



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

ЗАДАЧНИК



Инженерный класс
в московской школе

НАПРАВЛЕНИЕ
КОСМИЧЕСКИЕ КЛАССЫ

ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП



МОСКВА
2024



Оглавление

Вариант 1.....	3
Вариант 2.....	8
Вариант 3.....	13
Вариант 4.....	18
Вариант 5.....	23
Вариант 6.....	28
Вариант 7.....	33
Вариант 8.....	38
Вариант 9.....	43
Вариант 10.....	48
Вариант 11.....	54
Вариант 12.....	59
Вариант 13.....	63
Вариант 14.....	68
Вариант 15.....	73
Вариант 16.....	78

ВАРИАНТ 1

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по определению коэффициента трения при помощи наклонной плоскости, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя брусок с крючком, груз, наклонную поверхность и электронные части, определить экспериментально коэффициент трения скольжения между бруском и деревянной поверхностью.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть измерение получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение силы трения и веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение силы трения. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения коэффициента трения согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес бруска с грузом;
- определить силу трения скольжения;
- вычислить значение коэффициента трения скольжения и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса бруска с грузом, определении силы трения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), брусок с крючком и груз с известной массой (от 100 г до 500 г), плетеный полимерный шнур (толщина 0,16 – 0,25 мм), наклонная поверхность, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

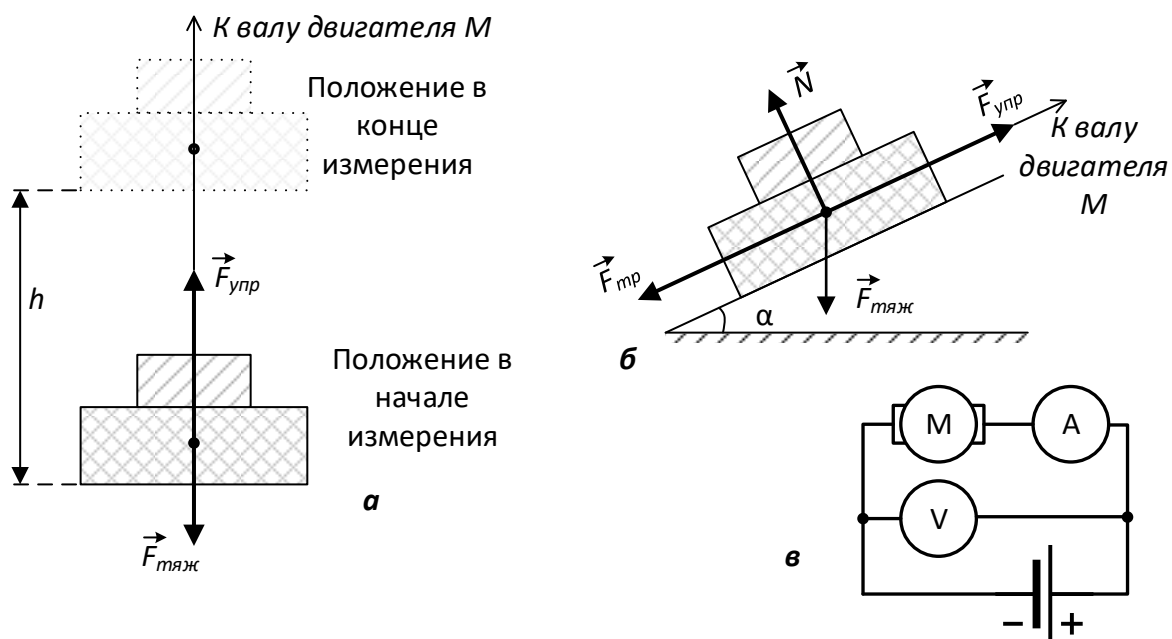


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса бруска (а), измерения силы трения скольжения (б), и обобщенная электрическая схема экспериментальной установки (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 1 (для упрощения модель сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус телескопа. В одной из плат выполнено отверстие для сквозного прохождения телескопа, допустимый зазор между корпусом телескопа и платой – не более 1 мм. Корпус телескопа симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1 мм. Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Объектив телескопа предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов телескопа не прорисовывается (для упрощения модель корпуса телескопа сплошная). Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,5 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,25 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	60 %
Шаблон заполнения	Восьмигранное
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально

До 5

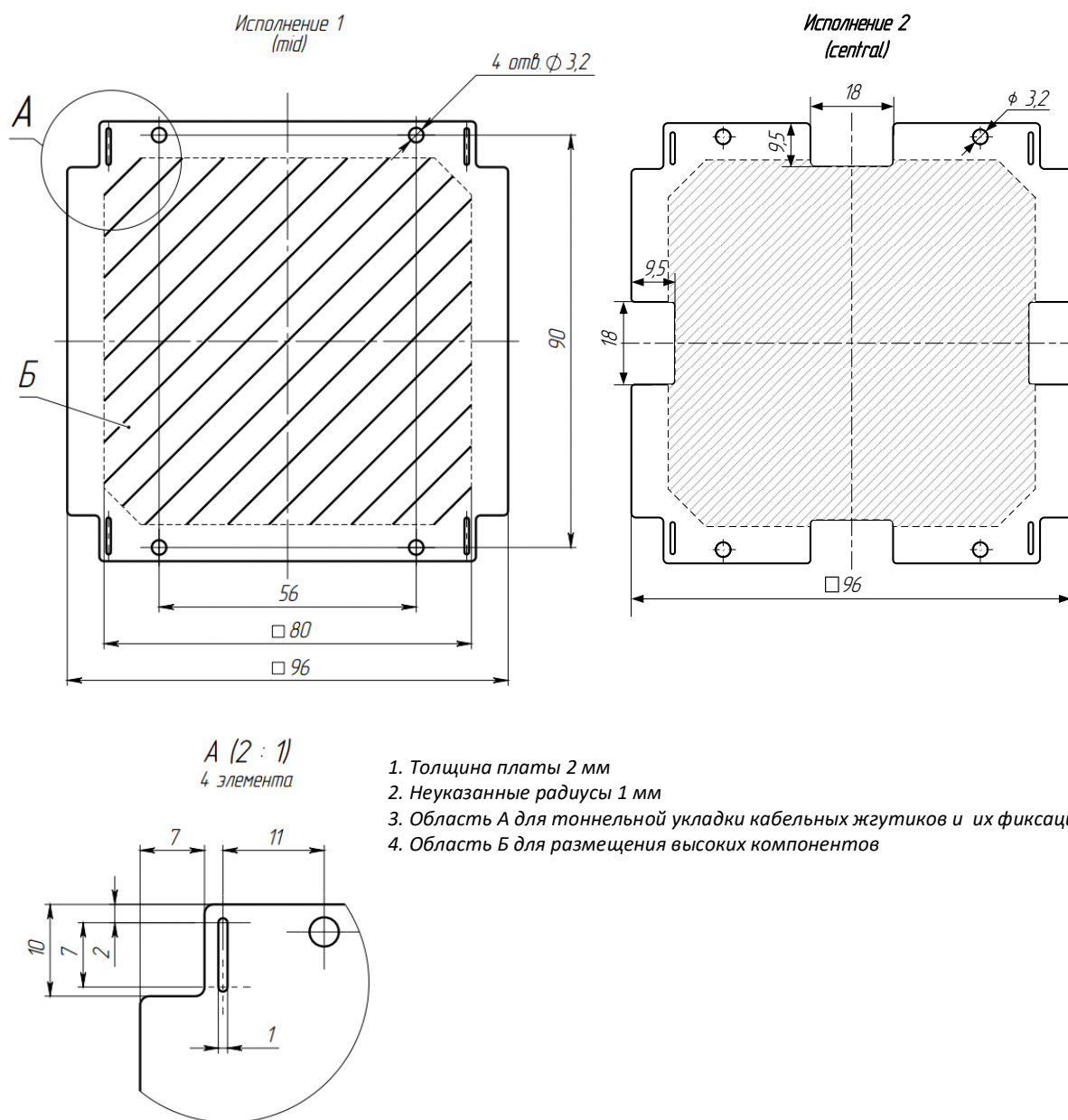


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

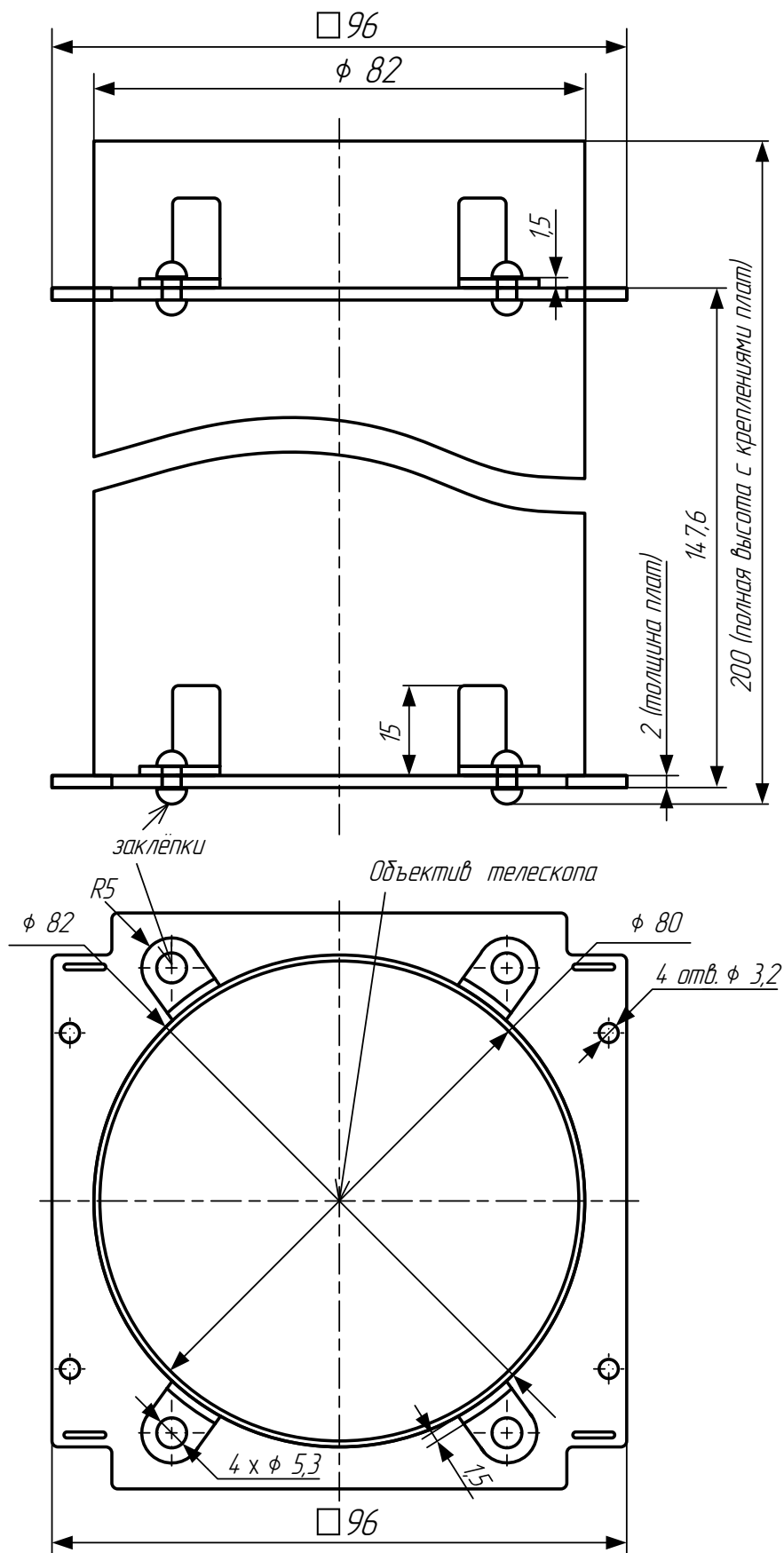


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 2

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию коэффициента трения методом предельного угла, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя брусок с крючком, груз и электронные части, определить экспериментально коэффициент трения покоя между бруском и поверхностью с изменяемым наклоном.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение силы трения и веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение силы трения. Рекомендуются использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения коэффициента трения согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес бруска с грузом;
- определить силу трения покоя методом предельного угла;
- вычислить значение коэффициента трения покоя и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса бруска с грузом, определении силы трения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), брусок с крючком и груз с известной массой (от 100 г до 500 г), плетеный полимерный шнур (толщина 0,16-0,25 мм), линейка, листы чистой бумаги, поверхность с изменяемым наклоном, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

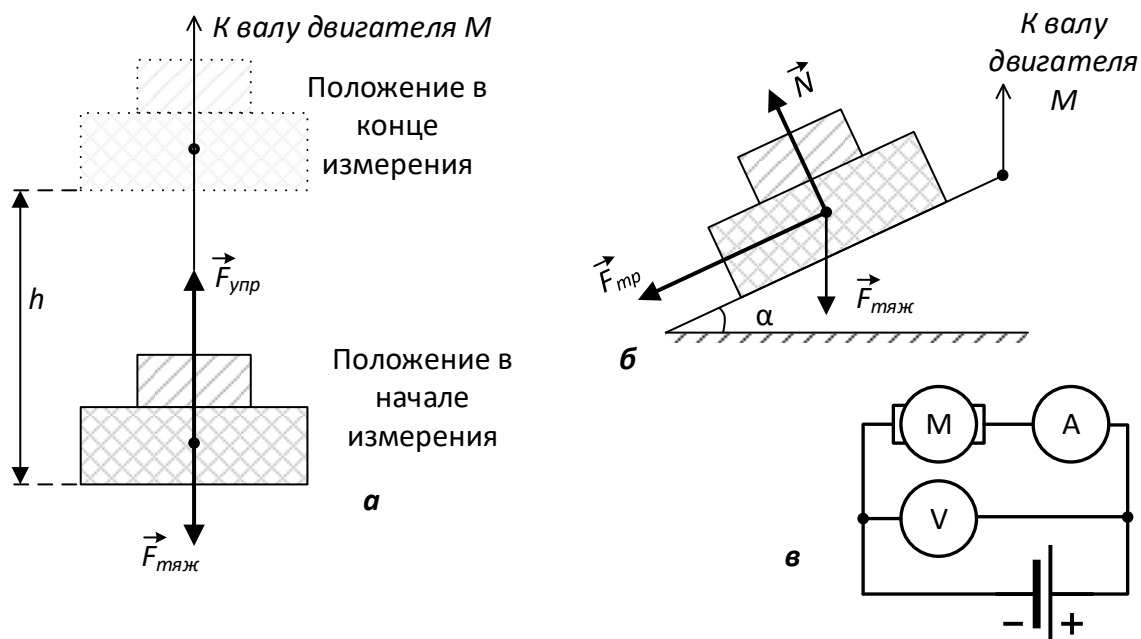


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса бруска (а), измерения силы трения покоя методом предельного угла (б), и обобщенная электрическая схема экспериментальной установки (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 2 (для упрощения модель сплошная). Отсутствующие размеры необходимо брать с Исполнения 1. Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2), металлический корпус ионного двигателя и размещенные на плате 4 конденсатора электролитических алюминиевых K50-35 номиналом 10000 мкФ, 63 В, 35х50 мм. В одной из плат выполнено отверстие для выхода ионов из двигателя. Корпус двигателя симметричный, выполнен из меди толщиной 2 мм (для упрощения модель корпуса двигателя сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно двигателя предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов двигателя не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5

Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5

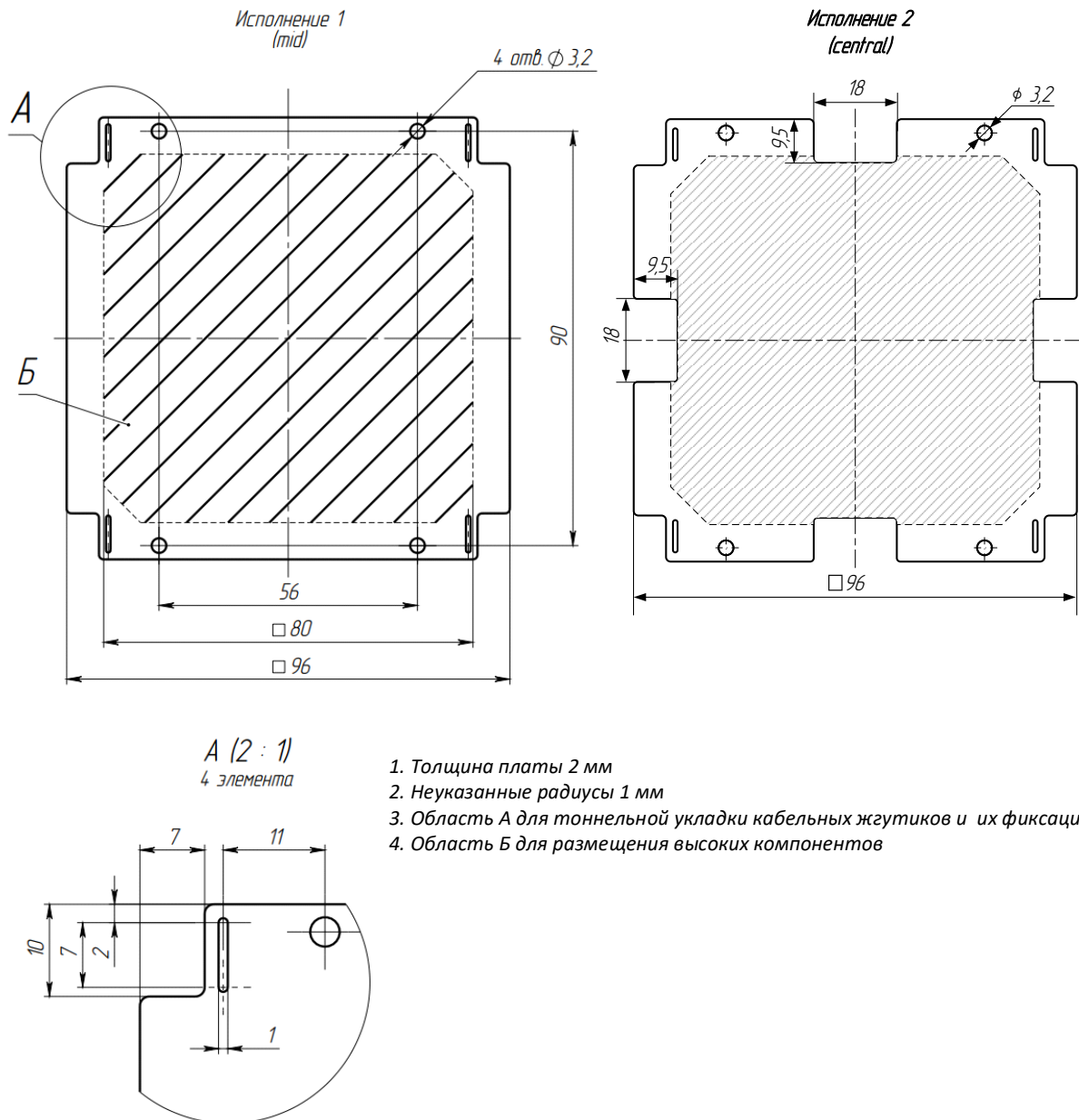


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

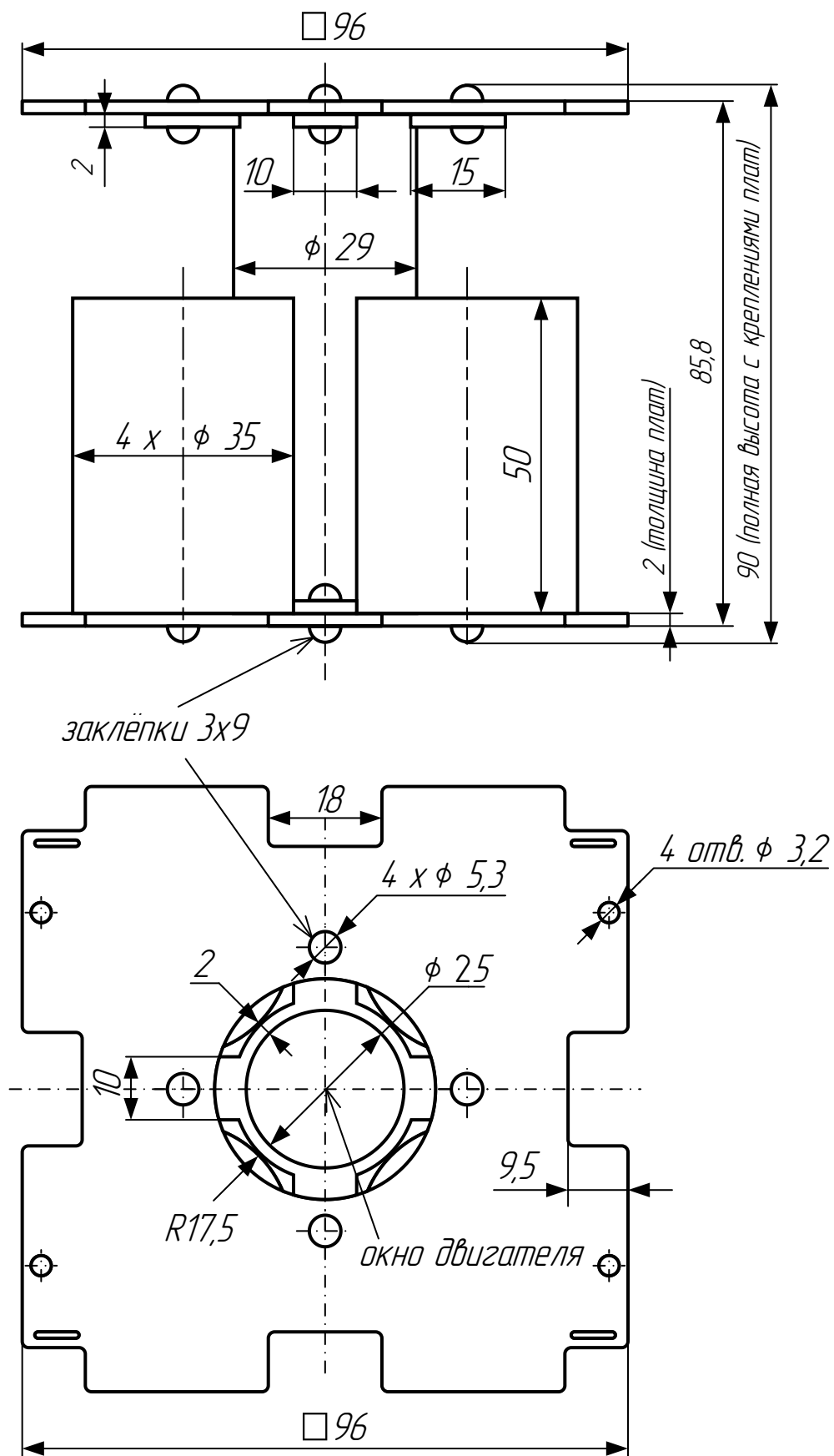


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 3

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию плотности твердого тела, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, мерную емкость с водой и электронные части, определить экспериментально плотность цилиндра.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение плотности твердого тела. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения плотности твердого тела согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра;
- определить объем цилиндра;
- вычислить значение плотности цилиндра и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении плотности цилиндра, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур (толщина 0,16 – 0,25 мм), линейка, листы чистой бумаги, цилиндр с крючком, мерная емкость, вода, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

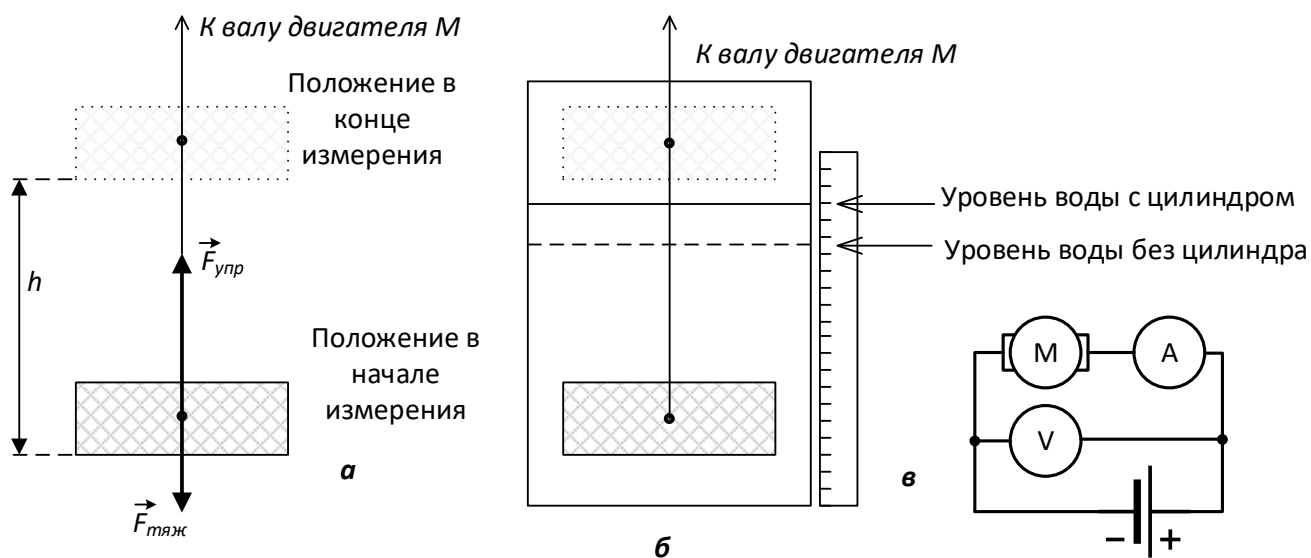


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения объема цилиндра (б), и обобщенная электрическая схема экспериментальной установки (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 1 (для упрощения модель сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1,5 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально

До 5

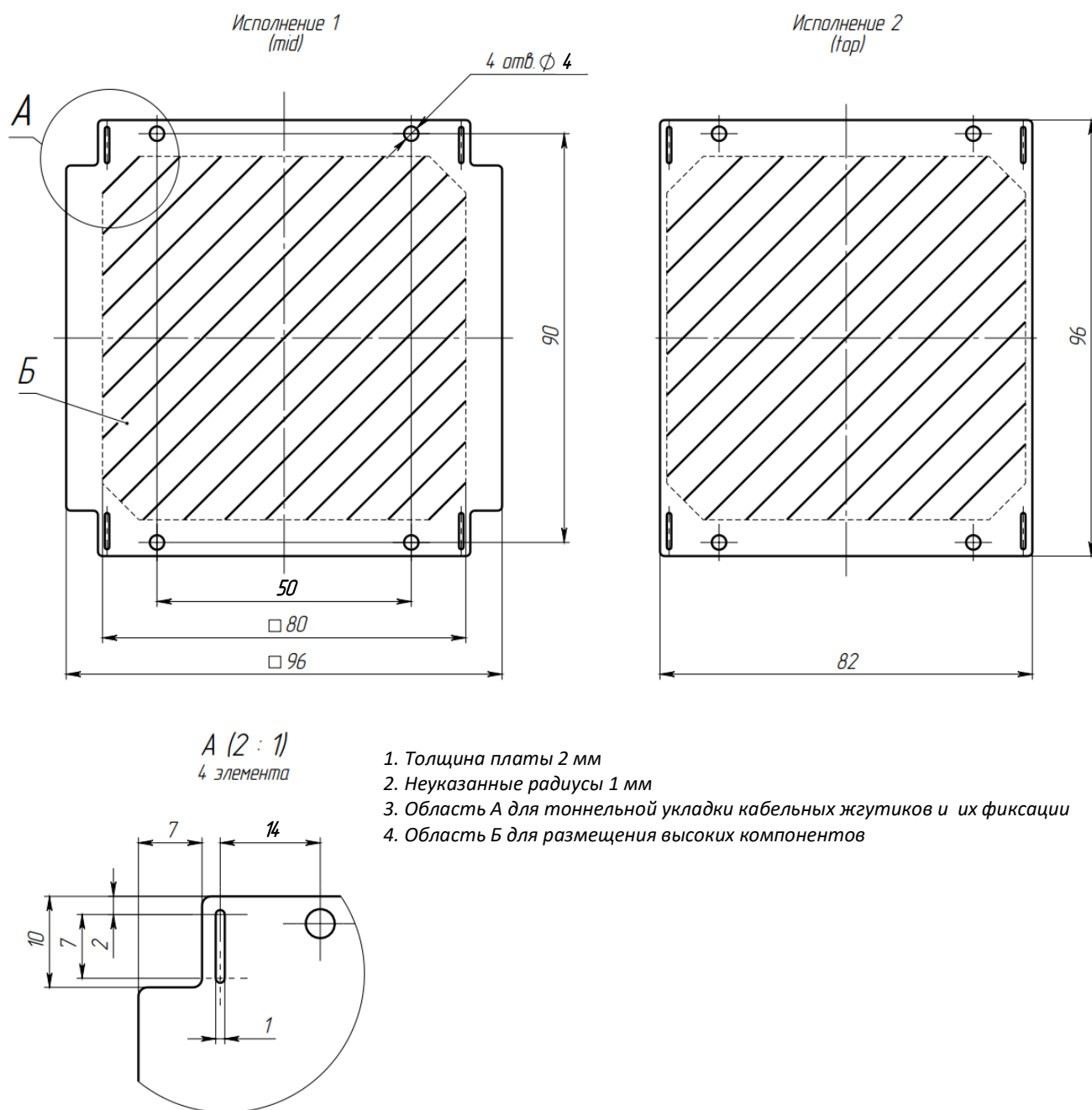


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

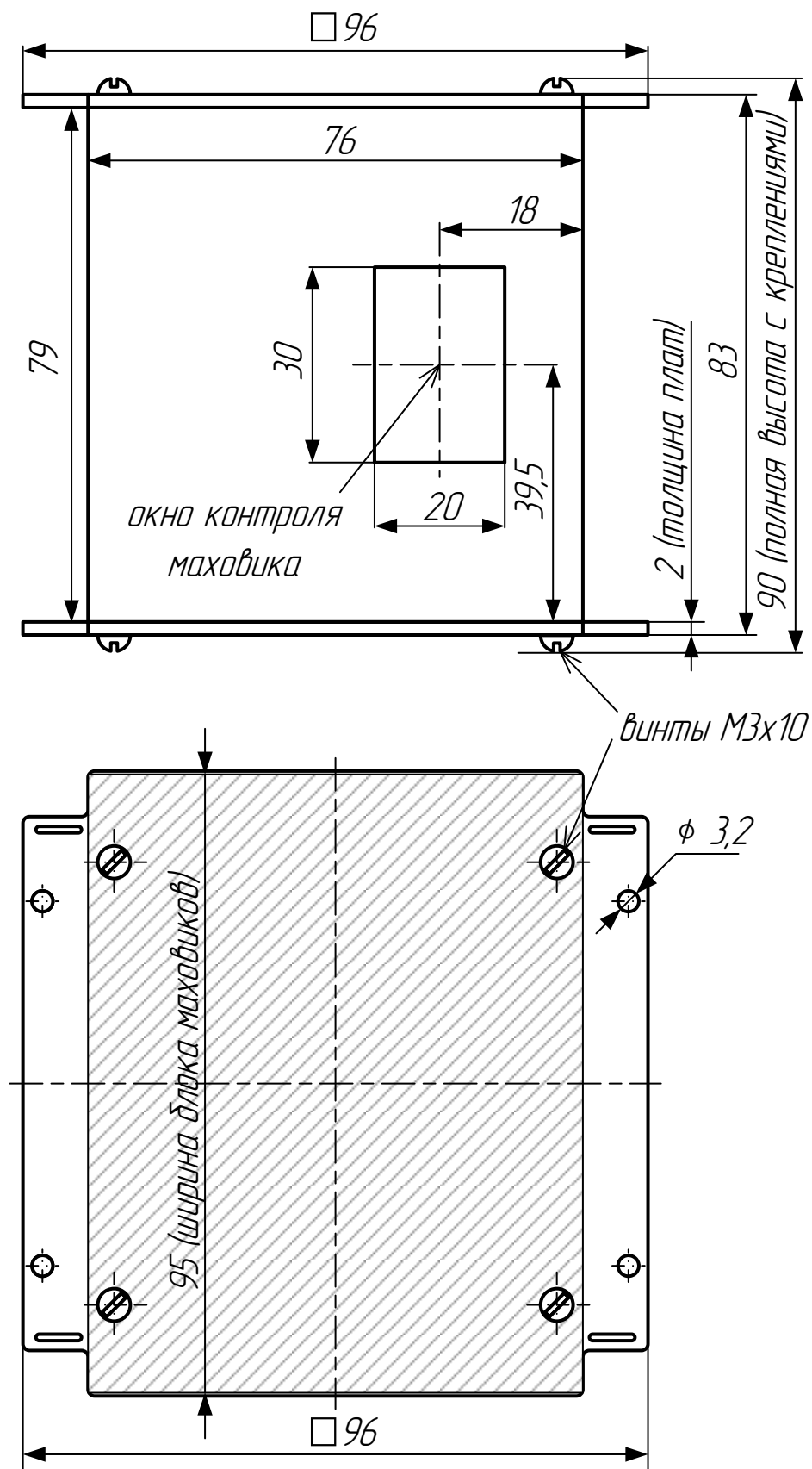


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 4

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, мерную емкость с водой и электронные части, определить экспериментально величину выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение выталкивающей силы и веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение выталкивающей силы. Рекомендуются использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра;
- определить вес цилиндра в жидкости;
- вычислить значение выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении выталкивающей силы, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур (толщина 0,16 – 0,25 мм), линейка, листы чистой бумаги, цилиндр с крючком, мерная емкость, вода, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
----------	-------------------

Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

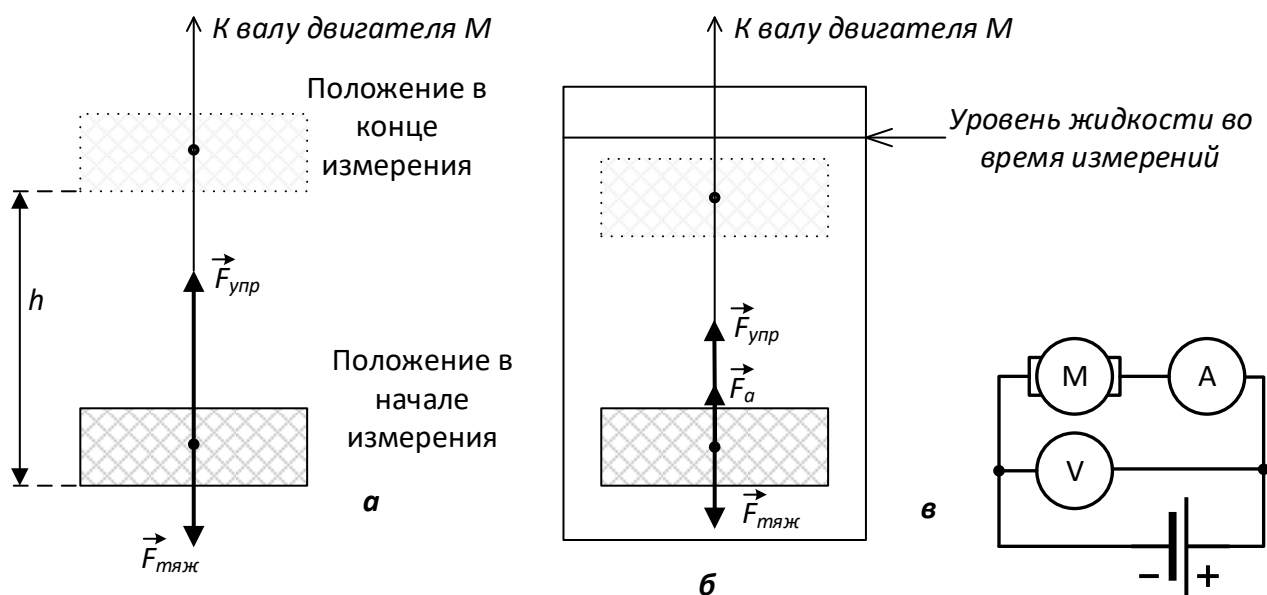


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения выталкивающей силы (б), и обобщенная электрическая схема экспериментальной установки.

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 2 (для упрощения модель платы сплошная). Отсутствующие размеры необходимо брать с Исполнения 1. Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус телескопа. В одной из плат выполнено отверстие для сквозного прохождения телескопа, допустимый зазор между корпусом телескопа и платой – не более 1 мм. Корпус телескопа симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 2 мм. Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнение 1 (область Б) на рисунке 2. Объектив телескопа предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов телескопа не прорисовывается (для упрощения модель корпуса телескопа сплошная). Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,5 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10

Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5

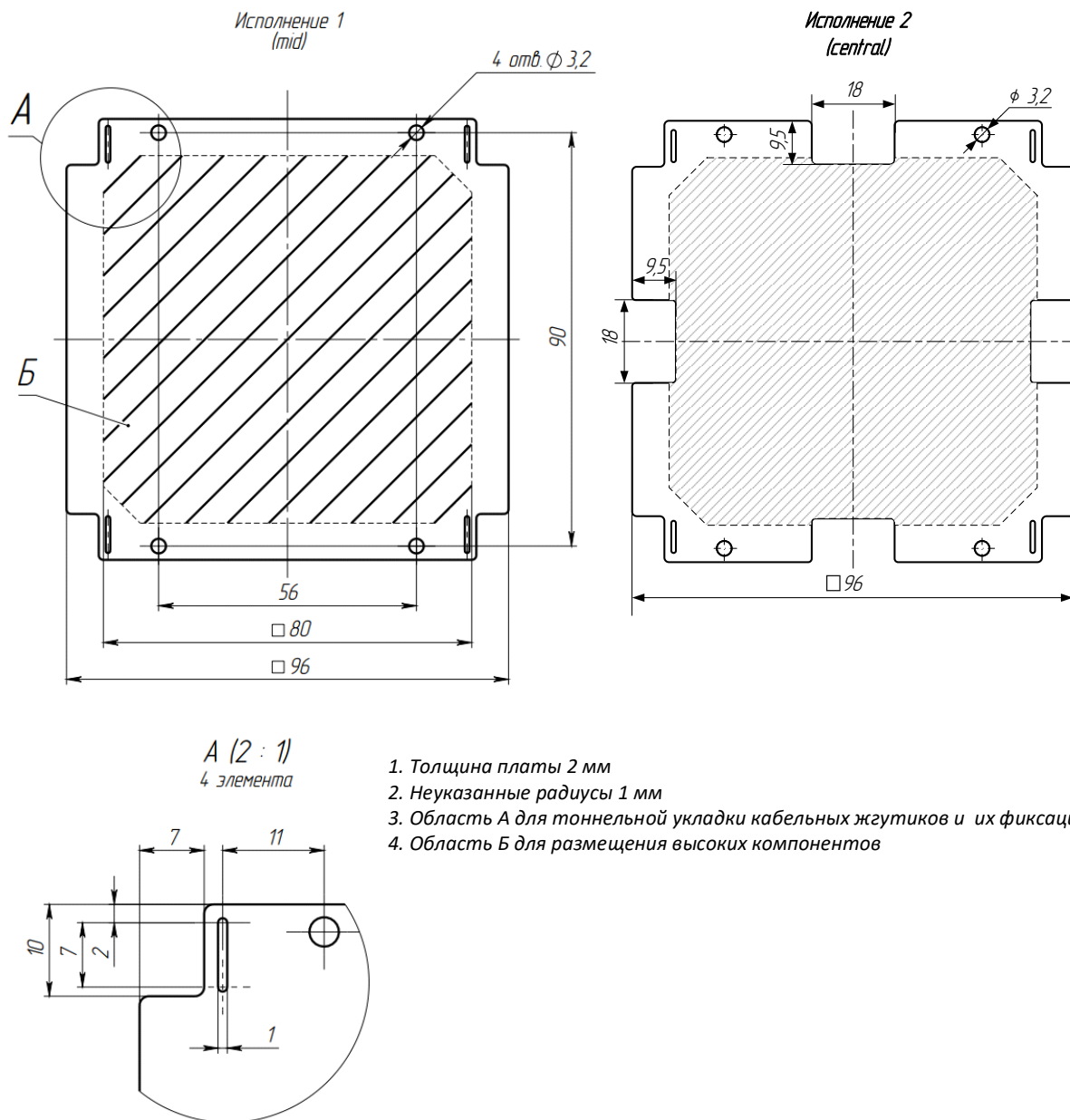


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

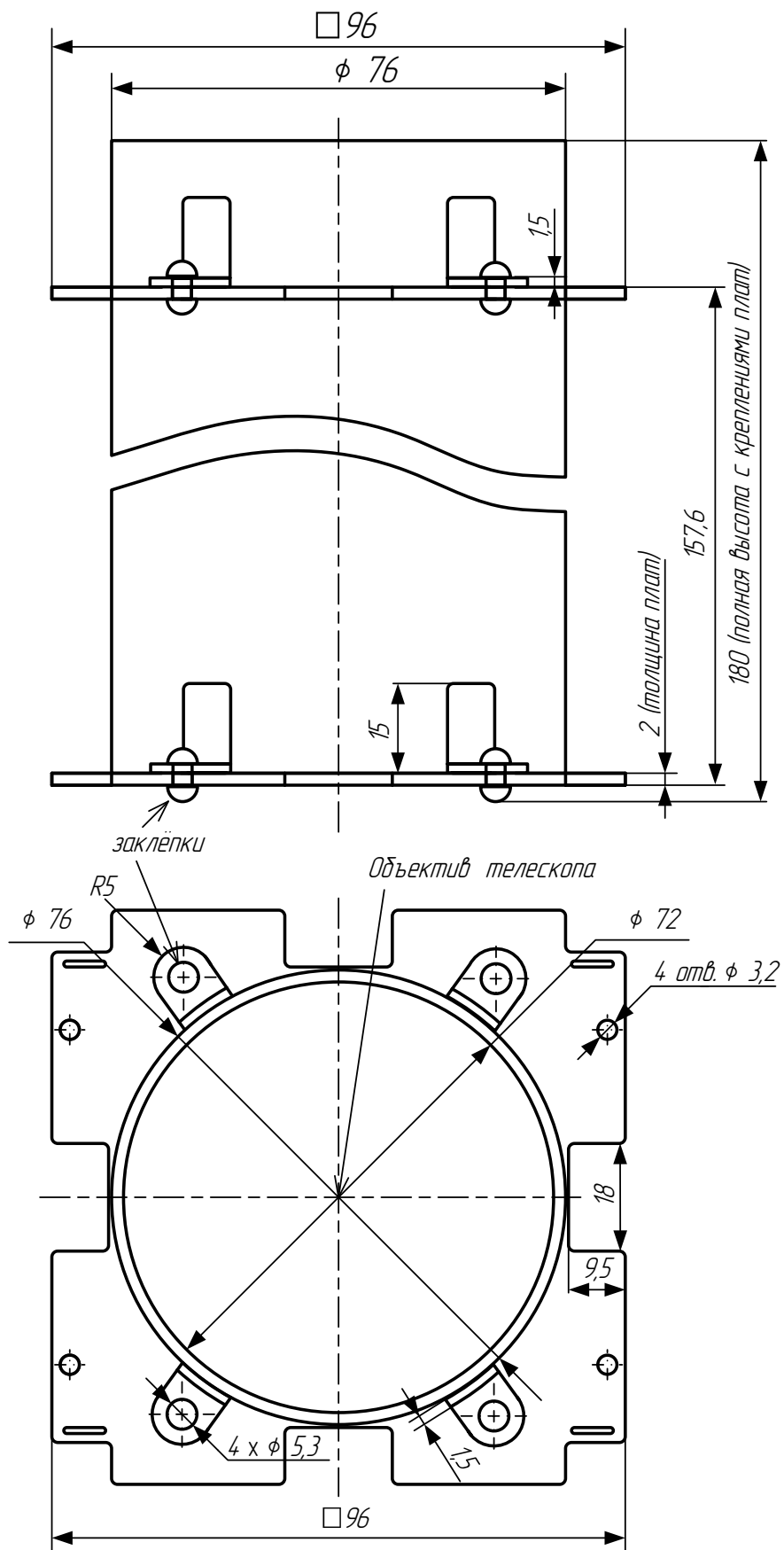


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 5

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию жесткости пружины на основе закономерностей колебаний пружинного маятника, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, пружину и электронные части, определить экспериментально значение жесткости пружины.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение жесткости пружины. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения жесткости пружины согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра;
- определить частоту колебаний пружины с цилиндром;
- вычислить значение жесткости пружины и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении частоты колебаний, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий, пружина, цилиндр с крючком, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8

Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

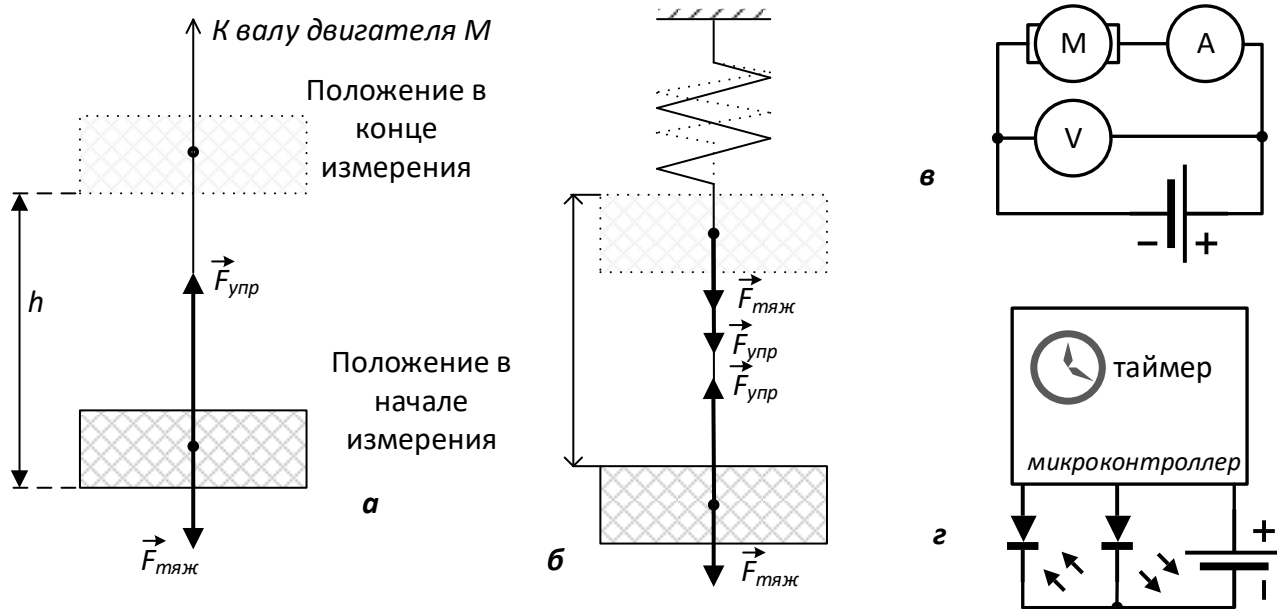


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения частоты колебаний (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в) и определения частоты колебаний (г).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 2 (для упрощения модель сплошная). Отсутствующие размеры необходимо брать с Исполнения 1. Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2), металлический корпус ионного двигателя и размещенные на плате 4 конденсатора электролитических номиналом 22000 мкФ, 25 В, 35х50 мм. В одной из плат выполнено отверстие для выхода ионов из двигателя. Корпус двигателя симметричный, выполнен из меди толщиной 2 мм (для упрощения модель корпуса двигателя сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно двигателя предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов двигателя не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоёв	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10

Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5

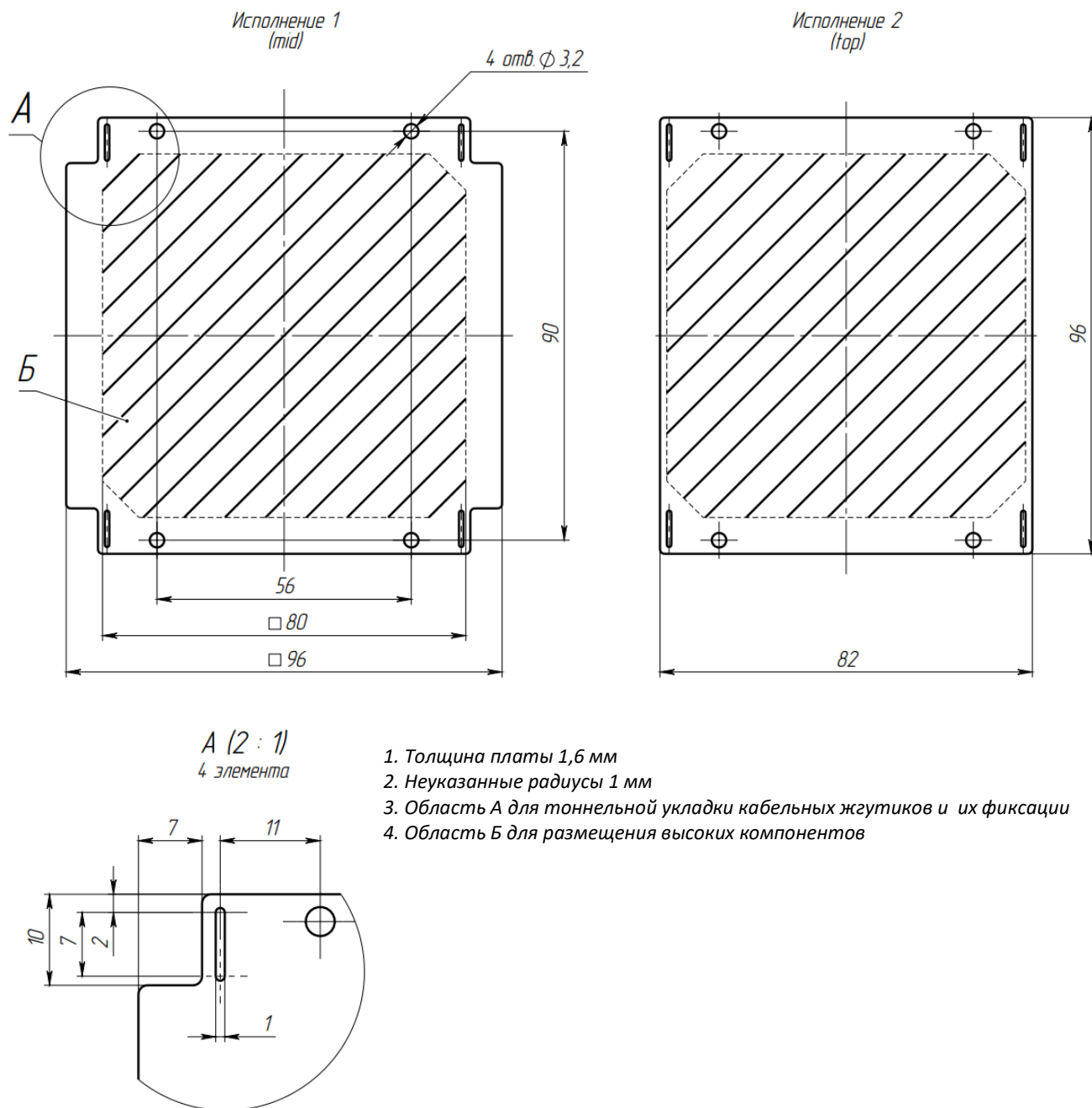


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

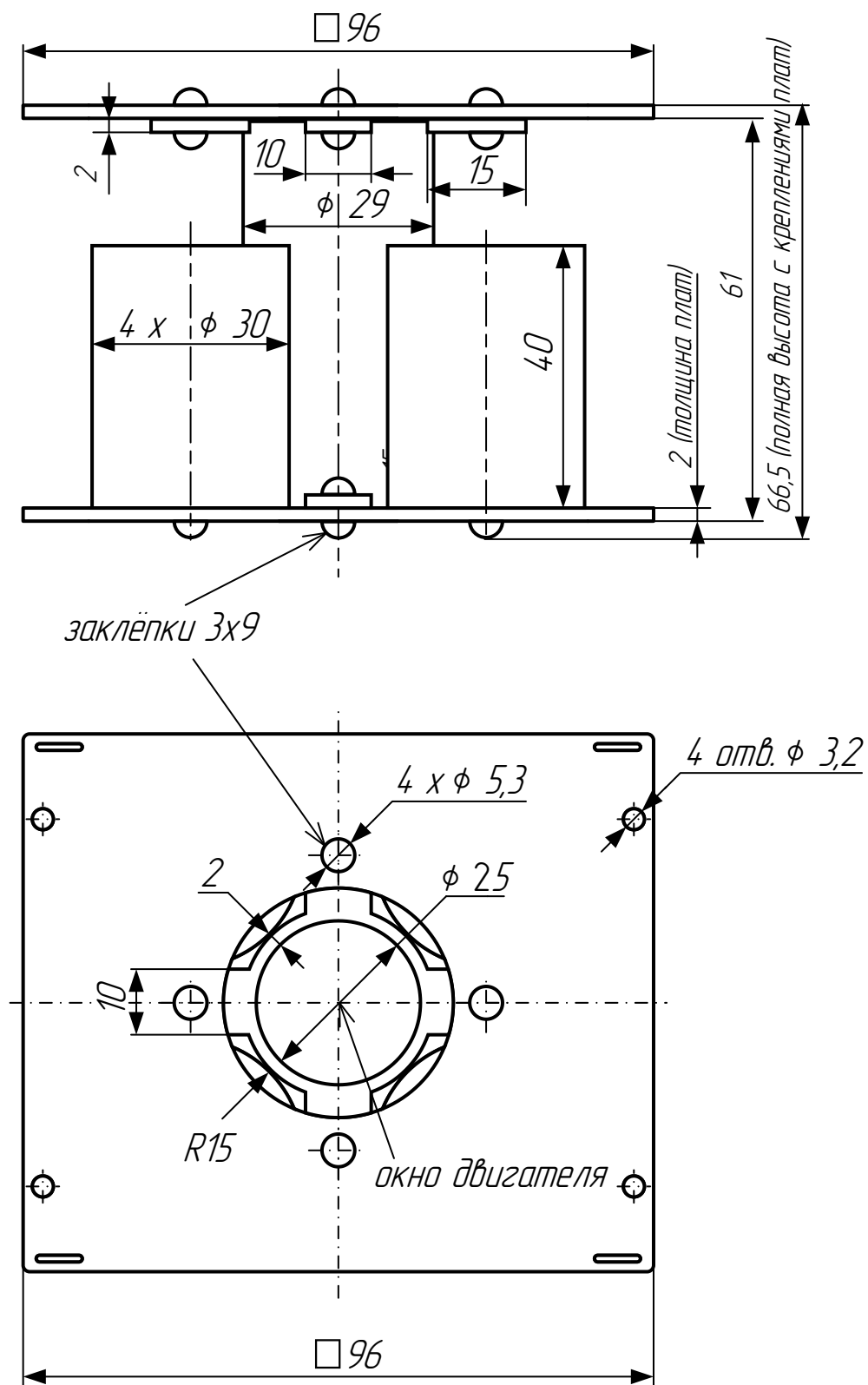


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 6

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию жесткости пружины для динамометра, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндры с крючками и электронные части, определить экспериментально жесткость пружины для динамометра и проградуировать динамометр.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение жесткости пружины и веса тела без использования контрольного динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение жесткость пружины. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения жесткости пружины согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить веса цилиндров;
- определить жесткость пружины для динамометра;
- проградуировать динамометр и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндров, определении жесткости пружины, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, пружина, набор цилиндров с крючками, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

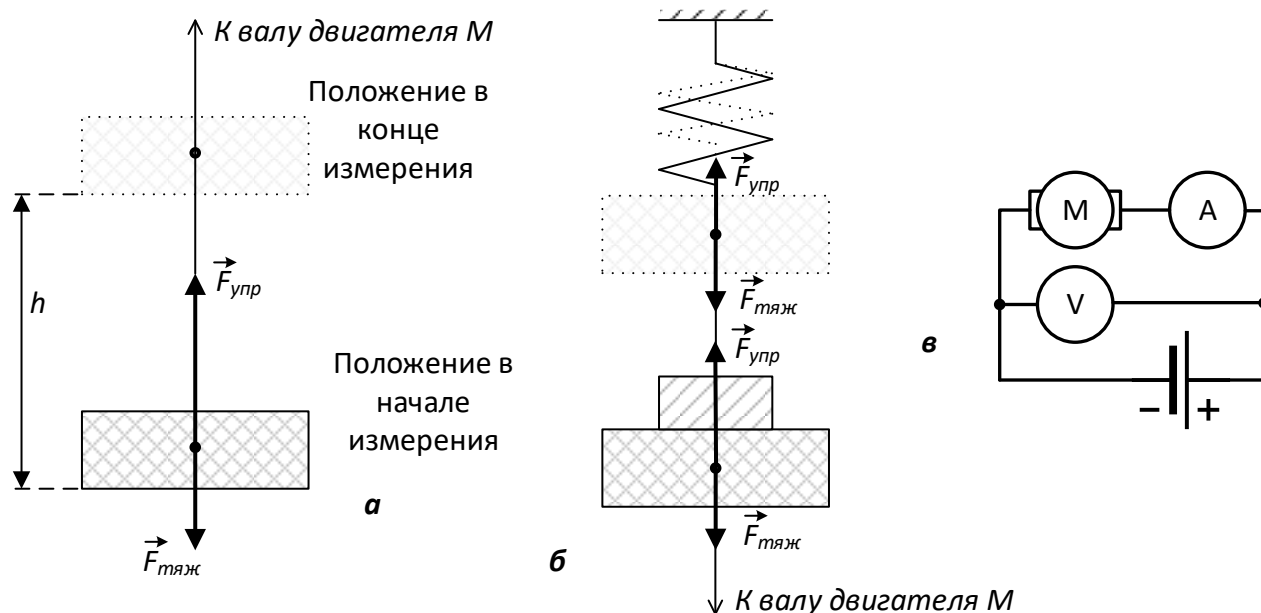


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндров (а), измерения жесткости пружины (б), и обобщенная электрическая схема экспериментальной установки.

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 2 (для упрощения модель сплошная). Отсутствующие размеры необходимо брать с Исполнения 1. Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1,5 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую головку типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоёв	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально

До 5

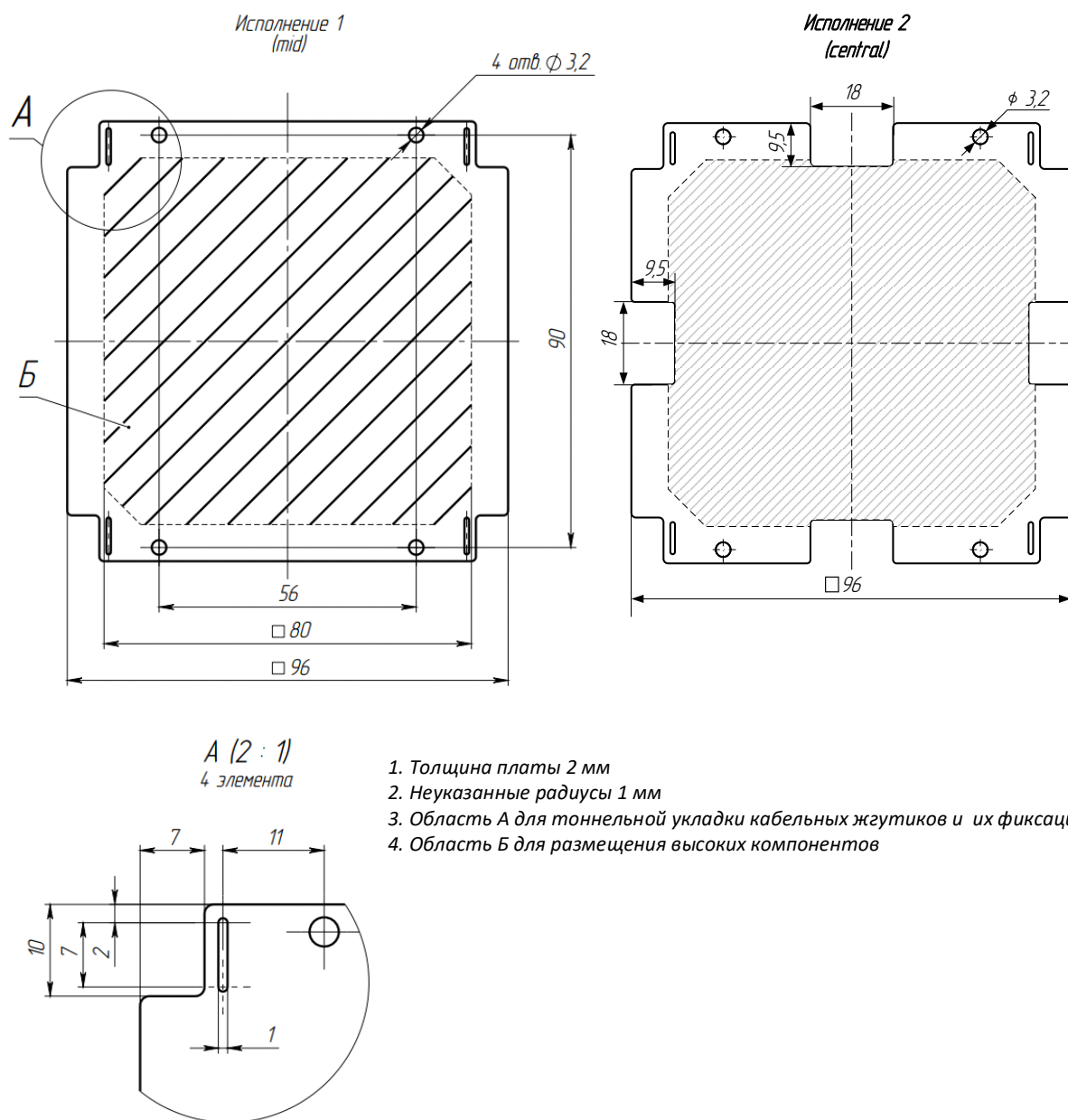


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

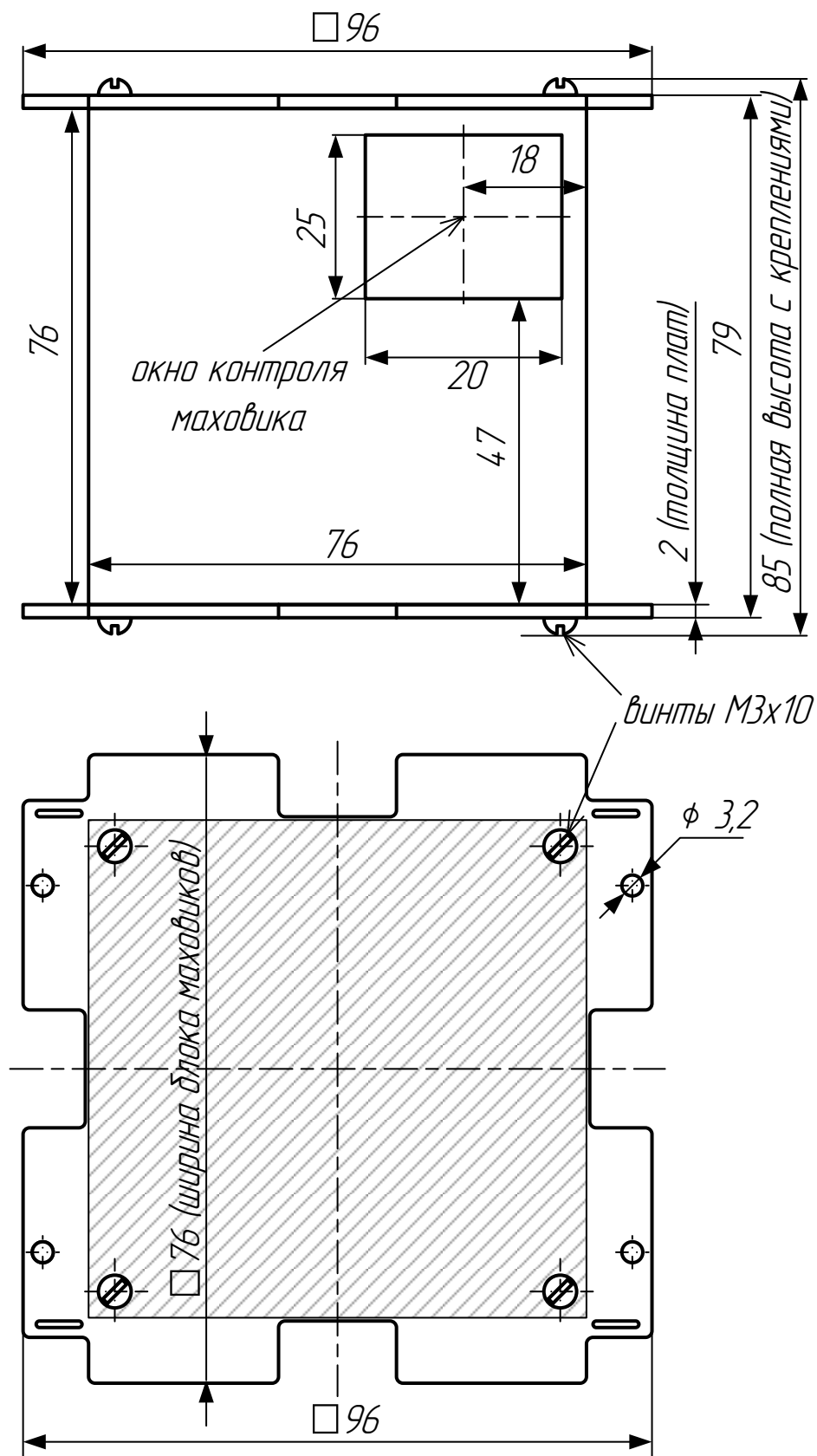


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 7

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию силы притяжения магнита, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя груз, магнит и электронные части, определить экспериментально силу притяжения магнита.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение силы притяжения и веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение силы притяжения магнита. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения силы притяжения магнита согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес груза;
- определить период колебаний;
- вычислить значение силы притяжения магнита и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса бруска с грузом, определении силы трения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий, груз для маятника из ферромагнетика, магнит (неодимовый), плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

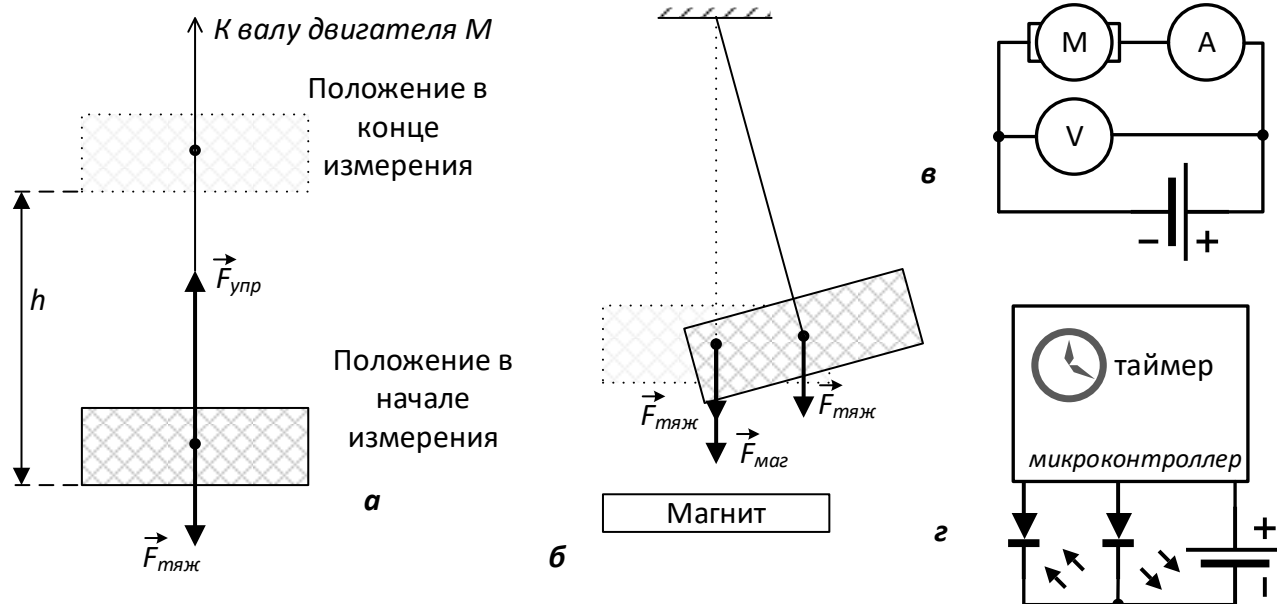


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса груза (а), измерения силы притяжения магнита (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки для определения веса груза (в) и силы притяжения магнита (г).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 2 (для упрощения модель платы сплошная). Отсутствующие размеры необходимо брать с Исполнения 1. Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус телескопа. В одной из плат выполнено отверстие для сквозного прохождения телескопа, допустимый зазор между корпусом телескопа и платой – не более 1 мм. Корпус телескопа симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 2 мм. Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Объектив телескопа предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов телескопа не прорисовывается (для упрощения модель корпуса телескопа сплошная). Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10

Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5

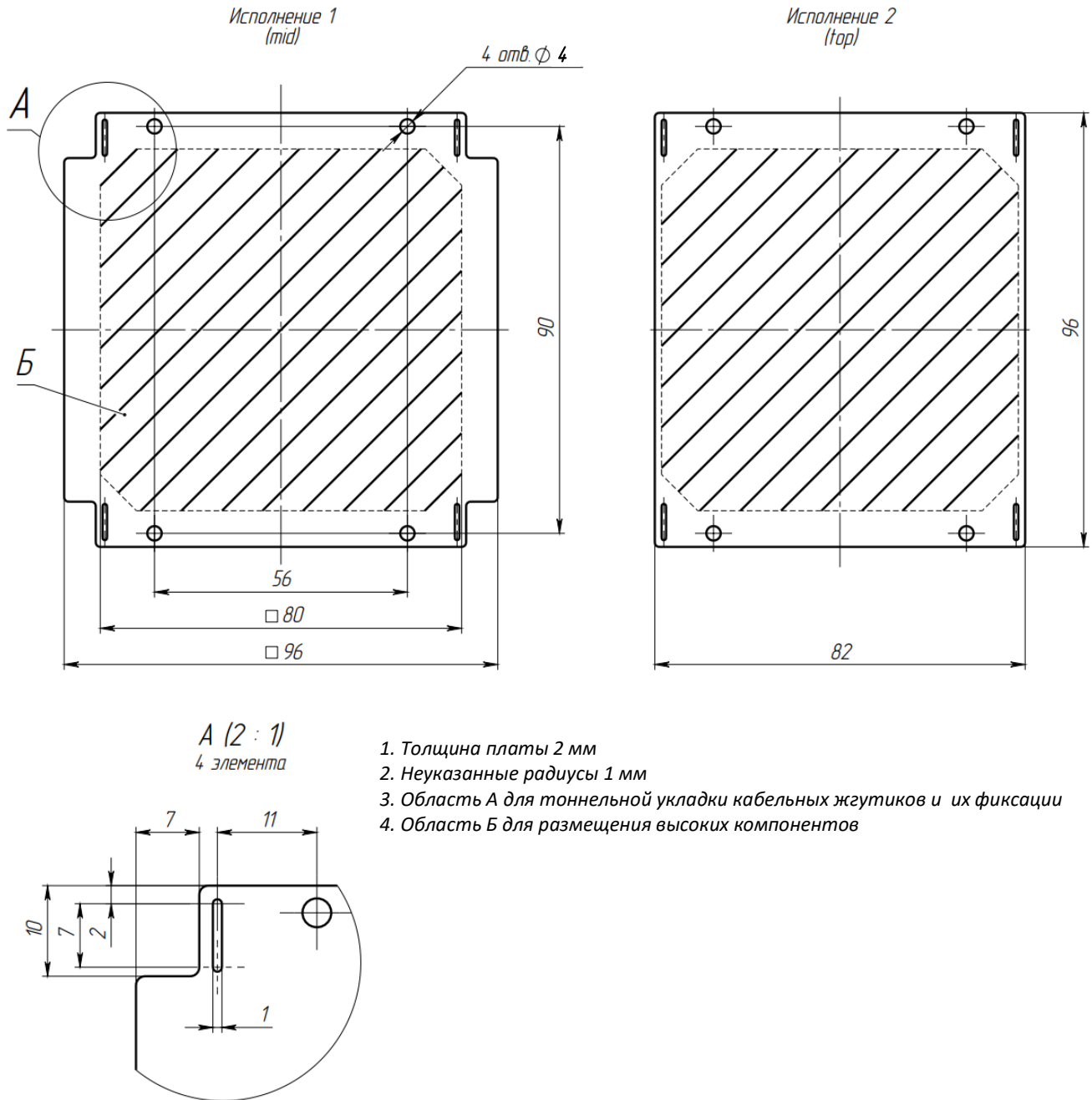


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

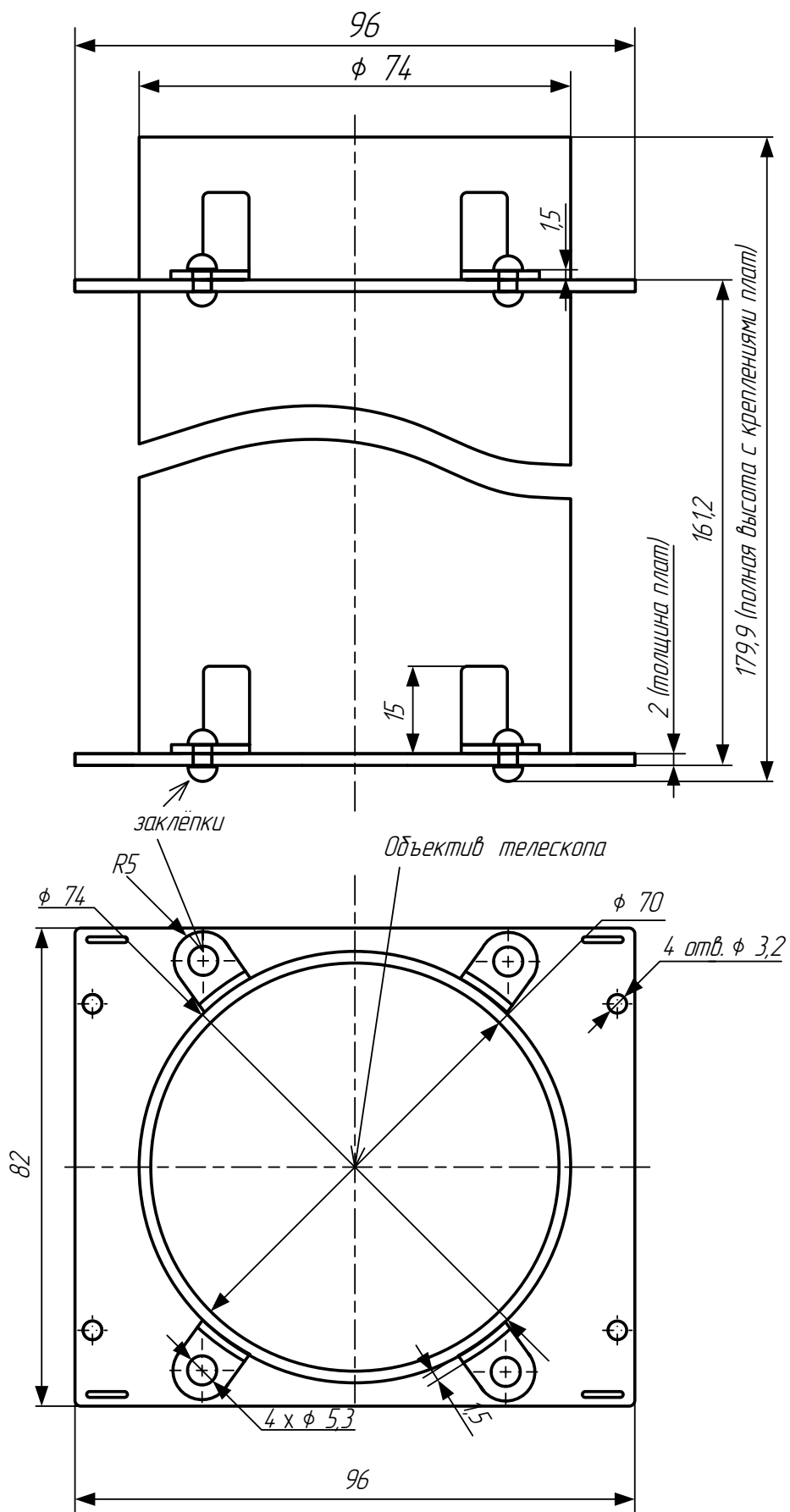


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 8

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию коэффициента упругости пружины методом параллельного соединения пружин, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, пружины и электронные части, определить экспериментально коэффициент упругости пружины.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение коэффициента упругости пружины методом параллельного соединения пружин. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения коэффициента упругости пружины методом параллельного соединения пружин согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра с грузом;
- определить частоту колебаний пружин;
- вычислить значение коэффициента упругости пружины методом параллельного соединения пружин и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении коэффициента упругости пружины методом параллельного соединения пружин, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий, пружина с известным коэффициентом упругости, пружина с неизвестным коэффициентом упругости, цилиндр с крючком, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

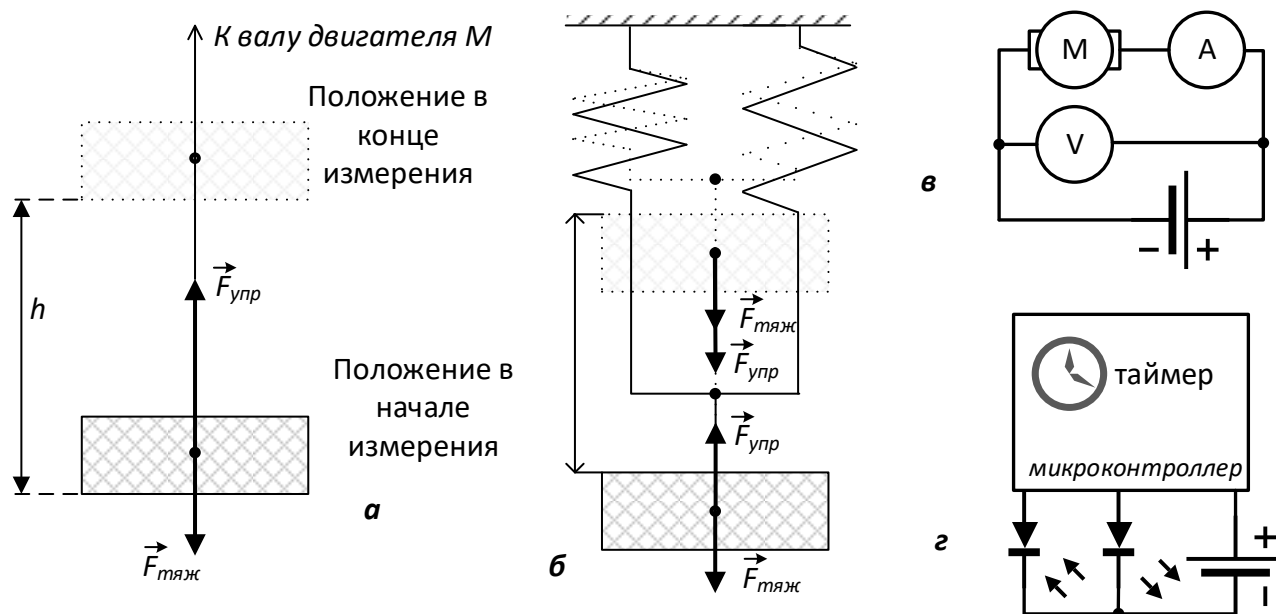


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения жесткости пружины (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки для определения веса цилиндра (г) и для определения частоты колебания пружинного маятника.

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 1 (для упрощения модель сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2), металлический корпус ионного двигателя и размещенные на плате 4 конденсатора электролитических алюминиевых K50-35 номиналом 10000 мкФ, 63 В, 35x50 мм. В одной из плат выполнено отверстие для выхода ионов из двигателя. Корпус двигателя симметричный, выполнен из меди толщиной 2 мм (для упрощения модель корпуса двигателя сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов на печатных платах, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно двигателя предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов двигателя не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	30 %
Шаблон заполнения	Четверть куба
Остальные	На усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10

Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5

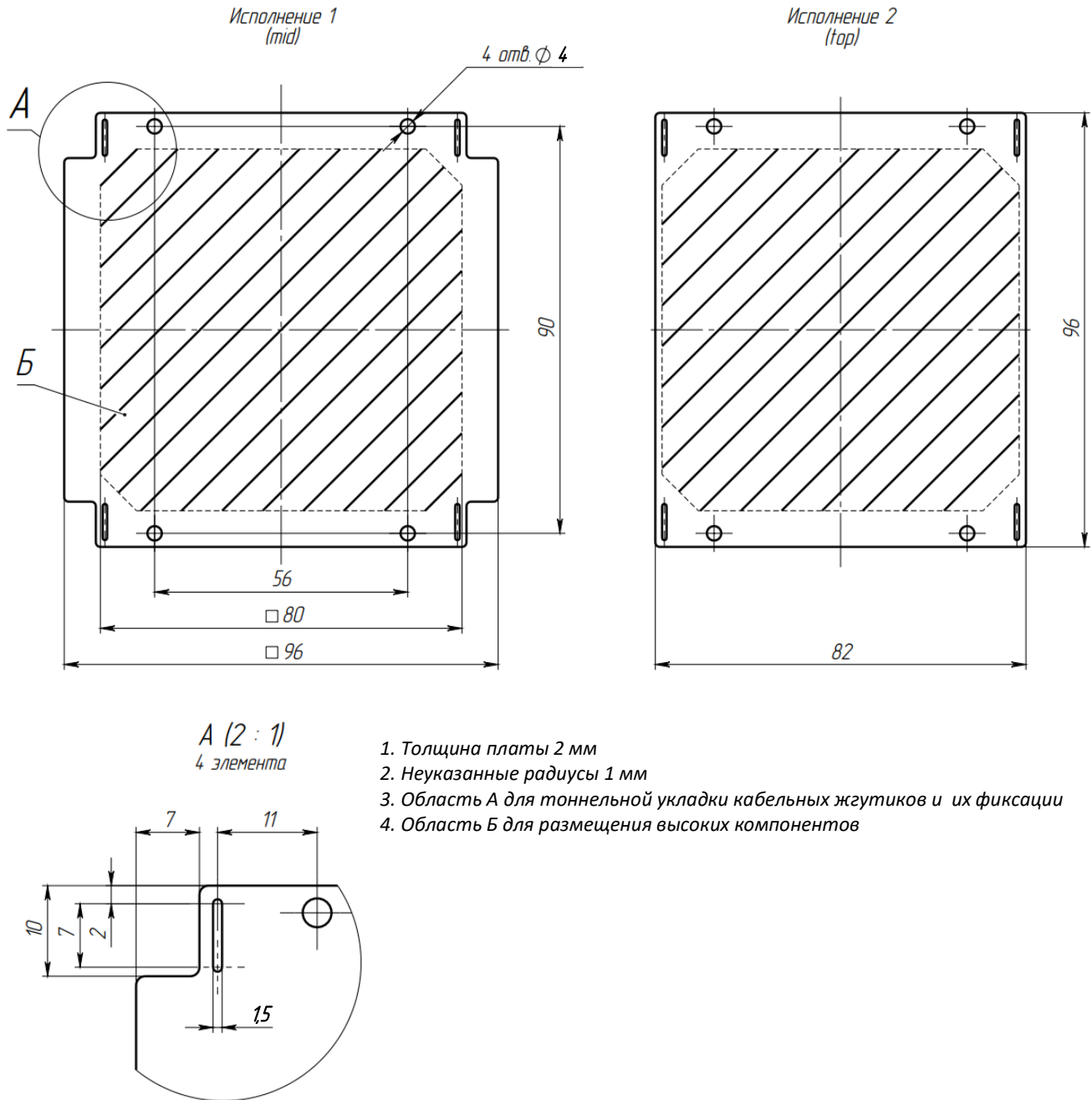


Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

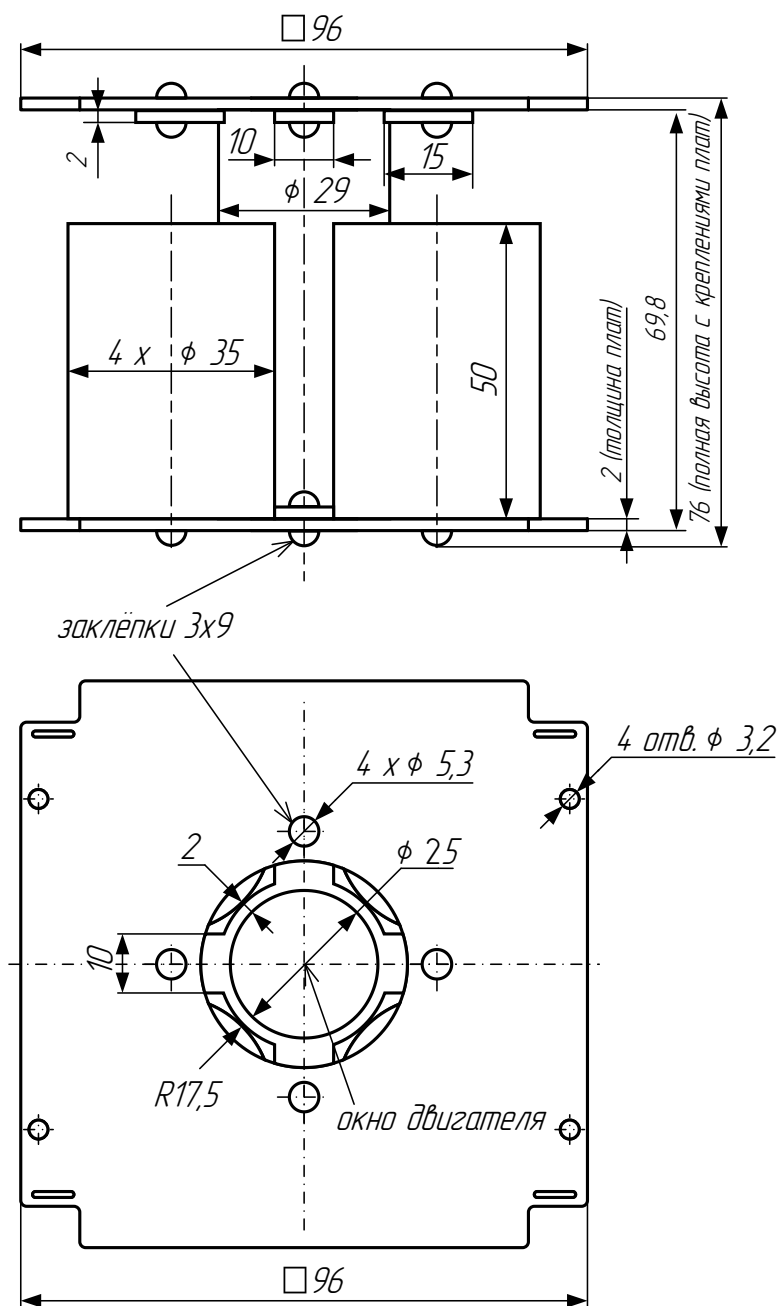


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 9

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию коэффициента упругости пружины методом последовательного соединения пружин, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, пружины и электронные части, определить экспериментально коэффициент упругости пружины.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение коэффициента упругости пружины методом последовательного соединения пружин. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения коэффициента упругости пружины методом последовательного соединения пружин согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра с грузом;
- определить частоту колебаний пружин;
- вычислить значение коэффициента упругости пружины методом последовательного соединения пружин и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении коэффициента упругости пружины методом последовательного соединения пружин, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий, пружина с известным коэффициентом упругости, пружина с неизвестным коэффициентом упругости, цилиндр с крючком, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

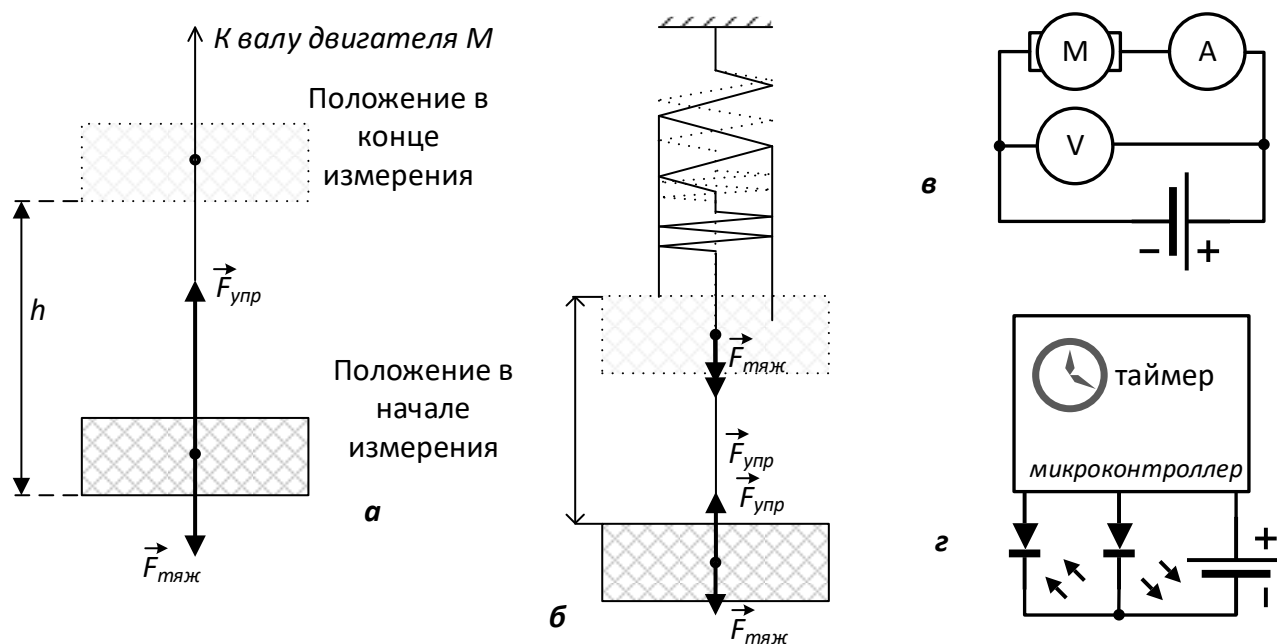


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения жесткости пружины (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки для определения веса цилиндра (г) и для определения частоты колебания пружинного маятника.

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2, целевым является Исполнение 1 (для упрощения модель сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1,5 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения области для размещения высоких компонентов, используя размеры, указанные в Исполнении 1 (область Б) на рисунке 2. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,8 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,4 мм
Толщина слоя	0,6 мм
Плотность заполнения	40 %
Шаблон заполнения	треугольно-гексагональный
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

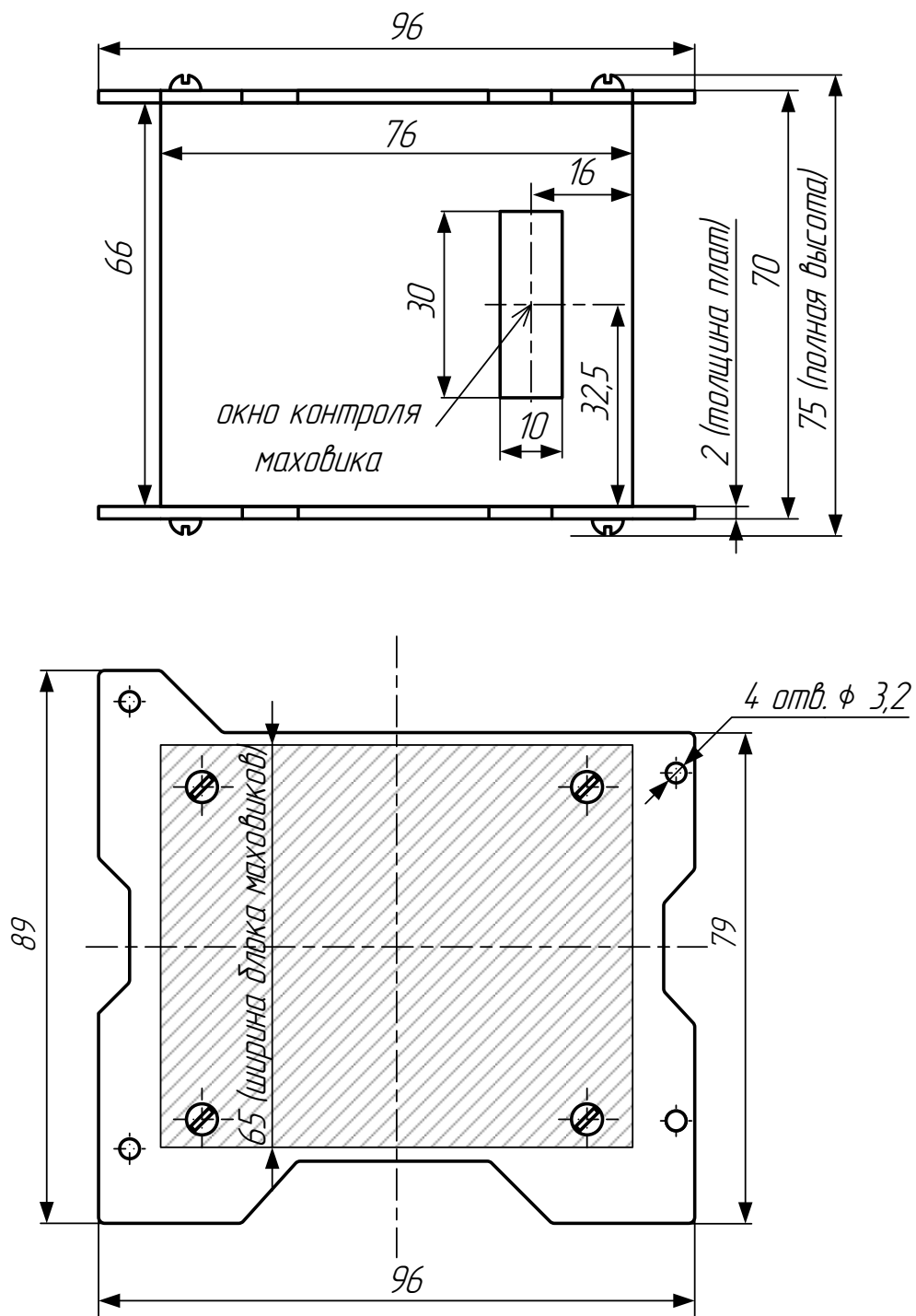


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 10

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию силы притяжения магнита на основе затухания колебаний пружинного маятника, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, пружину и электронные части, определить экспериментально значение жесткости пружины.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение силы притяжения магнита. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения силы притяжения магнита согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра;
- определить частоту колебаний пружины с цилиндром и скорость затухания колебаний;
- вычислить значение силы притяжения магнита и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении частоты колебаний, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий, пружина, цилиндр из ферромагнитного материала с крючком, магнит неодимовый, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

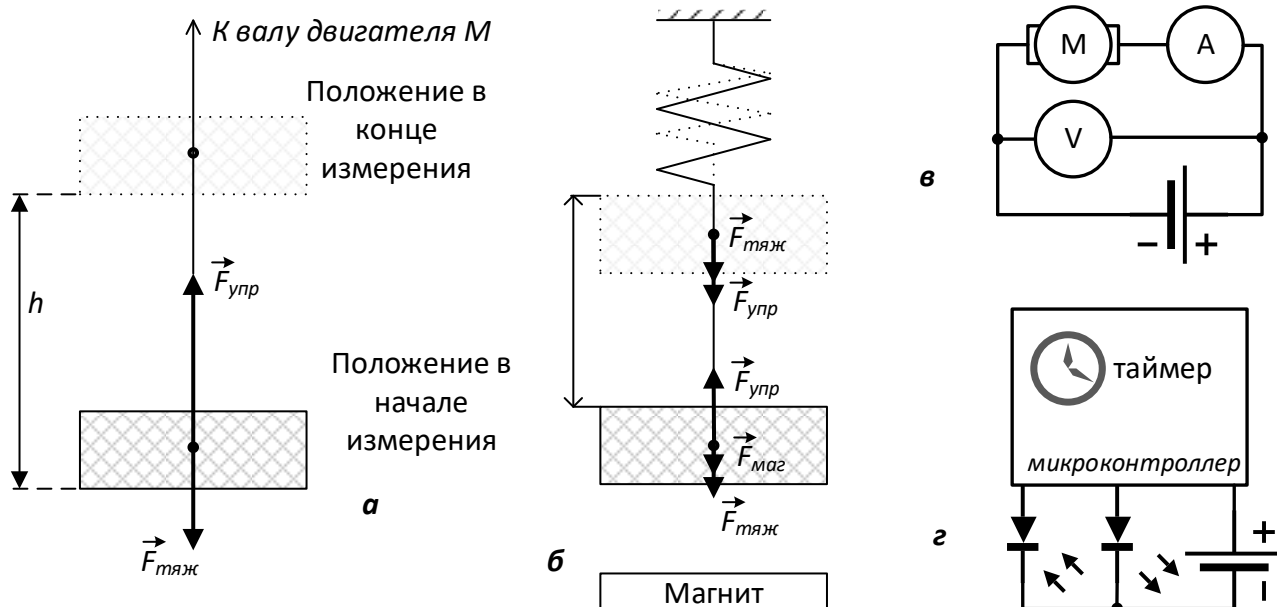


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения особенностей колебаний (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в) и определения частоты колебаний (г).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус телескопа. В одной из плат выполнено отверстие для сквозного прохождения телескопа, допустимый зазор между корпусом телескопа и платой – не более 1 мм. Корпус телескопа симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 2 мм. Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Объектив телескопа предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов телескопа не прорисовывается (для упрощения модель корпуса телескопа сплошная). Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 1 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала PETG. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,8 мм
Плотность заполнения	70 %
Шаблон заполнения	гибридное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

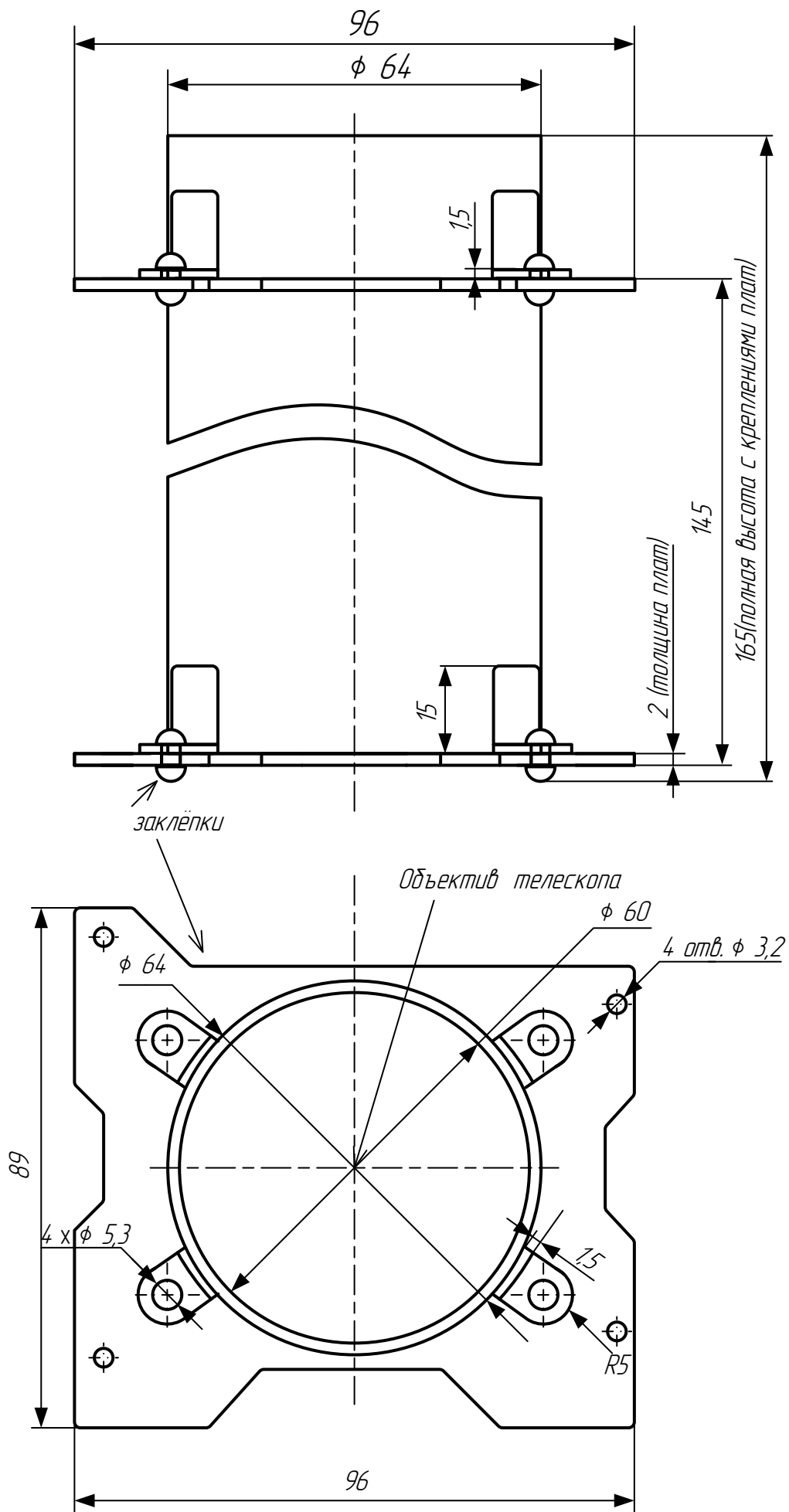


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 11

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию удельной теплоемкости твердого тела, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндр с крючком, холодную и горячую воду и электронные части, определить экспериментально удельную теплоемкость цилиндра.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение удельной теплоемкости твердого тела. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения удельной теплоемкости согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндра;
- определить температуры жидкостей;
- вычислить значение удельной теплоемкости цилиндра и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндра, определении температуры жидкостей, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, датчик температуры водонепроницаемый, металлический цилиндр с крючком, мерный стакан, вода холодная, калориметр с горячей водой, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
----------	-------------------

Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

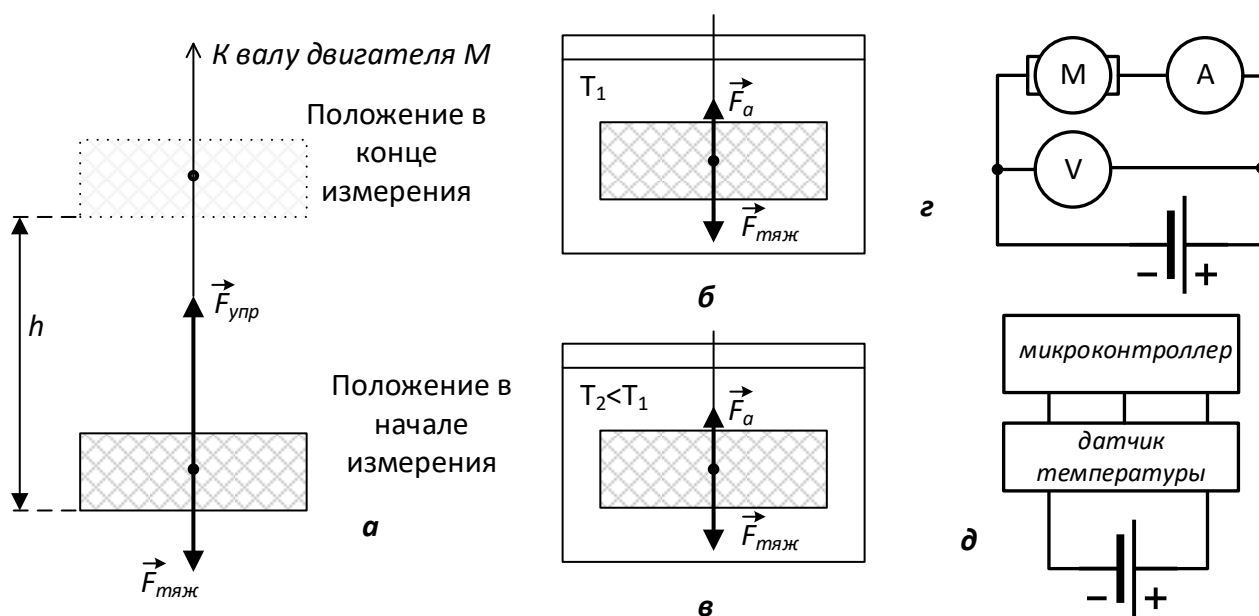


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндра (а), измерения температуры жидкостей (б) и (в), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (г) и определения температуры жидкости (д).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$, удельную теплоемкость воды принять равной $4,19 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2), металлический корпус ионного двигателя и размещенные на плате 4 конденсатора электролитических алюминиевых K50-35 номиналом 10000 мкФ, 63 В, 35х50 мм. В одной из плат выполнено отверстие для выхода ионов из двигателя. Корпус двигателя симметричный, выполнен из меди толщиной 2 мм (для упрощения модель корпуса двигателя сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Окно двигателя предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов двигателя не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V6 с соплом 0,2 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала нейлон. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,1 мм
Толщина слоя	0,1 мм
Плотность заполнения	10 %
Шаблон заполнения	треугольное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

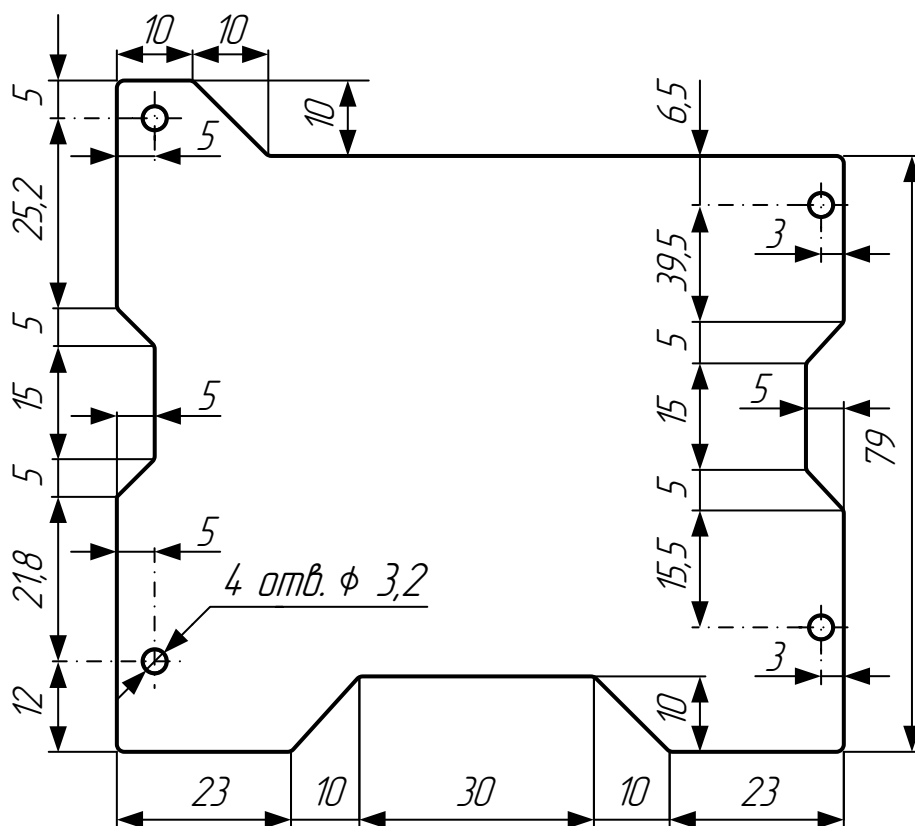
Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально

До 5



1. Толщина платы 2 мм
2. Неуказанные радиусы 1 мм

Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

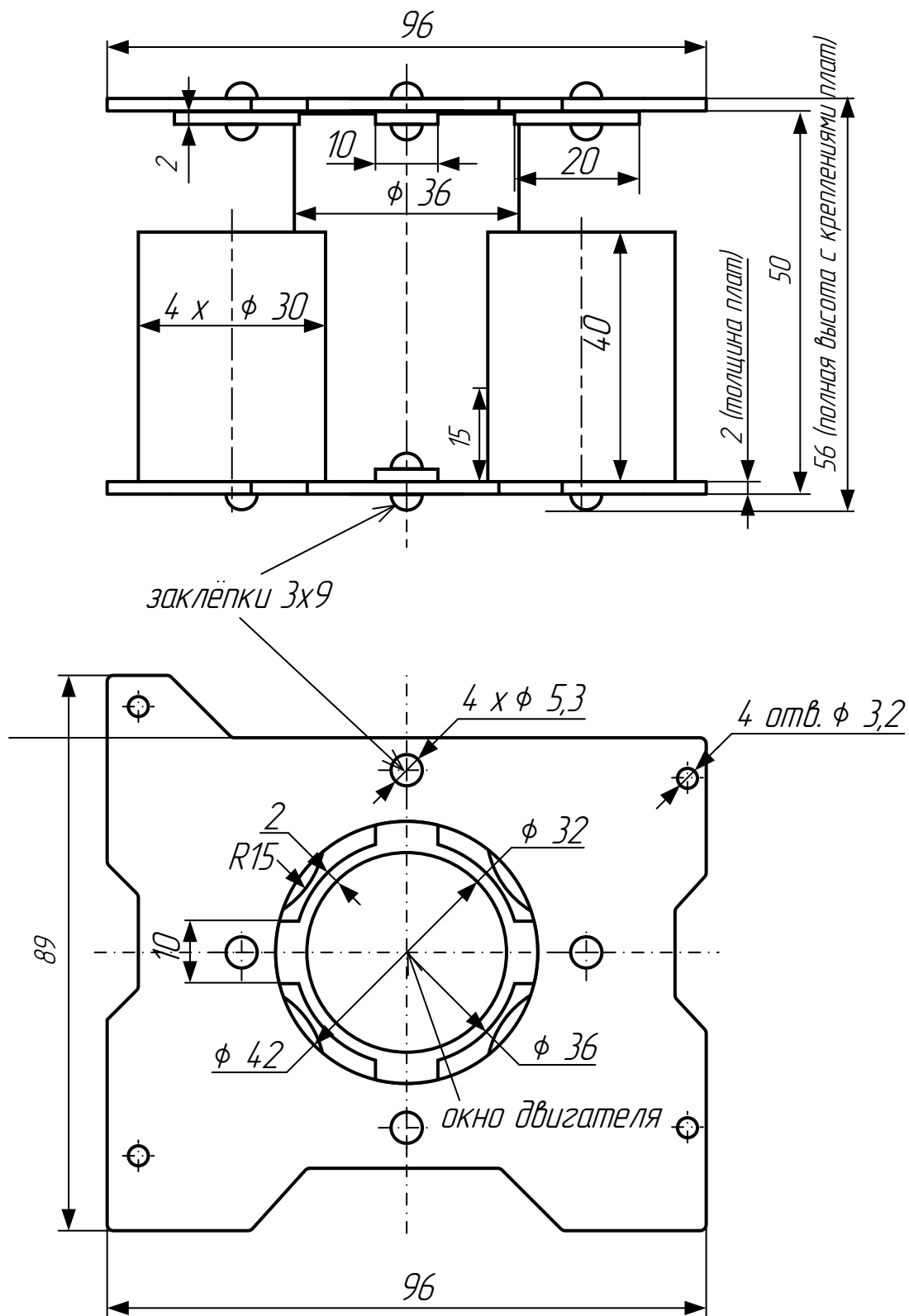


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 12

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию силы трения блока, используемого в машине Атвуда, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование. Используя цилиндры с крючком, машину Атвуда и электронные части, определить экспериментально силы трения блока, используемого в машине Атвуда.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат этого измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение силы трения. Рекомендуются использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения силы трения блока согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндров;
- определить время перемещения цилиндров в машине Атвуда;
- вычислить значение силы трения блока и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндров, силы трения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, оптический датчик препятствий (2 шт.), металлические цилиндры с крючками с разной массой, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, блок лабораторный подвесной, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

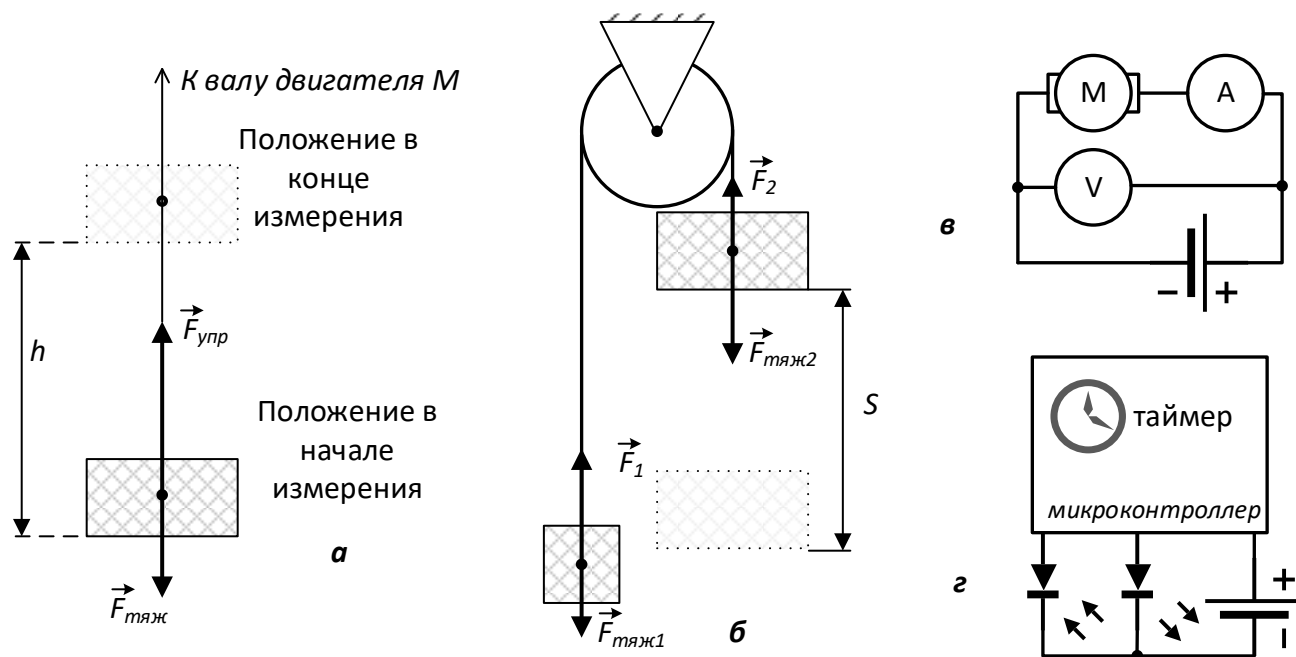


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндров (а), измерения времени перемещения цилиндров в машине Атвуда (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в) и определения времени перемещения цилиндров (г).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1,5 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V5 с соплом 0,5 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала SBS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

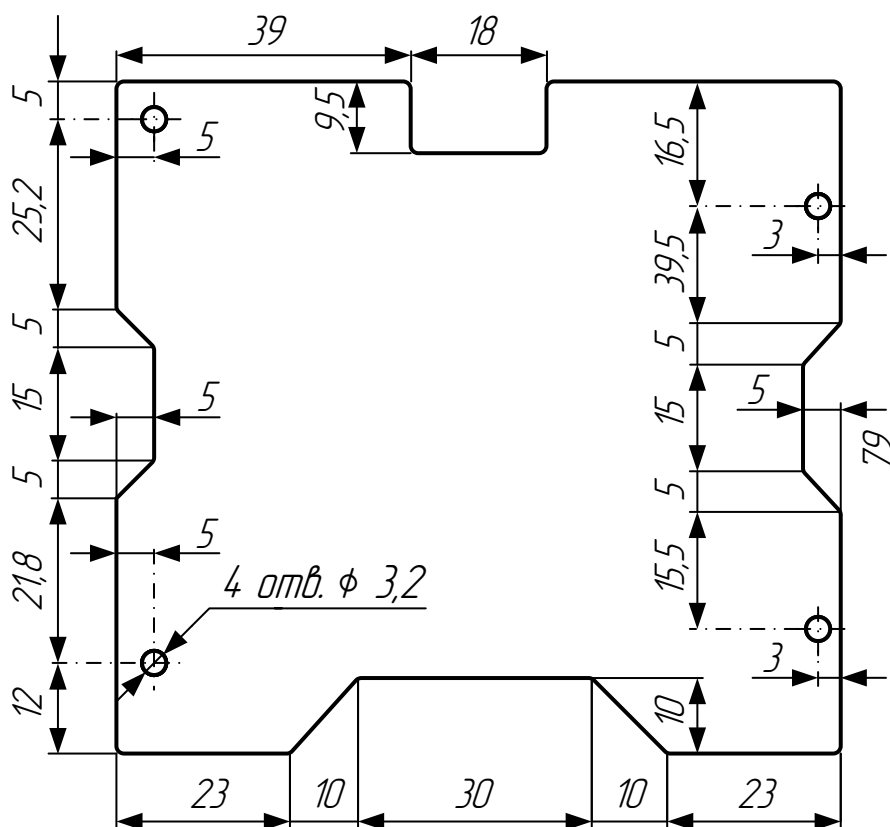
Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,4 мм
Толщина слоя	0,3 мм
Плотность заполнения	17 %
Шаблон заполнения	решетка
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5



1. Толщина платы 2 мм
2. Неуказанные радиусы 1 мм

Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

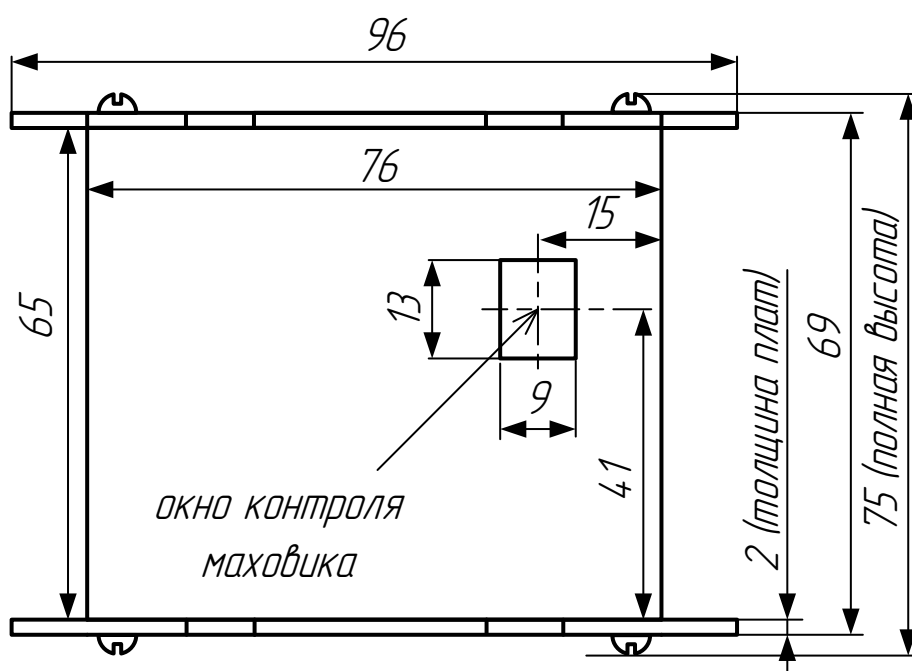


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 13

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию угла наклона желоба, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование равноускоренного движения. Используя желоб, шарик и электронные части, определить экспериментально угол наклона желоба.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение угла наклона желоба. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения угла наклона желоба согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес шарика;
- определить время перемещения шарика по желобу;
- вычислить значение угла наклона желоба и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса шарика, угла наклона, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), оптический датчик препятствий (2 шт), металлический шар, груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, желоб наклонный, пенка полимерная, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8

Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

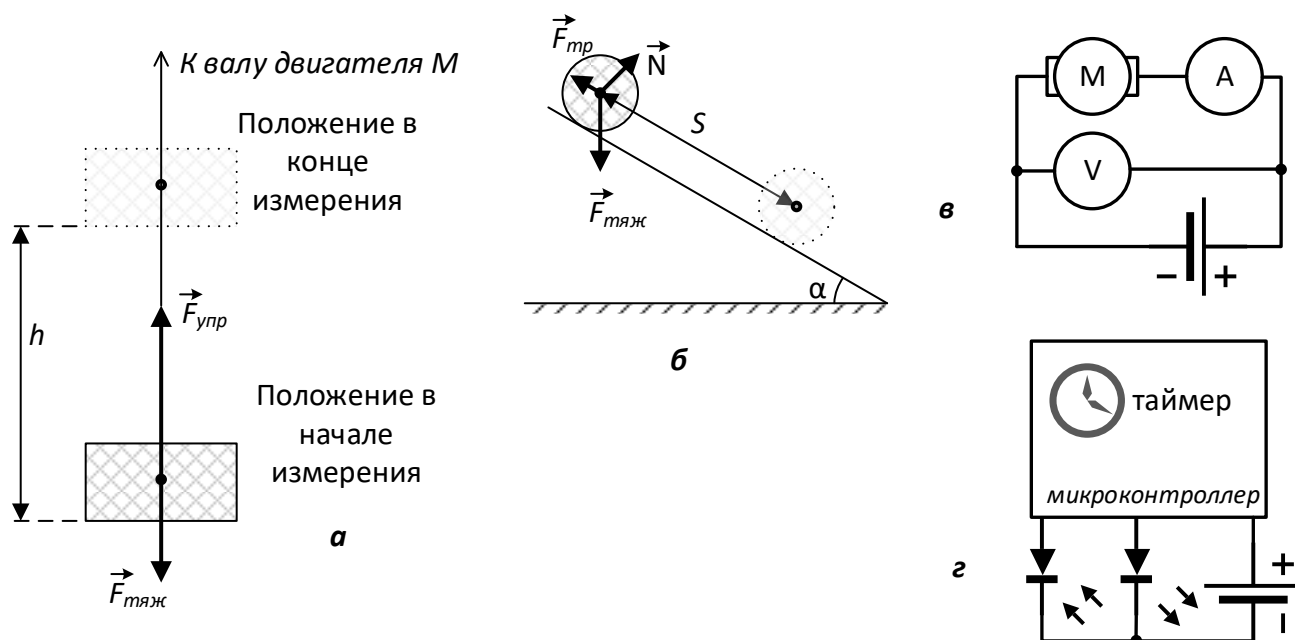


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса шарика (а), измерение времени перемещения шарика по наклонному желобу (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в) и определения времени перемещения шарика (г).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex, версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус телескопа. В одной из плат выполнено отверстие для сквозного прохождения телескопа, допустимый зазор между корпусом телескопа и платой – не более 1 мм. Корпус телескопа симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 1,5 мм. Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Объектив телескопа предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов телескопа не прорисовывается (для упрощения модель корпуса телескопа сплошная). Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую головку типа V5 с соплом 0,5 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала PLA. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Fine
Высота слоев	0,3 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	40 %
Шаблон заполнения	треугольно-гексагональное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

ВАРИАНТ 14

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию равновесия рычага, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование равновесия рычага. Используя цилиндры разной массы, рычаг и электронные части, определить экспериментально условия для равновесия рычага.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение положения каждого цилиндра для равновесия рычага. Под равновесием рычага рассматривается его положение относительно горизонтальной плоскости, соответственно измерение учитывает плоское изменение положения рычага, то есть измеряется относительно неподвижной плоскости смещение рычага. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения условий равновесия рычага согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндров;
- вычислить положение каждого цилиндра на рычаге для его равновесия и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндров, их местоположения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), набор цилиндров разной массы с крючками, груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, рычаг подвесной с отверстиями или крюками, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
----------	-------------------

Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

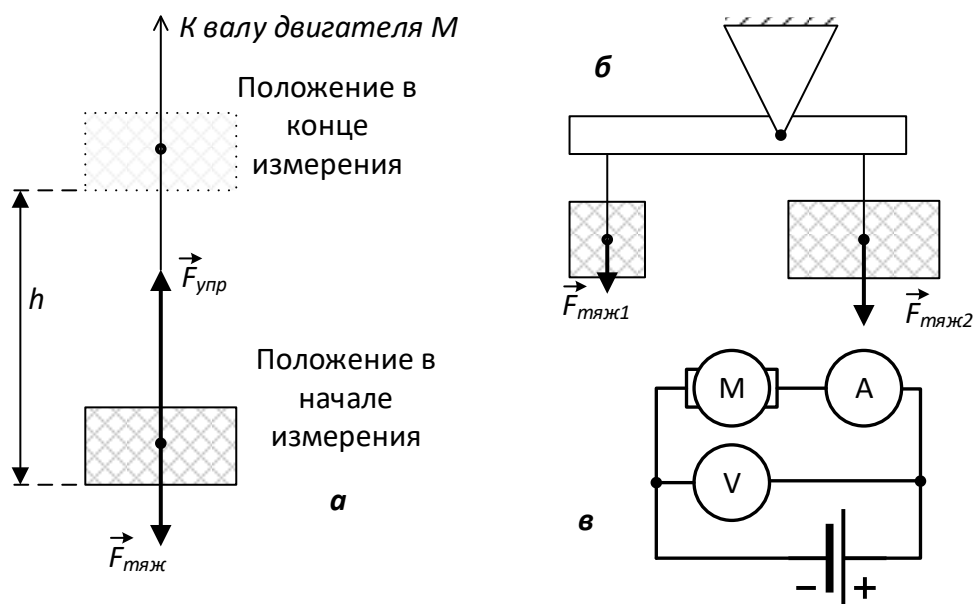


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндров (а), измерение положения цилиндров на рычаге (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2), металлический корпус ионного двигателя и размещенные на плате 4 конденсатора электролитических алюминиевых номиналом 10000 мкФ, 27 В, 30х50 мм. В одной из плат выполнено отверстие для выхода ионов из двигателя. Корпус двигателя симметричный, выполнен из меди толщиной 4,5 мм (для упрощения модель корпуса двигателя сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки заклепок (диаметр стержня 3 мм ГОСТ 10299-80), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Окно двигателя предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов двигателя не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V5 с соплом 0,8 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала TPU (Flex). Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Extra fast
Высота слоев	0,6 мм
Толщина слоя	0,3 мм
Плотность заполнения	80 %
Шаблон заполнения	гибридное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5

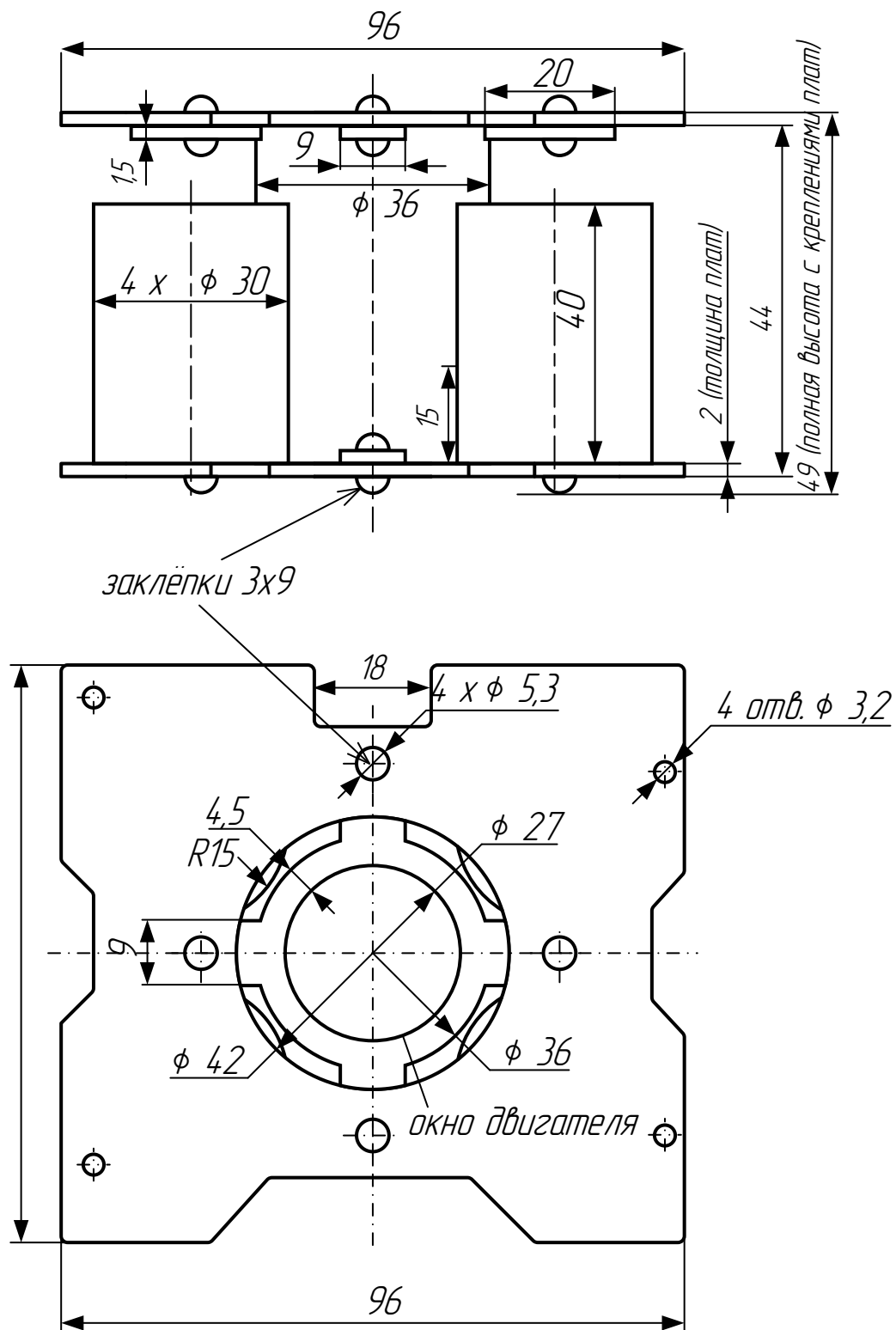


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 15

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию момента инерции, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование наибольшего момента инерции маховика. Используя цилиндры разной массы, маховик и электронные части, определить экспериментально условия для равновесия рычага.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение положения каждого цилиндра на маховике для максимизации его момента инерции. Рекомендуются использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения момента инерции согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес цилиндров;
- вычислить момент инерции;
- вычислить положение каждого цилиндра на маховике для максимизации его момента инерции и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении веса цилиндров, их местоположения, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), набор цилиндров разной массы с крючками, груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, штатив с муфтой и лапкой, маховик с отверстиями или крючками, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2

Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

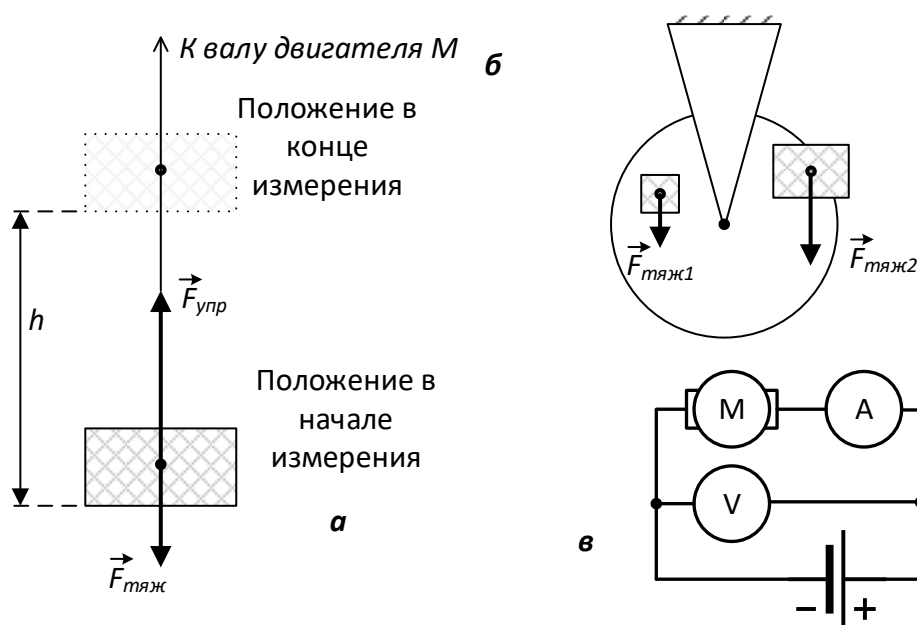


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса цилиндров (а), определение положения цилиндров на маховике (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 3 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V5 с соплом 0,4 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала ABS. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

Параметр	Значение
Профиль	Coarse
Высота слоев	0,6 мм
Толщина слоя	0,4 мм
Плотность заполнения	5 %
Шаблон заполнения	крестообразное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5



76

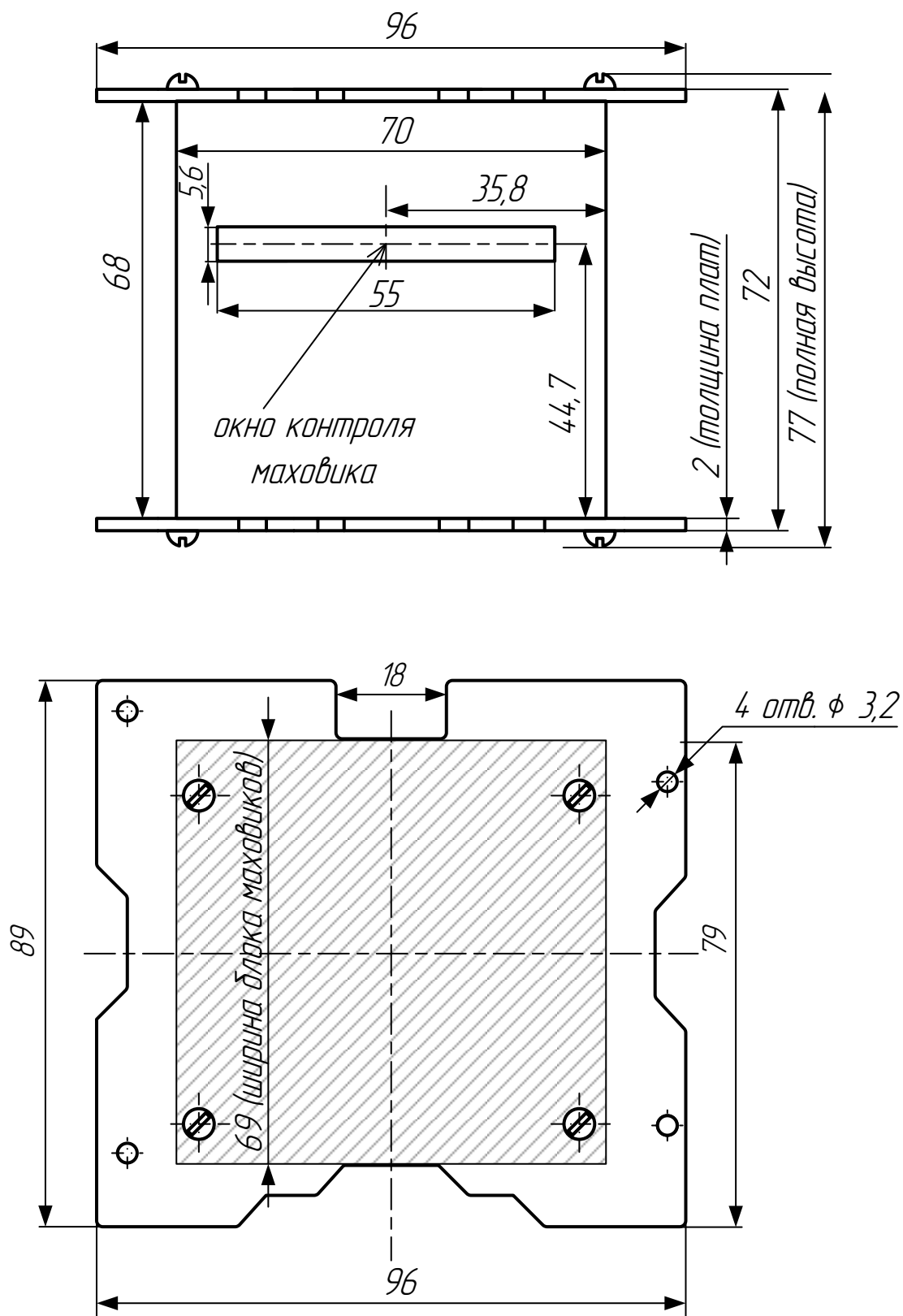


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки

ВАРИАНТ 16

Кейс №1

Постановка задачи

Необходимо решить практическую задачу по исследованию момента инерции маятника Максвелла, создав экспериментальную установку и программу, позволяющие проводить исследование наибольшего момента инерции маховика маятника. Используя маховик и электронные части, определить экспериментально условия для равновесия рычага.

Необходимо помнить, что любому измерительному прибору присуще отклонение полученного значения измерения от истинного. Для учета правильности результатов измерений необходимо проводить калибровку прибора с использованием известных величин (масса, расстояние, ускорение свободного падения). Для снижения погрешности измерений используются многократные измерения, то есть результат измерения получают из нескольких последующих однократных измерений (не менее 4). Измерение веса тела без использования динамометра возможно косвенными методами.

Используемый прибор должен позволять проводить его калибровку и измерять значение момента инерции маятника Максвелла. Рекомендуется использовать международную систему единиц (СИ).

Для выполнения задания участнику необходимо:

- предложить (нарисовать) варианты реализации схемы экспериментальной установки;
- записать все формулы для определения момента инерции маятника согласно эксперименту;
- собрать и запрограммировать экспериментальную установку;
- провести калибровку экспериментальной установки;
- определить вес маховика маятника;
- определить период колебаний маятника Максвелла;
- вычислить момент инерции маятника Максвелла и определить точность проведенных измерений.

При проведении экспериментальных исследований, калибровке экспериментальной установки, определении момента инерции, а также при определении точности проводимых измерений необходимо использовать многократные измерения.

Список необходимого оборудования: персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, плата контроллера (Arduino или ESP), сопротивление 1 Ом, набор сопротивлений номиналом от 1 кОм до 100 кОм (не менее 2 сопротивлений), двигатель или сервопривод постоянного вращения с драйверами, аккумуляторные батареи с батарейным отсеком или источник напряжения для платы контроллера, макетная плата, соединительные проводники для прототипирования («мама-папа» и «папа-папа»), груз массой от 100 г до 500 г, плетеный полимерный шнур, линейка, листы чистой бумаги, маховик для маятника Максвелла, оптический датчик препятствий, штатив с муфтой и лапкой, липкая или малярная лента.

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
----------	-------------------

Рассмотрены варианты реализации схемы установки	до 2
Правильно собрана схема измерительного прибора	до 8
Реализована калибровка	до 2
Реализовано равномерное движение тела	до 5
Используются многократные измерения	до 3
Правильно проведен эксперимент	до 8
Отклонения, полученные в ходе эксперимента, составляют менее 20 %	до 2

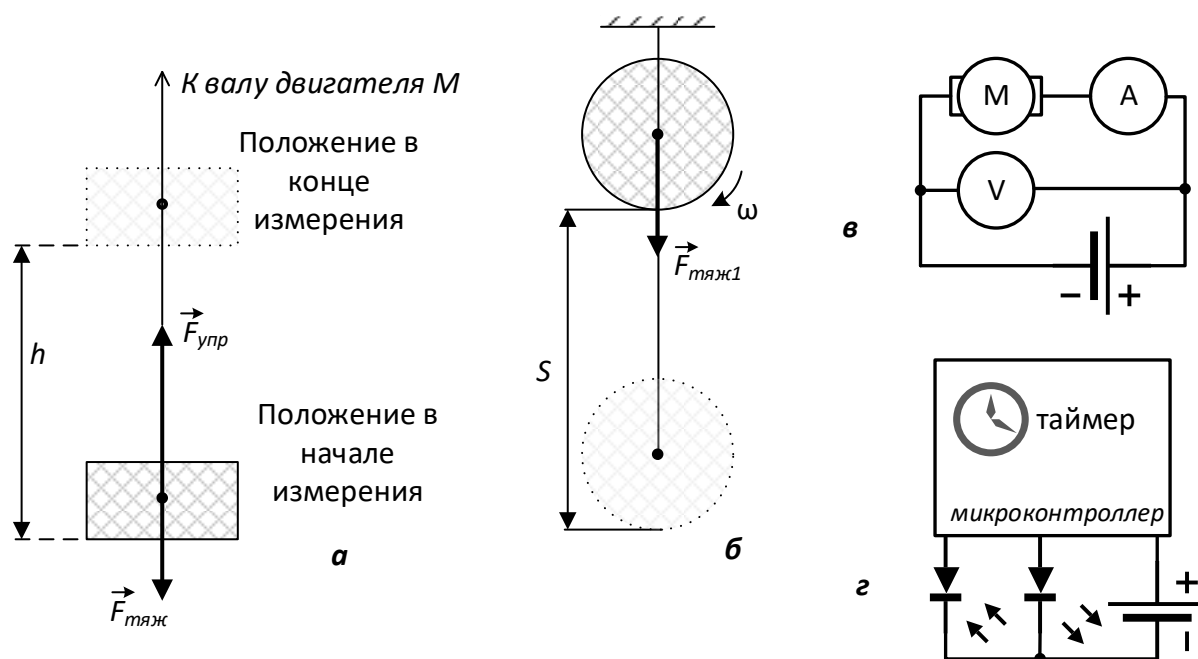


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для калибровки измерительного прибора и определения веса маятника (а), определение момента инерции маятника (б), обобщенная электрическая схема экспериментальной установки определения веса цилиндра (в).

Ускорение свободного падения принять равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Кейс №2

Построить 3D-модель фрагмента полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U – печатной платы-носителя – в соответствии с рисунком 2 (для упрощения модель платы сплошная). Деталь представляется в формате stl (5 баллов). Для выполнения задания рекомендуется использовать одну из следующих программ: T-Flex версии не ниже 17 или «Компас 3D» версии не ниже 21.

Построить 3D-модель сборки полезной нагрузки для космического аппарата формфактора CubeSat 3U, состоящую из ранее разработанного фрагмента (2 шт.), в соответствии с габаритным чертежом на рисунке 3. В сборке участвуют 2 печатные платы-носителя (рисунок 2) и металлический корпус блока маховиков. Корпус блока маховиков симметричный, выполнен из листового алюминия толщиной 3 мм (для упрощения модель корпуса сплошная). Элементы, выступающие за габариты печатных плат, включая головки винтов (М3х10 ГОСТ 17473), выполняются в виде сплошного заполнения, используя размеры на усмотрение участника. Окно контроля маховиков предоставляет доступ к внутренним элементам. Внутреннее расположение элементов маховиков не прорисовывается. Сборка представляется в формате stl (15 баллов).

Подготовить 3D-модель сборки для печати габаритного макета полезной нагрузки (10 баллов). Используя программу Ultimaker Cura версии не ниже 5.2, добавить новый принтер из библиотеки – Voron 0 (без подключения к сети). Установки принтера – по умолчанию, при выборе параметров печати использовать печатающую голову типа V5 с соплом 0,2 мм. Задайте параметры, указанные в таблице 1. Температуру печати и температуру стола укажите наиболее подходящую для материала PETG. Остальные параметры остаются по умолчанию.

Таблица 1 – Параметры печати

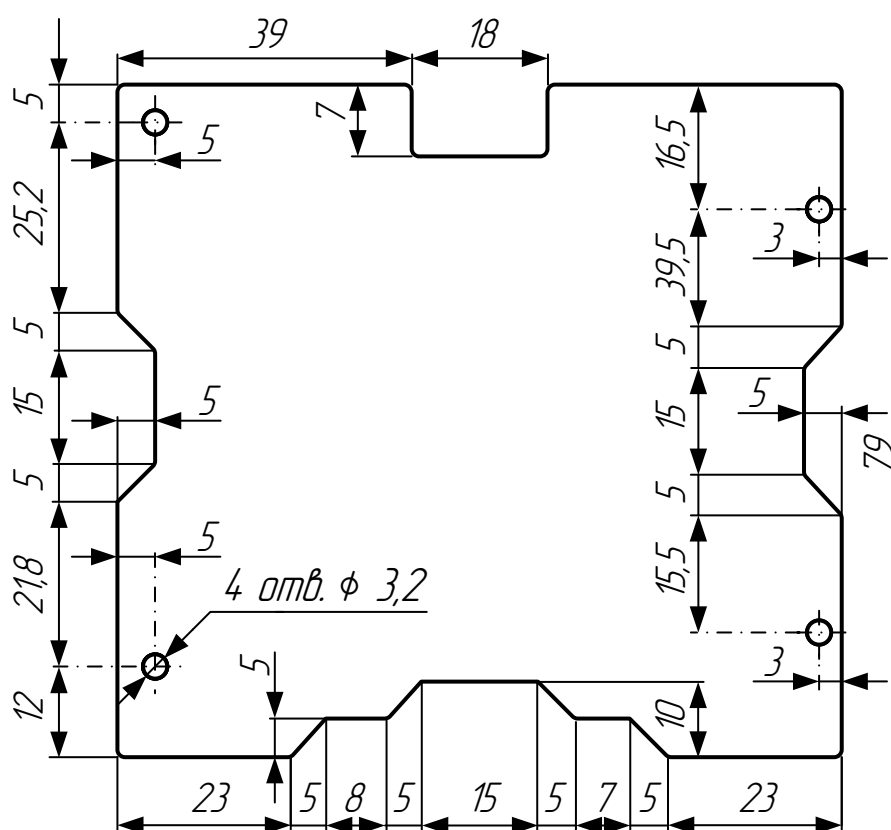
Параметр	Значение
Профиль	Draft
Высота слоев	0,2 мм
Толщина слоя	0,1 мм
Плотность заполнения	10 %
Шаблон заполнения	линейное
Остальные	на усмотрение участника

Расположение сборки на печатной платформе должно быть таким, чтобы минимизировать количество поддерживающих структур.

Проделанную работу необходимо сохранить в формате gcode, а также предоставить снимки экрана с параметрами настроек (print screen).

Критерии оценивания:

Критерий	Количество баллов
Построенная деталь соответствует чертежу	До 5
Построенные детали сопрягаются без пересечений (совпадают сопрягаемые размеры)	До 5
Детали собраны в сборку верно (детали сопряжены верно)	До 10
Все параметры печати заданы верно	До 5
Расположение и ориентация сборки выбраны таким образом, что количество поддержек минимально	До 5



1. Толщина платы 2 мм

2. Неуказанные радиусы 1 мм

Рисунок 2 – Печатная плата-носитель

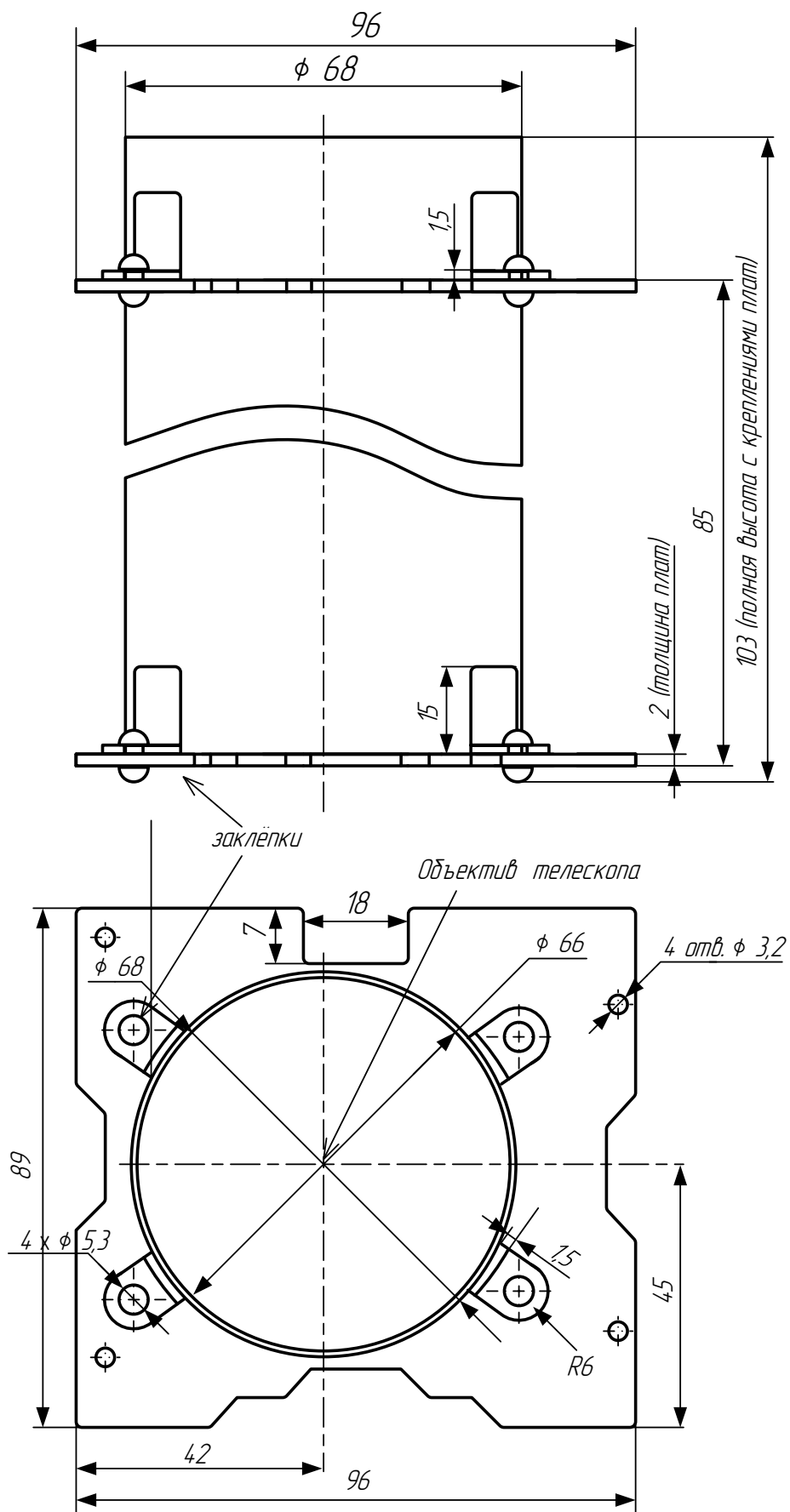


Рисунок 3 – Габаритный чертеж полезной нагрузки