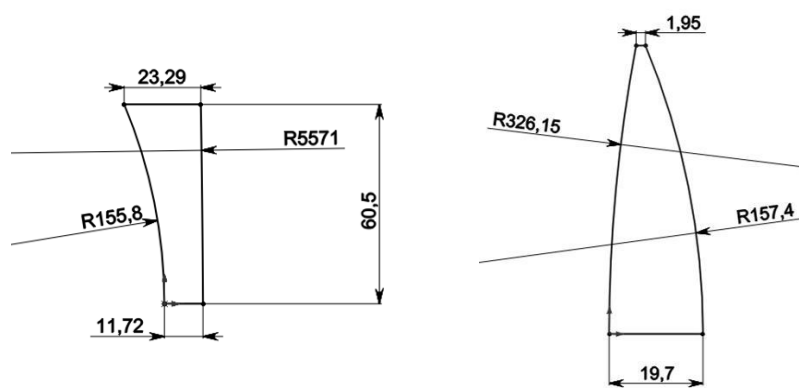
Устройство	Узлы	Функции
Устройство оптической системы	Узел крепления объектива	Обеспечивает фиксированное положение зеркала в корпусе, позволяет производить юстировку относительного положения
	Узел крепления окуляра	Обеспечивает передвижение окуляра относительно зафиксированной оптической системы
Устройство крепления тубуса к монтировке	Узел крепления корпуса и монтировки	Обеспечивает неподвижное соединение тубуса и несущей конструкции
Устройство монтировки	Узел поворота относительно оси прямых восхождений	Обеспечивает ориентацию тубуса в пространстве
	Узел поворота относительно оси склонений	
	Узел с противовесами	Обеспечивает сохранение баланса масс телескопа
Устройство видоискателя	Узел крепления оптической системы типа зрительная труба	Обеспечивает неподвижное положение объектива и окуляра в корпусе
Устройство треноги	Узел крепления монтировки и треноги	Обеспечивает фиксированное положение монтировки относительно треноги
	Тренога	Обеспечивает устойчивое расположение телескопа на поверхности

3. ПОСТРОЕНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ТЕЛЕСКОПА ТАЛ-100R

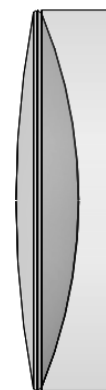
3.1. Тубус

В тубусе расположена основанная оптическая часть телескопа – объектив и окуляр. С их построения мы и начнем.

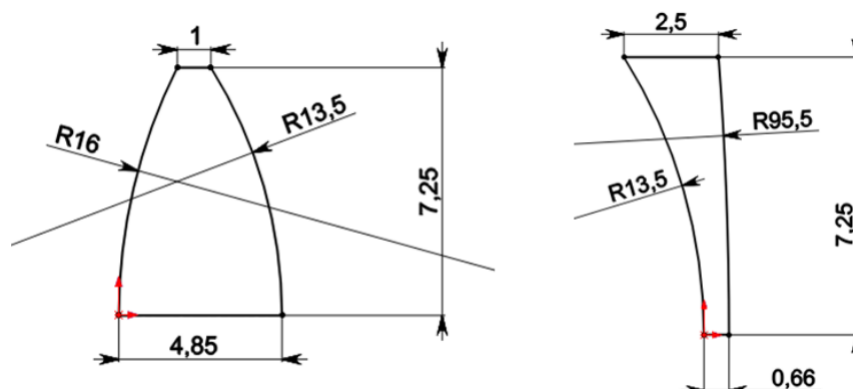
Объектив телескопа состоит из двух линз, эскизы которых представлены ниже:



С помощью инструмента «Повернутая бобышка/основание» повернем каждый из эскизов на 360 градусов вдоль оси вращения – нижней грани. У нас получатся две линзы, соединение которых и будет представлять собой объектив телескопа (не забываем выбирать материал деталей – **стекло**).

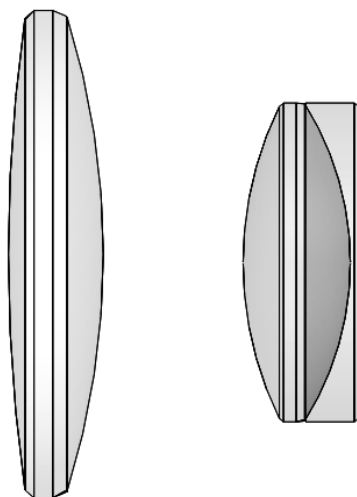
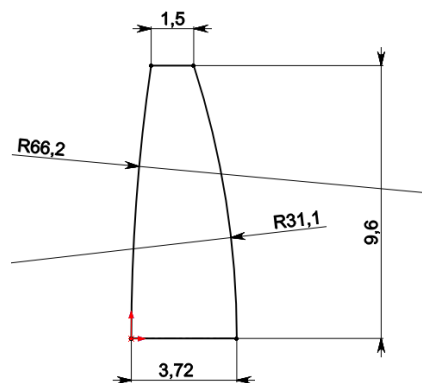


Окуляр телескопа состоит из трех линз, две из которых склеены. Эскизы склеенных линз представлены ниже:



Эскиз отдельной линзы представлен справа.

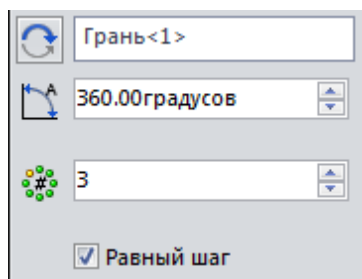
Как и в предыдущем случае, с помощью инструмента *«Повернутая бобышка/основание»* поворачиваем каждый из представленных эскизов на 360 градусов вдоль оси вращения – нижней грани. Соединение трех полученных линз и будет представлять собой окуляр телескопа.



Основой **корпуса телескопа** является полый металлический цилиндр с отверстиями для крепления защитных крышек и видоискателя.

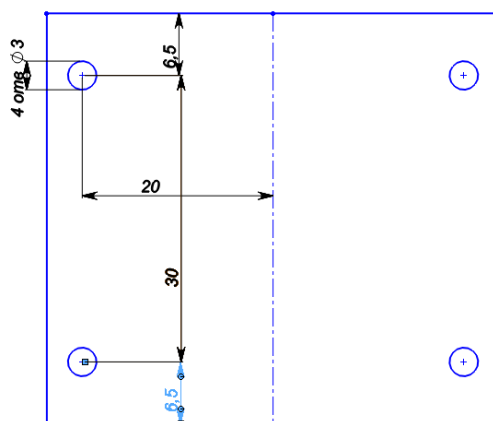
Выбрав необходимую плоскость, нужно построить элемент *«бобышка вытянуть»* со следующими параметрами: *внешний диаметр тубуса – 121 мм, толщина стенки – 1,5 мм, высота тубуса – 970 мм.*

Далее в плоскости, расположенной параллельно оси тубуса, создадим эскиз для выполнения элемента *«вытянутый вырез»*. Так как для крепления задней крышки тубуса применяются элементы размера МЗ, то выберем инструмент *«окружность»* и нарисуем в плоскости эскиза окружность соответствующего диаметра (3 мм). Центр окружности относительно заднего торца тубуса расположен на расстоянии 10 мм. Согласно полученному эскизу создаем отверстие на стенке тубуса.



При помощи элемента «круговой массив» копируем отверстие, выбирая соответствующие параметры (где «грань 1» - поверхность стенок тубуса).

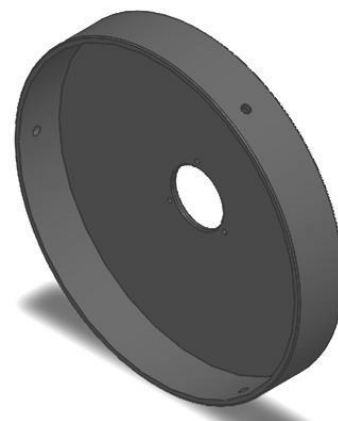
Аналогично созданию отверстия для крепления задней крышки создаем отверстия для крепления видоискателя. Эскиз для ориентации отверстий представлен на рисунке. После создания левой части эскиза целесообразно воспользоваться инструментом «зеркально отобразить объекты». Расстояние от заднего торца тубуса до верхней границы прямоугольника – 100 мм.



Для создания **задней крышки тубуса** необходимо создать цилиндрическую бобышку *диаметром 127 мм, высотой 20 мм*. После этого, воспользовавшись инструментом «вытянутый вырез», вырезать цилиндрическое отверстие *диаметром 123 мм на глубину 18 мм*.

Далее необходимо создать отверстие для фокусировочного узла *диаметром 22,5 мм* и три крепежных отверстия под элементы размером М 1,6 вокруг первого отверстия. Диаметр для создания кругового массива составляет 28 мм.

Также создадим три отверстия под крепежные элементы М3 на боковой поверхности крышки. Создание данных отверстий рассматривалось ранее. В итоге получается деталь, изображенная на рисунке.



Далее перейдем к фокусировочному узлу.

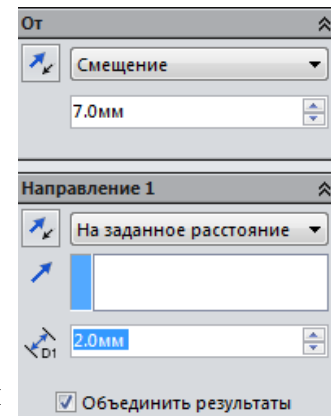
Фокусировочный узел – это деталь, осуществляющая требуемую подвижку окуляра. Он обеспечивает наведение на резкость изображения объектов, находящихся в поле зрения объектива. Сам узел состоит из корпуса, который

крепится к задней крышке трубы, то есть осуществляет монтаж фокусера на тубус, также включает в себя двустороннюю ручку для наведения на резкость. Преобразование вращательного движения вокруг оси ручки в поступательное движение узла, фиксирующего окуляр, происходит при помощи реечной передачи. Реечная передача обладает высоким КПД и простотой в исполнении и эксплуатации.

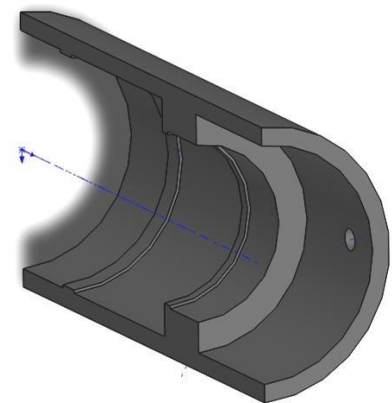
Также следует отметить, что в сборке узла присутствуют специальные металлические мостики, ограничивающие движение шестерни, а для рейки предусмотрен специальный паз в корпусе фокусера. Крепление мостика в гнезде на корпусе осуществляется винтами.

Одной из составляющих частей тубуса является **трубка фокусера**, в которую устанавливаются линзы окуляра. Для этого в корпусе предусмотрены фланцы и внутренняя резьба для использования крепления оптических деталей резьбовыми кольцами.

Сперва создаем цилиндрическую полу бобышку, внешний диаметр которой – 22,5 мм, толщина стенки – 1,5 мм. Далее в плоскости одного из торцов бобышки (далее задний торец) создаем эскиз для элемента «бобышка вытянуть». В качестве эскиза используется кольцо с диаметрами 21 и 19 мм. На рисунке изображены параметры, необходимые для завершения создания первого фланца.

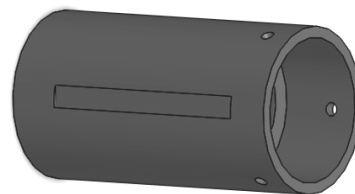


Аналогично создаем второй фланец. Его *внутренний диаметр составляет 14 мм, смещение относительно плоскости первого фланца – 16 мм, толщина – 1 мм.* Так как осуществляется склейка окуляра меньшего диаметра, то необходимо сделать утолщение в области установки. Для этого построим подобный фланец *диаметром 14,5 мм и толщиной 5 мм.*



На внутреннюю поверхность корпуса при помощи «условного обозначения резьбы» наносится резьба, необходимая для дальнейшего крепления. Резьба наносится от обойторцов до плоскости соответствующего фланца. Также необходимо создать *отверстия под крепеж М 1,6* на расстоянии 4 мм от торца.

Для установки рейки на внешней поверхности трубки необходимо сделать отверстие. Для этого создаем дополнительную плоскость, касательную к внешней поверхности



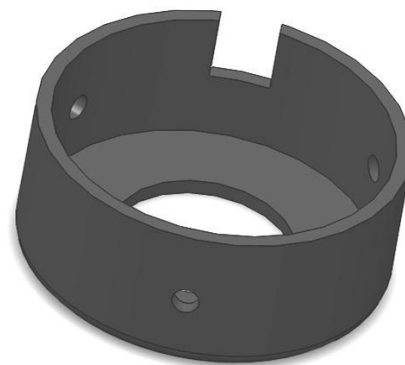
трубки. В данной плоскости строим эскиз в виде прямоугольника (*ширина – 3 мм, длина – 30 мм*). Относительно заднего торца трубки расстояние 7 мм.

Используя полученные ранее навыки, построим **резьбовые кольца**, параметры которых приведены ниже в таблице. Условно обозначим резьбу на внешней поверхности колец.

Узел	Диаметр внешний	Диаметр внутренний	Высота
Одиночная линза	19,5	18,5	1,5
Склейка	14,5	13,5	1,5

Крышка фокусера создается аналогично задней крышке тубуса. Размеры для построения:

- *внешний диаметр – 24,5 мм;*
- *высота 10 мм;*
- *толщина стенки 1 мм;*
- *диаметр отверстия – 12 мм;*
- *3 отверстия под крепеж М 1,6;*
- *радиус скругления 1 мм.*



Также для установки рейки в крышке фокусера необходимо сделать вырез, как показано на рисунке выше. *Высота относительно торца составляет 4,5 мм, ширина – 4 мм.*

В корпус фокусера устанавливается трубка, которая относительно него в дальнейшем будет совершать передвижение.

Начнем построение с фланца, внешний диаметр которого составляет 32,5 мм, внутренний – 22,5 мм, высота – 2 мм. Относительно одной из плоскостей фланца создадим полый цилиндр высотой 32,6 мм и толщиной стенки 1 мм.

В верхней плоскости фланца создаем круговой массив отверстий под крепеж M 1,6. Далее при помощи инструмента «бобышка-вытянуть» создаем выступы на внешней поверхности корпуса, в одном из которых будет располагаться рейка (ширина – 5 мм, высота – 2 мм, длина – 32,6 мм), а в другом – ось (высота – 3 мм, остальные размеры на рисунке).

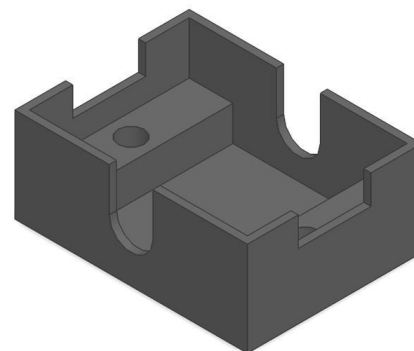
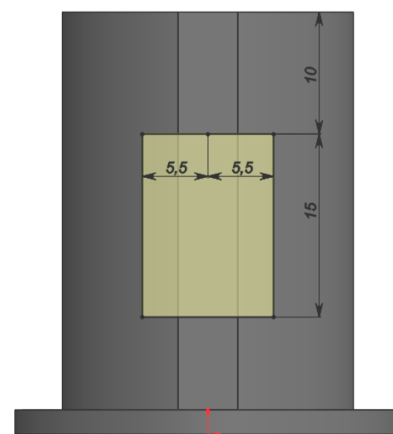
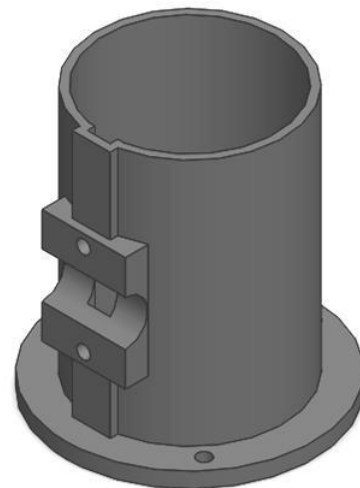
При помощи инструмента «вытянутый вырез» необходимо создать отверстие, обеспечивающее свободное расположение зубчатого колеса в сборке.

Также создаем вырез с внутренней стороны корпуса, глубина которого составляет 1 мм, а ширина – 3 мм. В конце необходимо добавить отверстия под крепеж M1,6 в плоскости второго выступа.

Для защиты и фиксации узла «рейка – зубчатое колесо» построим крышку:

«Бобышка-вытянуть»:

- длина 16 мм;
- ширина 12 мм;
- высота 6,5 мм.



«Вырез-вытянуть1»:

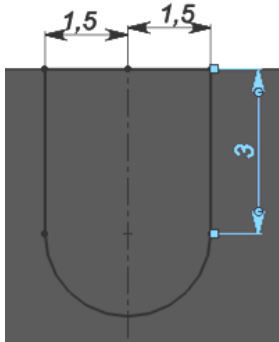
- длина 15 мм;
- ширина 11 мм;
- глубина 3,6 мм.

«Вырез-вытянуть2»:

- длина 9 мм;
- ширина 11 мм;
- глубина 2,4 мм (относительно «Вырез-вытянуть1»).

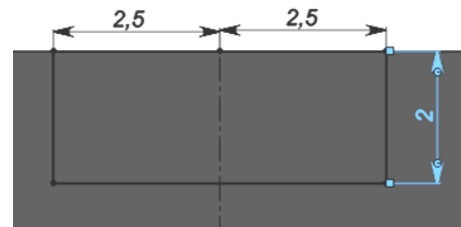
«Вырез-вытянуть3»:

- насквозь (см. эскиз снизу).



«Вырез-вытянуть4»:

- насквозь (см. эскиз снизу).



«Отверстие под крепеж»: М 1,6 (см. внешний вид детали)

Теперь нам необходима двусторонняя ручка. При помощи инструмента «бобышка-вытянуть» создаем ось диаметром 3 мм и длиной 50 мм. Справа изображена пластиковая часть ручки. Для ее реализации воспользуемся следующим алгоритмом:



«Бобышка-вытянуть1»:

- диаметр 20 мм;
- высота 7 мм.

«Бобышка-вытянуть2»:

- диаметр 22 мм;
- высота 1 мм.

«Скругление»:

- радиус 0,5 мм.

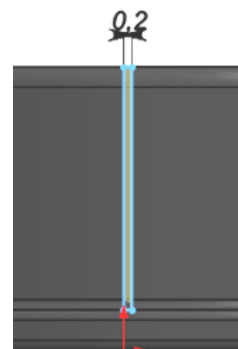
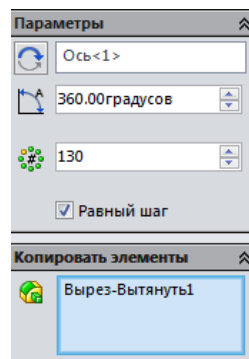
«Вырез-вытягуть1» (см. эскиз справа, глубина 0,25 мм).

«Круговой массив» (параметры справа).

«Вырез-вытянуть2» (создаем эскиз в плоскости нижней грани ручки):

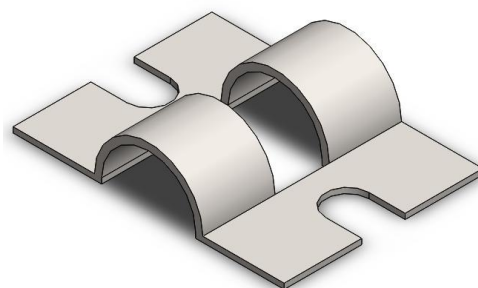
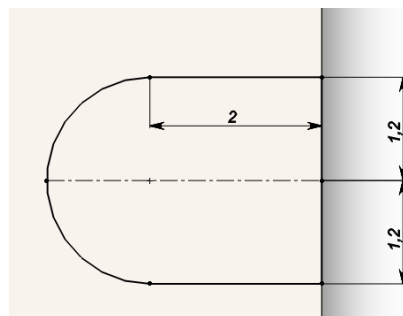
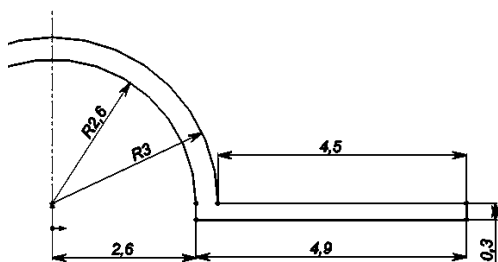
- диаметр 3 мм

- глубина 5 мм

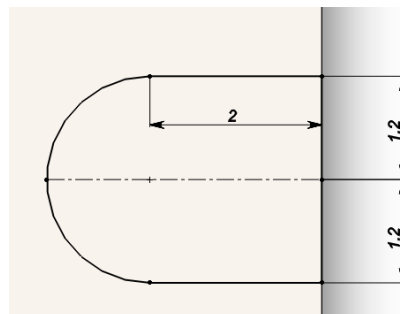
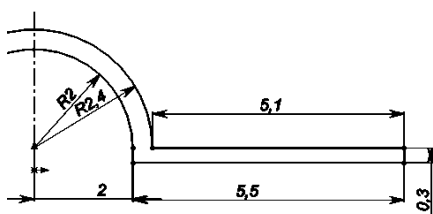


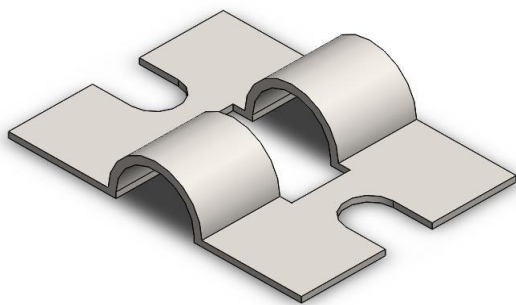
Согласно приведенным ниже эскизам и внешнему виду детали необходимо построить **дополнительные крепежные элементы**.

1) Нижний элемент:

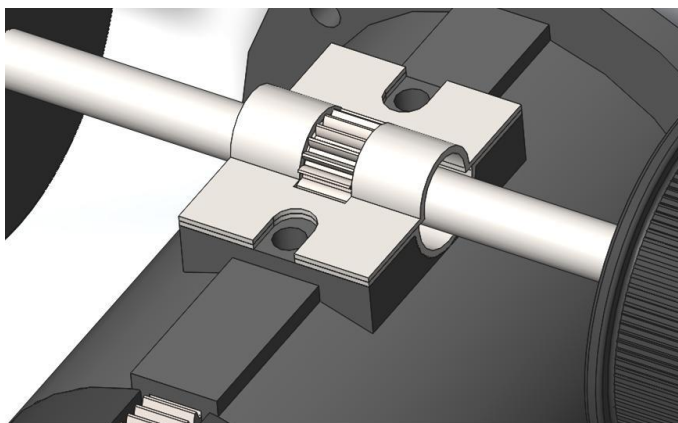


2) Верхний элемент:



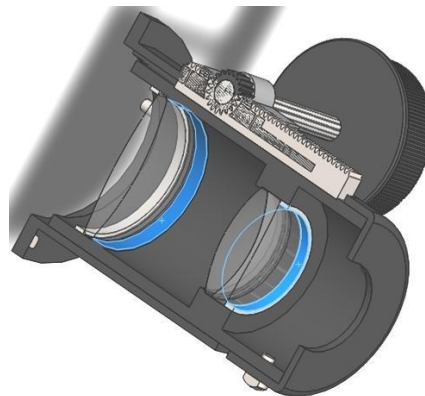


После завершения работы с деталями необходимо осуществить их **сборку** согласно представленным ниже изображениям. Рейка, зубчатое колесо и крепежные элементы требуемых размеров находятся в Tool Box.



Крепление двусторонней ручки и расположение механизма рейка-зубчатое колесо.

Крепление оптических элементов резьбовыми кольцами (выделены синим).



Внешний вид сборки.

Крепление объектива осуществляется резьбовыми кольцами непосредственно в пластиковую бленду, которая одновременно отвечает за ограничение посторонней засветки. Для создания **оправы** воспользуемся следующими шагами построения:



«Бобышка-вытянуть1»:

- диаметр внутренний 121 мм;
- толщина стенок 1,5 мм;
- высота 156 мм.

«Бобышка-вытянуть2» (фланец):

- толщина кольца 2 мм;
- высота фланца 1 мм;
- расстояние от торца 20 мм.

«Бобышка-вытянуть3»:

- диаметр внешний 121 мм;
- толщина стенок 1,5 мм;
- высота 1 мм.

(эскиз на плоскости торца «Бобышка-вытянуть1»)

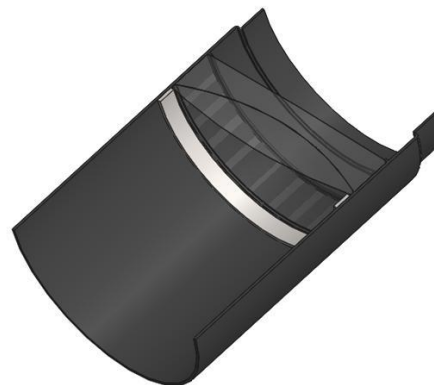
«Бобышка-вытянуть4»:

- диаметр внешний 118 мм;
- толщина стенок 1,5 мм;
- высота 15 мм.

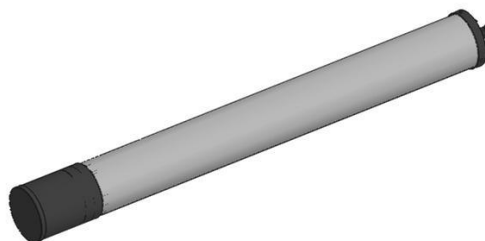
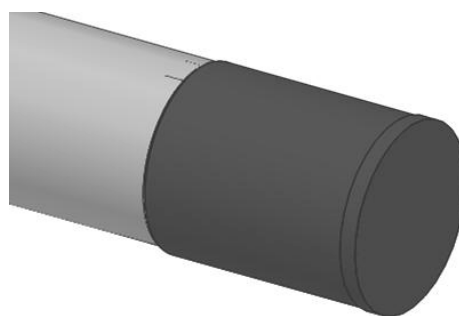
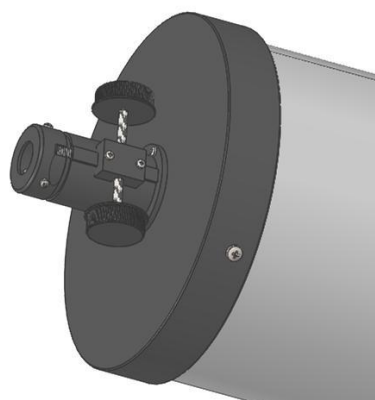
(эскиз на плоскости торца «Бобышка-вытянуть3»)

Также нужно добавить необходимые скругления.

Крепление объектива осуществляется при помощи резьбового кольца, взаимное расположение элементов сборки можно увидеть на изображении справа.



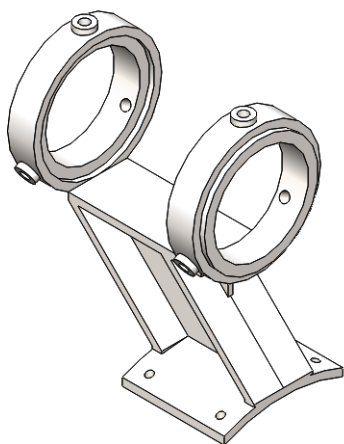
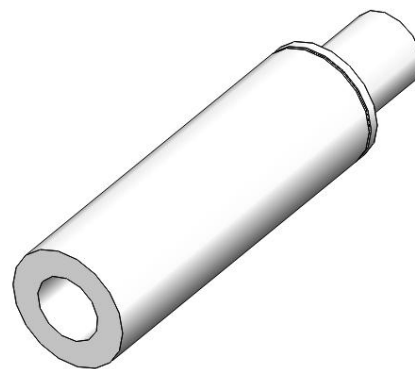
После осуществления сборок основных компонентов **сборка тубуса** не вызовет особых сложностей. Крепежные элементы требуемых размеров находятся в Tool Box. Стоит отметить, что оправка-бленда и ее крышка держатся без дополнительных элементов только на силе взаимного трения.



3.2. Видоискатель

Видоискатель представляет собой зрительную трубку, имеющую шестикратное увеличение и поле зрения 8° . Оптический искатель упрощает процесс наведения телескопа на объект, обеспечивая неподвижное положение объектива и окуляра в корпусе.

Тубус видоискателя имеет вид, показанный на рисунке справа. Диаметр большого цилиндра составляет 40 мм, а длина – 125 мм. Диаметр меньшего цилиндра составляет 25 мм, а длина – 32 мм. Диаметр выреза у цилиндров одинаковый и составляет 22 мм. Общая длина тубуса оптического искателя составляет 157 мм.



Фиксация видоискателя осуществляется с помощью крепежа, изображенного на рисунке слева. Размеры крепежных элементов подбираются исходя из размеров тубуса искателя и зрительной трубы телескопа.

Внешний вид оптического искателя представлен на рисунке ниже. Можно заметить, что на меньший цилиндр тубуса насажен оптический регулятор, размеры которого определяются размерами тубуса видоискателя.

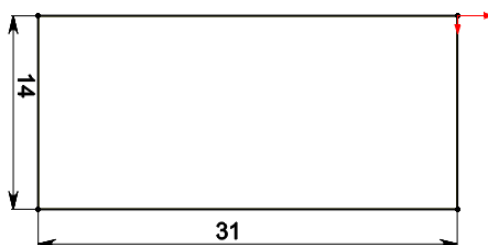
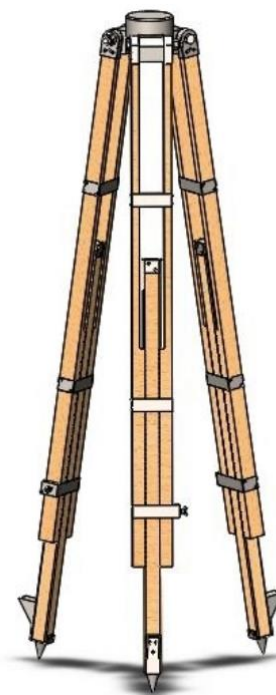


3.3. Тренога

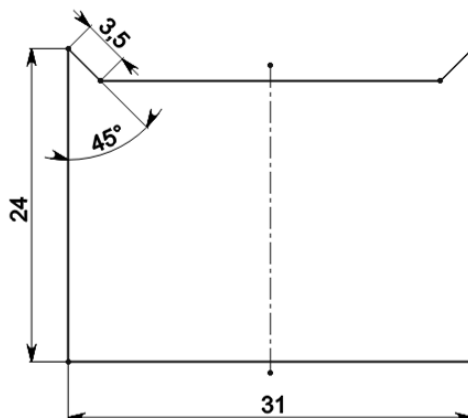
Как мы видим, тренога телескопа состоит из деревянных ножек, снабженных специальными стопорами, которые позволяют фиксировать ножки в необходимом для наблюдателя положении.

Именно с ножек мы и начнем построение треноги. Все ножки идентичны, поэтому построить необходимо будет лишь одну из них.

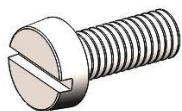
Каждая нога треноги состоит из трех деревянных брусьев (выбранный материал – **бук**). Крайние брусья одинаковы и распложены симметрично друг другу. Начнем построение крайнего бруска со следующего эскиза:



Это вид сверху. С помощью инструмента «Вытянутая бобышка/основание» вытянем эскиз на 565 мм. Получится прямоугольный брусок. Построим на нижней плоскости бруса следующий эскиз:

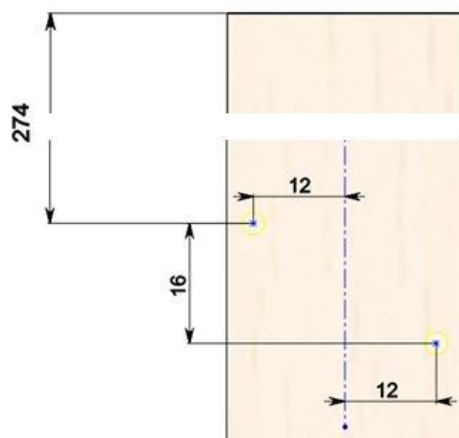
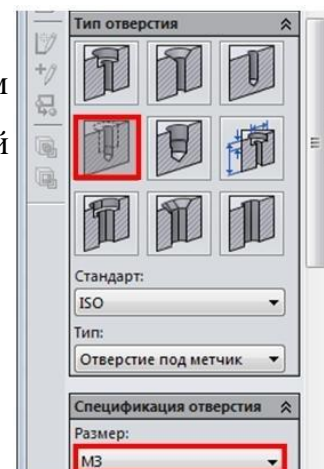


Нижняя грань эскиза должна совпадать с нижней гранью построенного бруска. С помощью инструмента «Вытянутая бобышка/основание» вытянем деталь на 415 мм вниз. У нас получился готовый брусок длиной 980 мм, в котором теперь необходимо подготовить отверстия под крепеж.

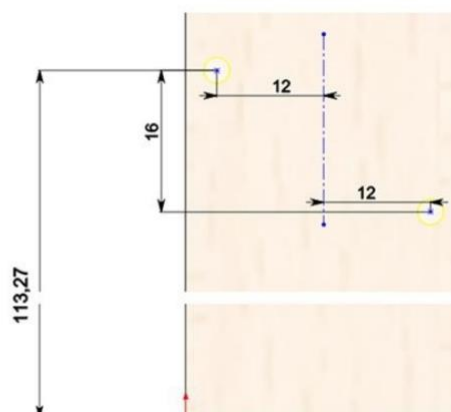
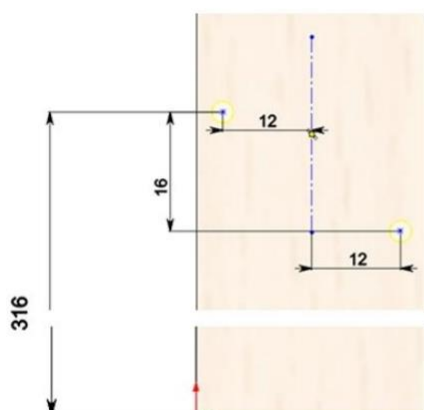


В зависимости от крепежного элемента выбираем необходимый тип отверстия. В нашем случае крепежным элементом является **винт с головкой со шлицем** размером МЗ.

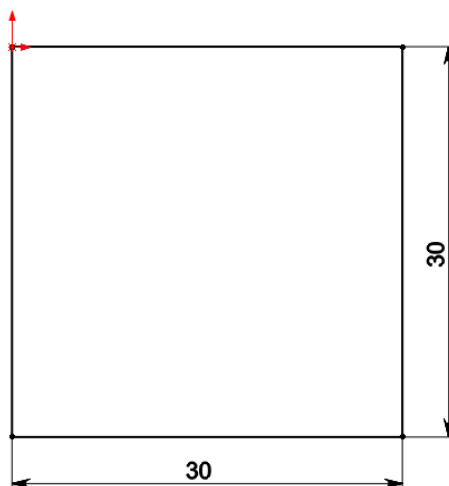
Поэтому, используя инструмент «Отверстие под крепеж», выбираем тип отверстия «Метчик» с соответствующим размером МЗ. Длину отверстия и крепежного элемента задаем на свое усмотрение. Отверстия располагаем на левой (гладкой) поверхности бруса так, как показано на эскизе:



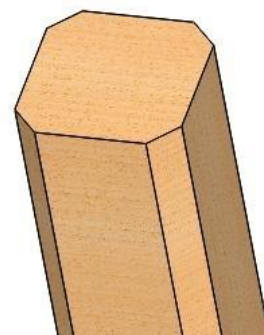
Эти отверстия откладываются от верхней грани бруса. От нижней грани бруса отверстия откладываются аналогично:



Крайние брусья готовы. Теперь переходим к среднему бруску. Рисуем следующий эскиз:



С помощью инструмента «Вытянутая бобышка/основание» вытягиваем эскиз на 800 мм. К боковым граням полученного бруска применяем инструмент «Фаска» и выставляем следующие параметры: расстояние – 5 мм, угол – 45 градусов. Средний брусок ножки треноги готов.

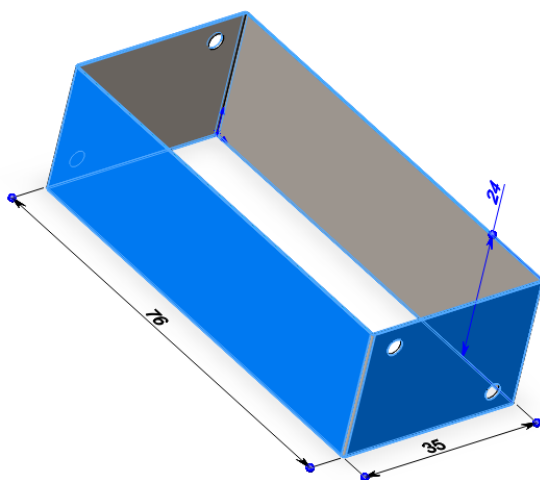


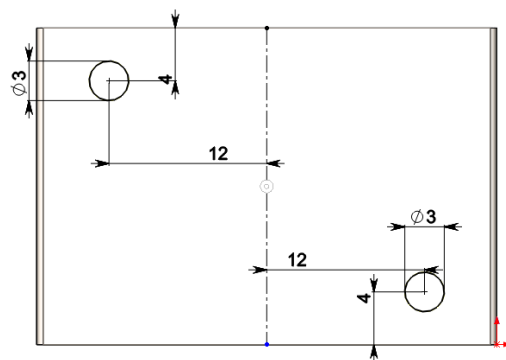
Теперь необходимо построить элементы, соединяющие все брусья вместе. Сразу отметим, что в качестве материала таких элементов была выбрана **кованая нержавеющая сталь**.

Представленная деталь будет скреплять между собой крайние брусья ножки треноги.

Толщина стенок детали составляет 0,4 мм, радиус скругления боковых граней – 0,5 мм.

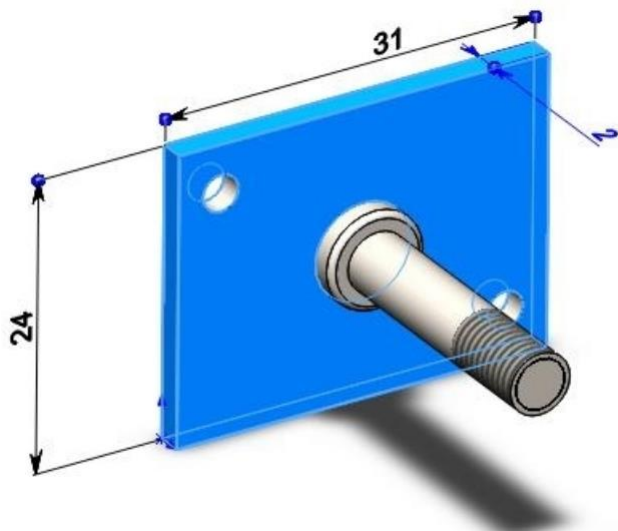
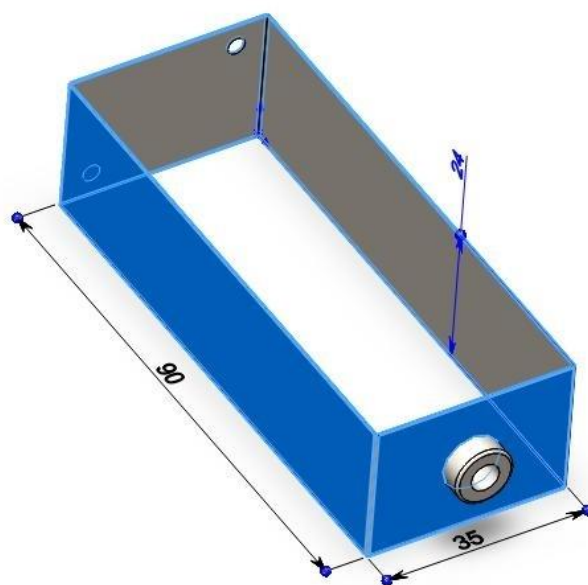
Размеры для нанесения отверстий представлены ниже:





Следующие три детали необходимы для реализации стопорного механизма. Первая деталь практически аналогична предыдущей, только длина составляет 90 мм, а на одной из граней вместо двух отверстий располагается одно.

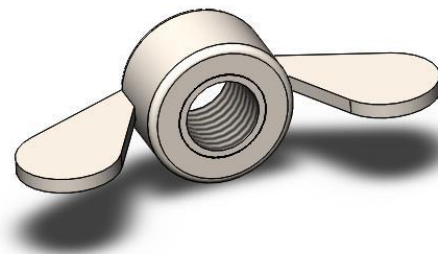
Отверстие находится в центре грани. Внешний диаметр отверстия составляет 10 мм, внутренний – 5 мм. Отверстие выступает из грани на 4 мм. Скругление кромки отверстия составляет 0,5 мм.



Вторая необходима деталь представлена слева. Расположение крайних отверстий в этой детали такое же, как в предыдущих. Диаметр центрального выступа составляет 8 мм, радиус скругления

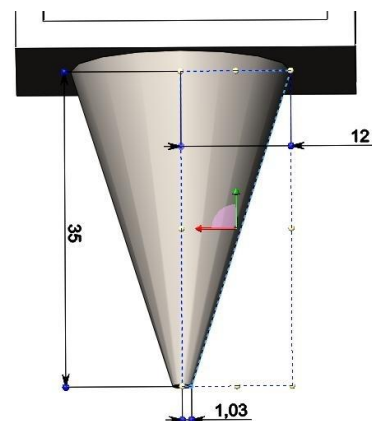
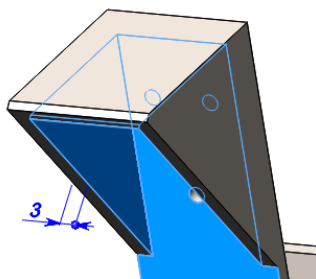
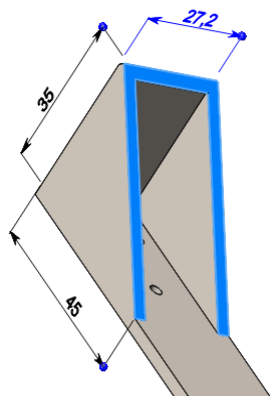
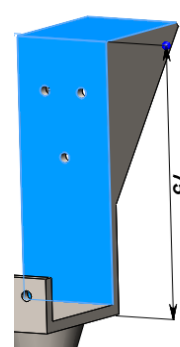
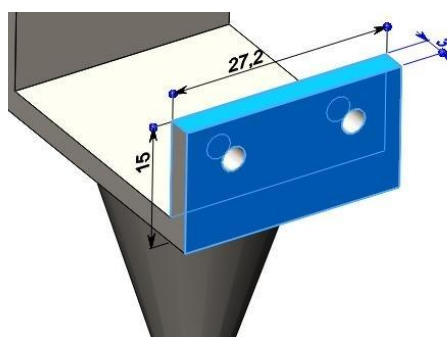
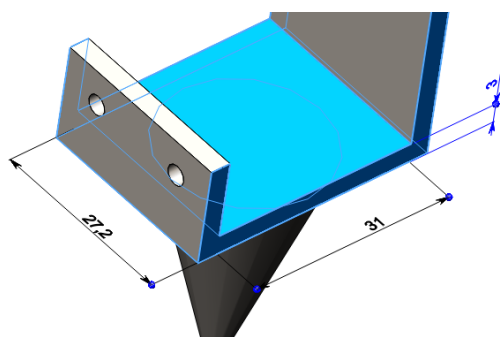
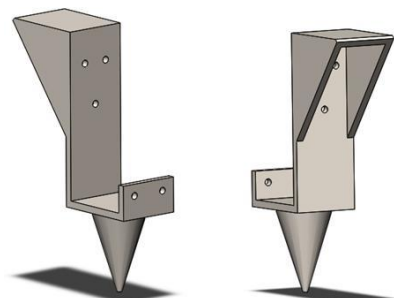
кромки – 0,5 мм. Диаметр цилиндра, исходящего из центра выступа, составляет 5 мм, длина – 22 мм. Также можно заметить, что на конец цилиндра нанесено условное изображение резьбы длиной 8 мм.

Третьей необходимой деталью стопорного механизма является «барашек». Диаметр цилиндра составляет 10 мм, диаметр отверстия – 5 мм. Цилиндр вытянут на 6 мм, и обе его кромки имеют скругление радиусом 0,5 мм. Размеры лопастей «барашка» принципиального значения не имеют, их можно задать самим. Стоит отметить, что на всю длину внутренней поверхности цилиндра нанесено условное изображение резьбы.

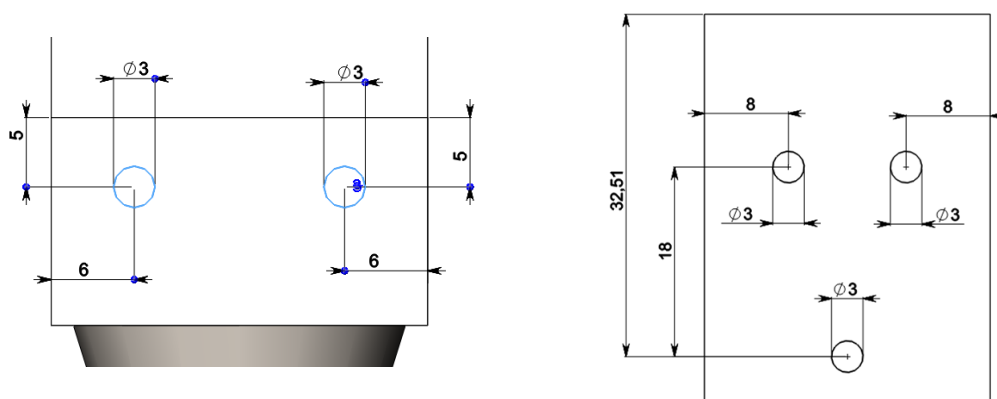


Перейдем к нижнему креплению среднего бруска. Оно имеет следующий вид:

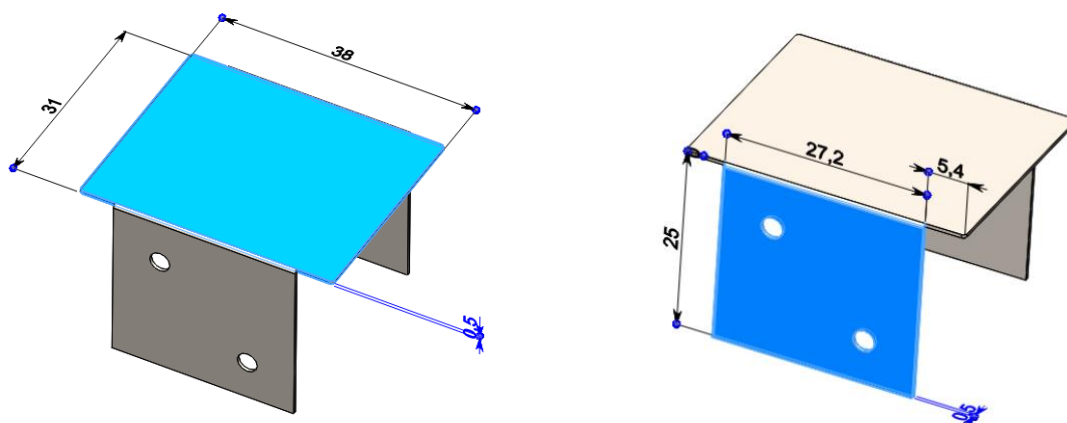
Все необходимые размеры для построения данной детали представлены ниже.



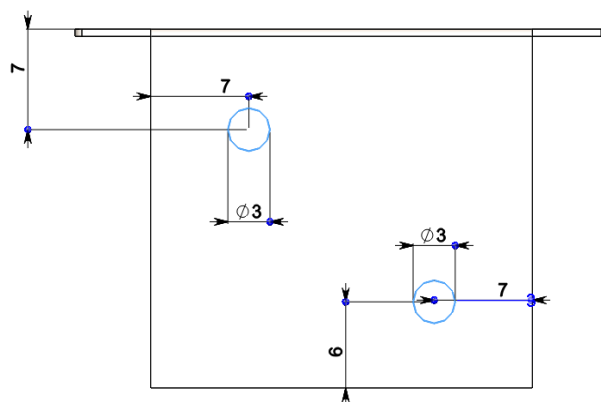
Размеры, необходимые для нанесения отверстий:



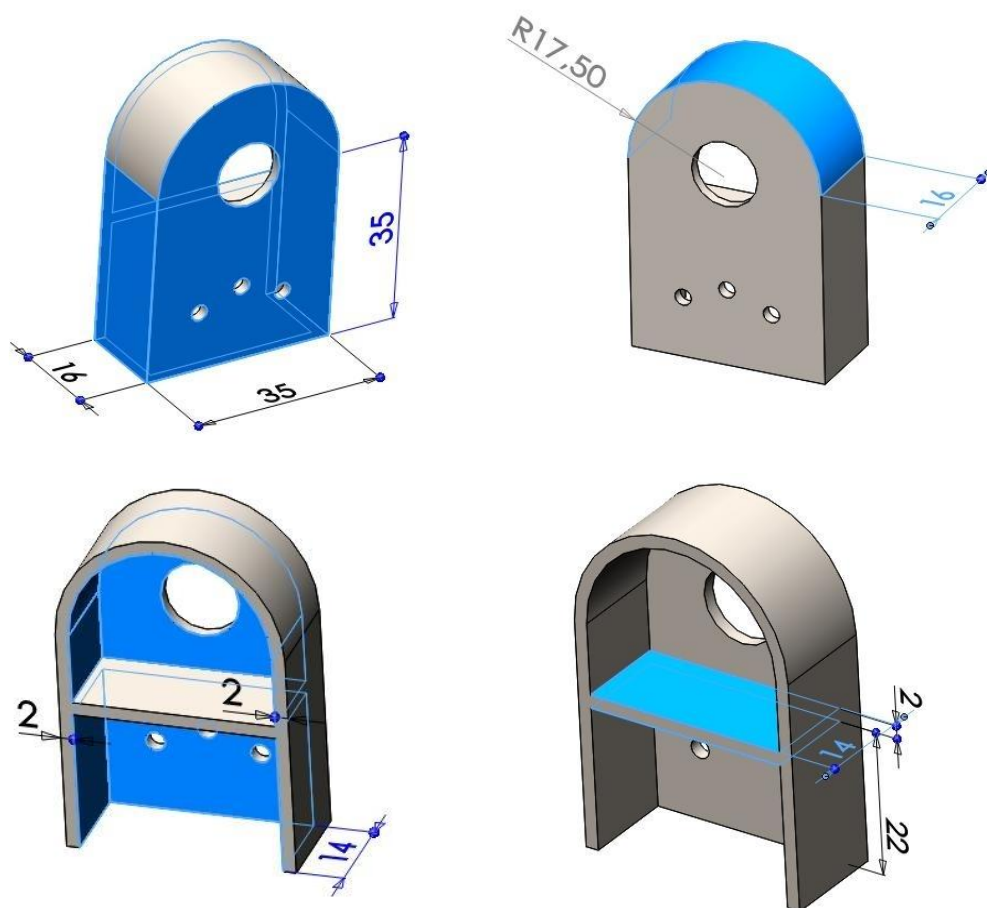
Теперь перейдем к верхним креплениям. Для крепления среднего бруска ножки необходима деталь со следующими размерами:



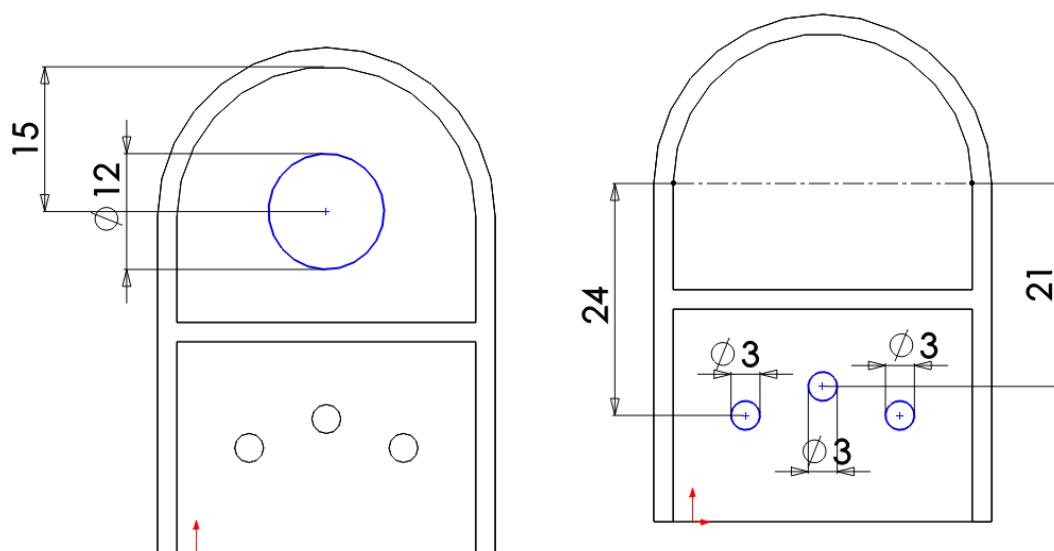
Все стенки детали имеют толщину 0,5 мм. Радиус скругление верхних краев детали составляет 0,5 мм. Размеры для нанесения отверстий на обе стенки детали представлены ниже.



Для крепления боковых брусьев ножки необходима деталь со следующими размерами:



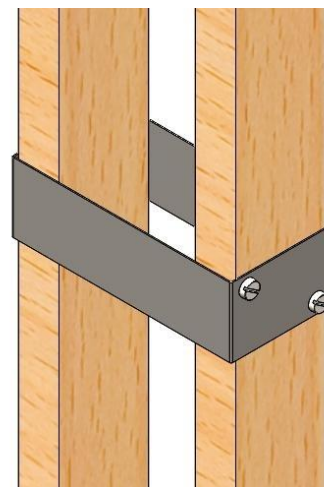
Размеры для нанесения отверстий на стенку детали представлены ниже.



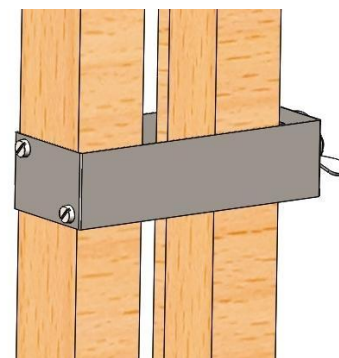
Теперь, когда все необходимые элементы готовы, можно начинать сборку ножки треноги.

Крайние брусья должны быть расположены симметрично друг относительно друга. Части брусьев с выступами должны быть направлены вовнутрь. Для точной фиксации деталей вставляем в сборку два элемента для скрепления крайних брусьев ножки треноги и устанавливаем необходимые сопряжения деталей (концентричность отверстий в крепежной детали и отверстий под крепеж в брусьях, а также совпадение соответствующих граней деталей). Крепежные элементы устанавливаются в районе верхних и средних отверстий под крепеж в брусьях. Нижние отверстия предназначены для установки стопорного механизма.

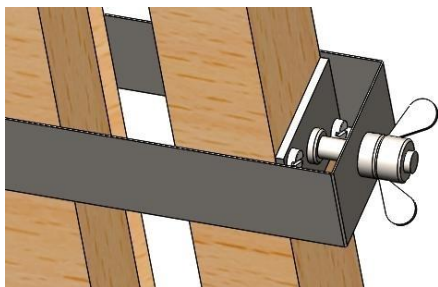
После установки сопряжений нужно закрепить детали выбранными ранее винтами. Для осуществления крепежа также необходимо выполнить ряд сопряжений (концентричность отверстий под крепеж с круглой головкой винта, а также совпадение задней грани головки винта с передней гранью крепежного элемента). Конечный результат показан на рисунке справа.



Далее необходимо установить стопорный механизм в нижнюю часть скрепленных брусьев. Первую деталь стопорного механизма устанавливаем аналогично предыдущим крепежным элементам, только теперь сопряжение деталей по крепежным отверстиям будет осуществляться с одной стороны – со стороны левого бруска. Установив все необходимые сопряжения, закрепляем детали винтами.

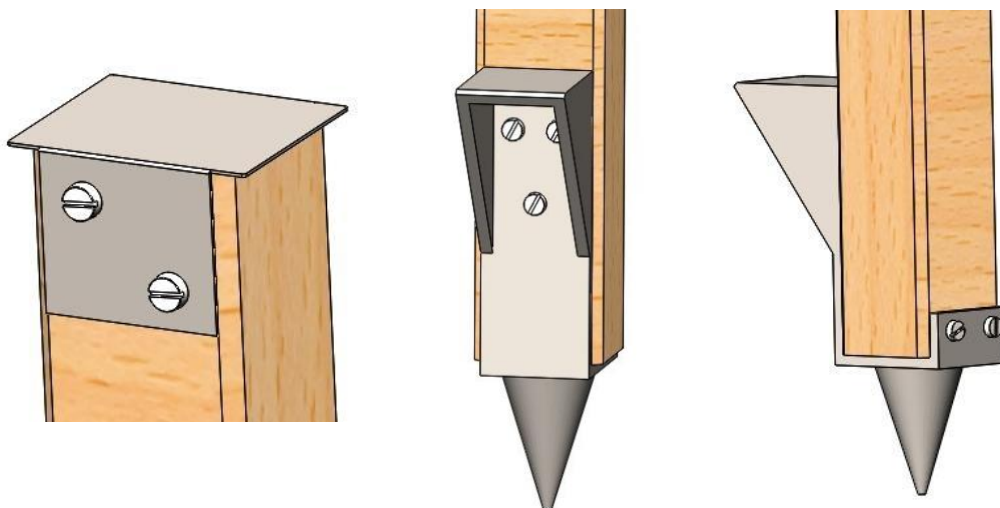


Вторую деталь стопорного механизма устанавливаем аналогичным образом со стороны правого бруска. Если все выполнить правильно, то цилиндр, исходящий из второй детали, должен точно попасть в центральное

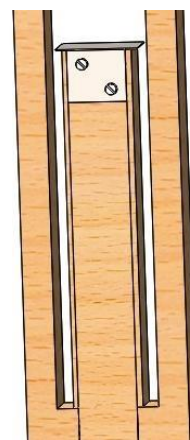


отверстие первой детали. И, наконец, устанавливаем «барашек». Он должен быть концентричен цилиндру и совпадать с передним отверстием на первой детали, как показано на рисунке слева.

Далее устанавливаем верхний и нижний крепежные элементы на средний брус так, как показано на рисунках ниже.

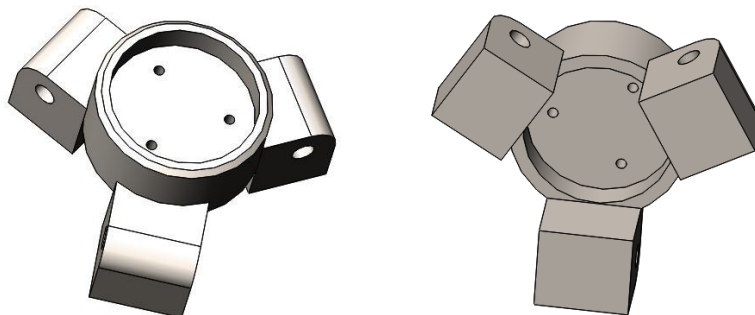


Теперь можно соединить все брусья вместе. Непосредственная фиксация среднего бруса относительно крайних осуществляется с помощью стопорного механизма, однако мы можем выставить необходимые сопряжения для брусьев так, чтобы средний брусок точно входил в зазор между крайними брусками.

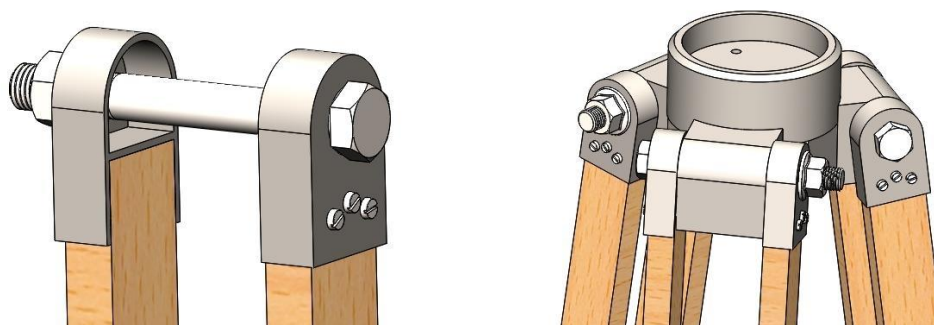


Далее необходимо закрепить все три ножки треноги относительно друг друга. Для этого сперва необходимо установить крепежные элементы для крайних брусьев, как показано на рисунке слева.

Все три ножки будут фиксироваться с помощью болтов и гаек в общей детали, изображение которой приведено ниже. Внешний диаметр цилиндра составляет 90 мм, диаметры внутренних верхнего и нижнего отверстий в цилиндре – 76 мм. Размеры остальных элементов можно подобрать самостоятельно.



Крайние брусья крепятся с помощью болтов и гаек соответствующего размера (М12) к трем выступающим частям вершинной детали так, как показано на рисунках ниже.



Тренога собрана.

3.4. Монтировка

Общий вид экваториальной монтировки телескопа представлен справа. Она состоит из двух осей: полярной и перпендикулярной ей оси склонений. Каждая ось имеет координатный круг, показывающий часовой уголи склонение небесных объектов, видимых в поле зрения телескопа. Также ось склонений имеет механизм тонких движений, который перемещает трубу в пределах $\pm 4^\circ$. С его помощью можно поправить положение объекта в поле зрения.

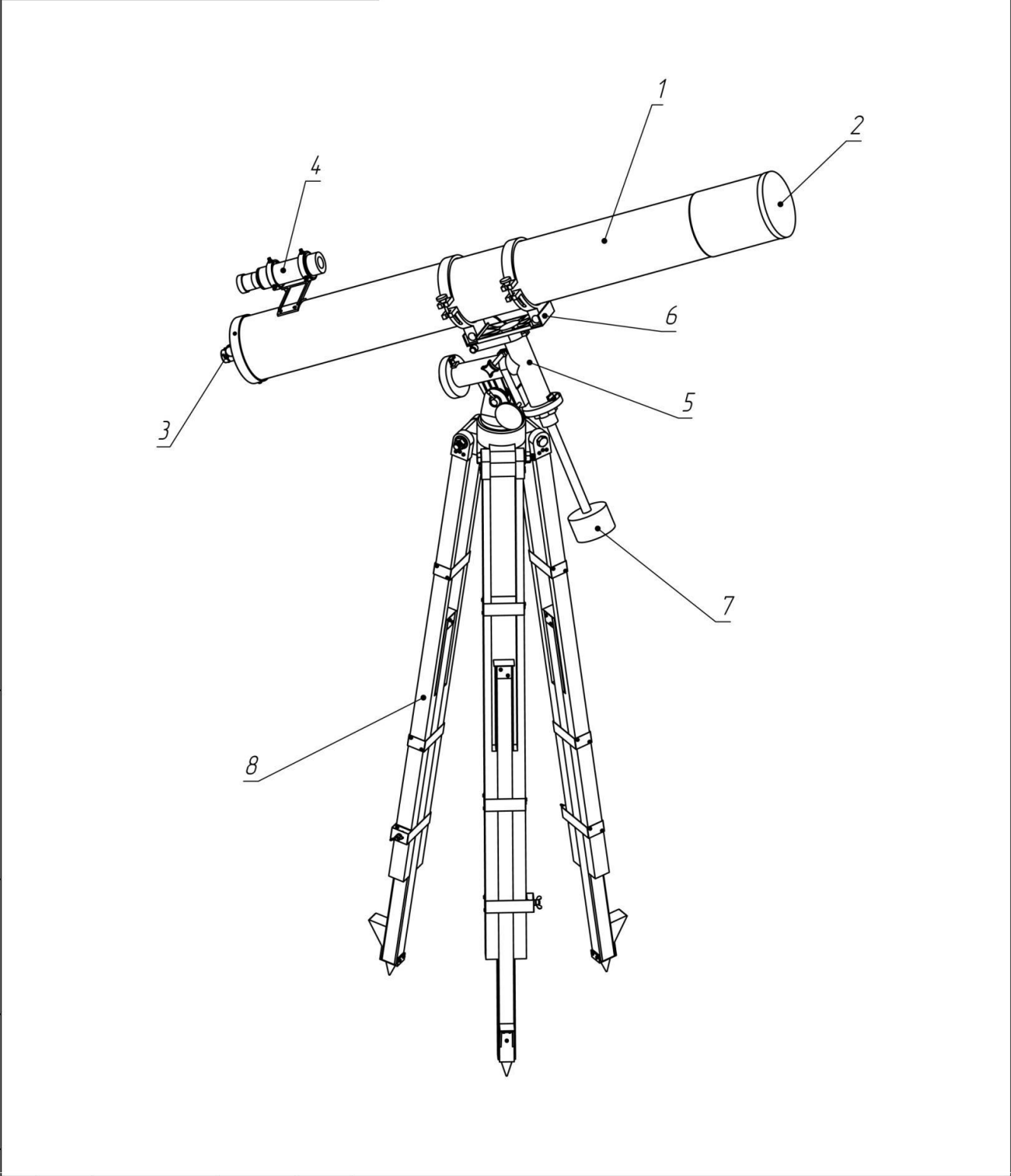


На одном конце оси склонений закреплен кронштейн с хомутами, диаметр которых подбирается исходя из размеров зрительной трубы. На данном кронштейне устанавливается труба телескопа. Изображение кронштейна представлено слева. На другом конце оси склонений устанавливается противовес, который может перемещаться для балансировки трубы телескопа.

3.5. Общая сборка телескопа ТАЛ-100R

Соединив между собой все построенные детали соответствующими сопряжениями, получим готовый телескопический прибор.

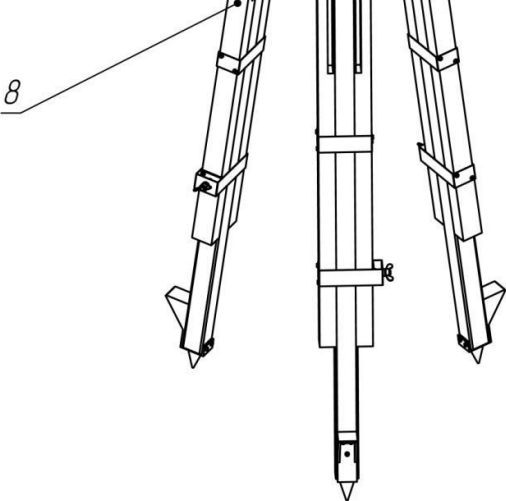
$\Phi_{HPA.4BM51.01}$



Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата



					ФЮРА.4ВМ51.00.СБ													
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Телескоп ТАЛ-100R							Лит.		Масса	Масштаб			
Разраб.																		1:10
Провер.	Валиев Д.Т.																	
Т. контр.																		
Рук. гр.																		
Н. контр.												НИ ТПУ, ИФВТ, кафедра ЛИСТ						
Утв.																		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации телескоп ТАЛ-100R, ТАЛ-100RT.
2. Справочник конструктора опτικο-механических приборов.
В.А. Панов, М.Я. Кругер, В.В. Кулагин и др.; Под общ. ред. В.А. Панова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 742 с.: ил.
3. Н.П. Закаэнов и др. Теория оптических систем: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 488 с.: ил.
4. В.Н. Чуриловский. Теория оптических приборов. Под ред. Н.А. Денина. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1966. – 565 с.: ил.