

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

**Подготовка к прохождению практического этапа
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний
«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»
(номинация «Инженерный класс», технологическое направление)**

Методические рекомендации для учащихся предпрофессиональных классов
и преподавателей элективных курсов («3D-моделирование», «Технологии
современного производства», «Микроэлектроника и схемотехника»)

Утверждено Факультетом довузовской подготовки

Москва
2022 год

Методические рекомендации по решению кейс-задания №1 по элективным курсам «3D-моделирование» и «Технологии современного производства»

Методические рекомендации предназначены для педагогов, работающих в предпрофессиональных классах, и учащихся, планирующих участвовать в решении кейс-задания по элективным курсам «3D-моделирование» и «Технологии современного производства» (кейса №1) технологического направления номинации «Инженерный класс» Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс).

В рекомендациях содержатся сведения о стандартах ЕСКД, относящихся к оформлению графических работ, даются основные теоретические положения построения изображений трёхмерных объектов на плоском поле чертежа. Приведены демонстрационные задания и даны примеры их решения. Также включены задачи для самостоятельного решения.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ. РАСПОЛОЖЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПО НАГЛЯДНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

Основные виды – это виды, которые получаются при проецировании вдоль координатных осей на перпендикулярные к ним плоскости проекций.

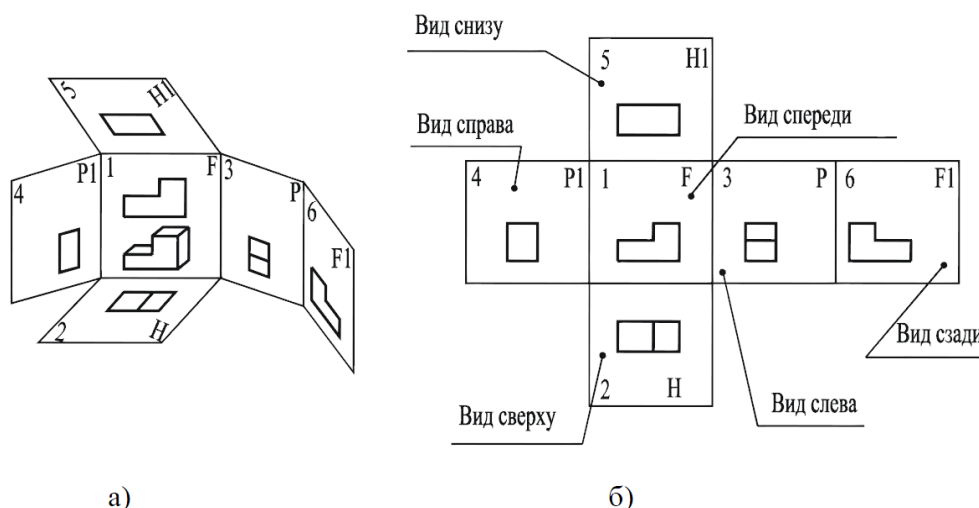


Рис. 1

На рис. 1а показан пространственный объект и плоскости проекций с видами, а на рис. 1б – расположение видов на плоскости чертежа в соответствии с ГОСТ 2.305–2008.

Основные плоскости проекций – фронтальная (1), горизонтальная (2), профильная (3) и три им параллельные (грани куба).

ГОСТ 2.305–2008 устанавливает следующие названия видов: 1) вид спереди; 2) вид сверху; 3) вид слева; 4) вид справа; 5) вид снизу; 6) вид сзади.

Вид спереди принимается за главный. Он должен давать наибольшую информацию о форме и размерах предмета и обеспечить наилучшую компоновку чертежа.

Виды, как и проекции геометрических элементов (точек, линий, плоскостей), могут обозначаться буквами и цифрами со штрихами. Например, A' – вид сверху, A'' – вид спереди, A''' – вид слева.

На рис. 2 изображены оси координат, соответствующие каждому из шести основных видов.

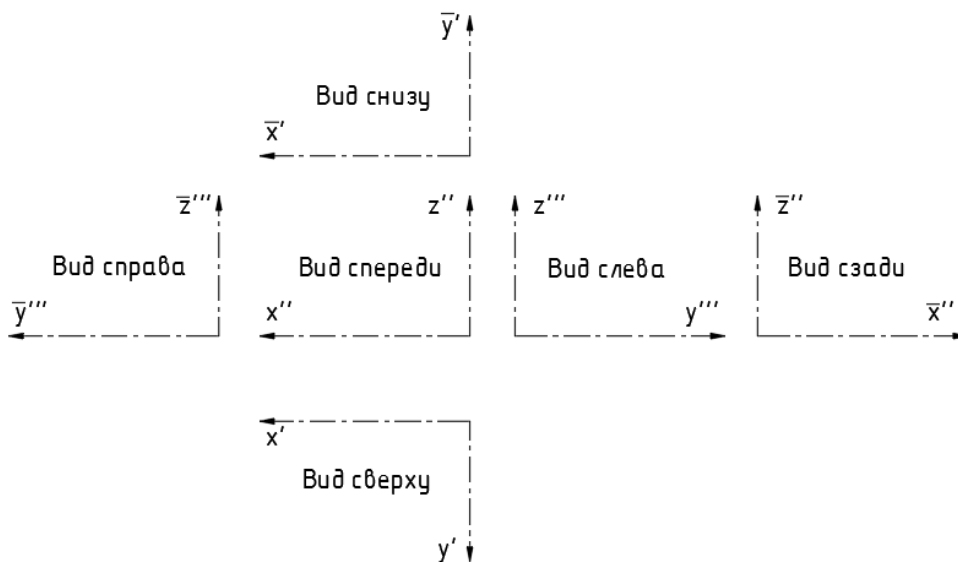



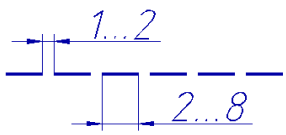
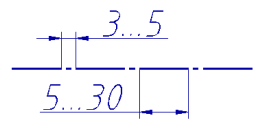
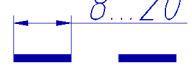


Рис. 2

2. ТИПЫ ЛИНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 2.304-68

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
<i>Сплошная толстая основная</i>		$S = 0,5 \dots 1,4$ мм	Линии видимого контура
<i>Сплошная тонкая</i>		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии штриховки, линии размерные и выносные, линии-выноски, линии контура наложенного сечения
<i>Сплошная волнистая</i>		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии обрыва или разрыва изображений. Линии разграничения вида и разреза
<i>Штриховая</i>		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые
<i>Штрих-пунктирная тонкая</i>		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Линии осевые и центровые
<i>Разомкнутая</i>		от s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений

3. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ ДЕТАЛИ

Размер – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.п.) в выбранных единицах измерения.

Размеры, нанесенные на чертеже детали, подразделяются на габаритные размеры, размеры формы и размеры положения.

Чертёж детали – это графический конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для изготовления детали и её контроля.

Габаритные размеры – это размеры, определяющие наибольшую длину, ширину и высоту детали. При этом размерная цепь не должна быть замкнутой (ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»).

К размерам формы относятся размеры, определяющие форму поверхностей, ограничивающих деталь.

К размерам положения относятся размеры, определяющие взаимное положение поверхностей. Они отвечают на вопрос: «Где располагается поверхность?».

На чертежах деталей могут проставляться размеры, которые не используются при изготовлении детали, но необходимы для удобства пользования чертежом. Такие размеры называются справочными. Соответствующее размерное число помечается символом *. Над основной надписью чертежа делается запись «* Размер для справок».

Требования к нанесению размеров на чертеже детали

1. Количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали.

2. На чертеже проставляют действительные размеры детали независимо от масштаба изображений.

3. Линейные размеры задаются в мм без указания единиц измерения. Для угловых размеров единицы измерения указываются.

4. Размеры наносят, по возможности, вне изображения детали. Размеры, относящиеся к наружным поверхностям, проставляют со стороны вида. Размеры, относящиеся к внутренним поверхностям, проставляют со стороны разреза. Размеры должны быть распределены между всеми изображениями чертежа.

5. Размеры одного и того же элемента детали не должны повторяться на разных изображениях чертежа.

При нанесении размеров стоит обратить внимание на следующие положения ГОСТ 2.307-2011:

- Размерные линии располагаются на расстоянии не менее 10 мм от основных линий (рис.3);

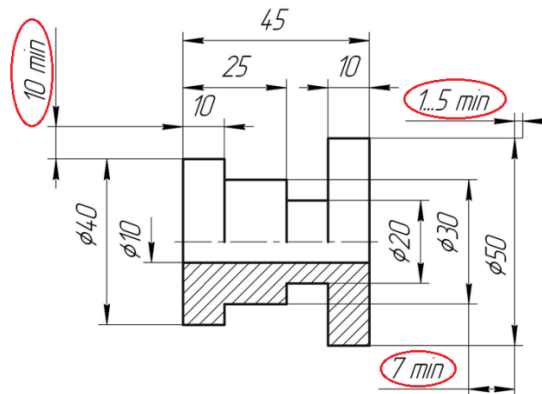


Рис. 3

- Расстояние между размерными линиями не должно быть менее 7 мм (рис. 3);
- Выносные линии выходят за размерные на расстояние 1...5 мм (рис. 3);
- Меньший размер наносится ближе к изображению, больший – дальше от изображения (рис. 3);
- Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий (рис. 4);

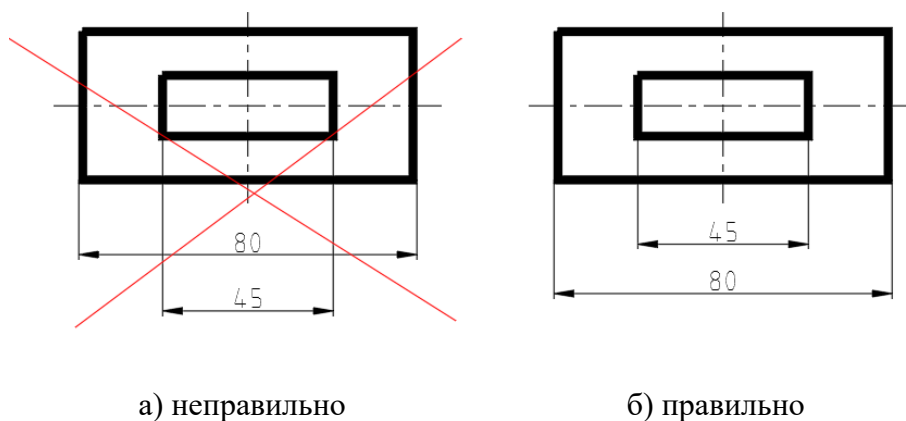


Рис. 4

- При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак « \varnothing » (рис. 5). Если на изображении трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак «O», например, «Сфера $\varnothing 18$ », «O R 12». Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел;

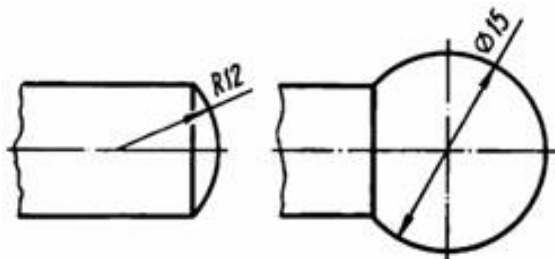


Рис. 5

- Размеры квадрата наносят, как показано на рис. 6. Высота знака « \square » должна быть равна высоте размерных чисел;

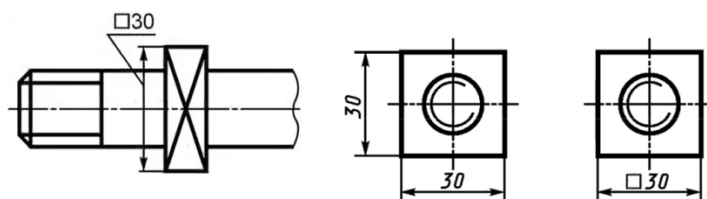


Рис. 6

- При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 7);

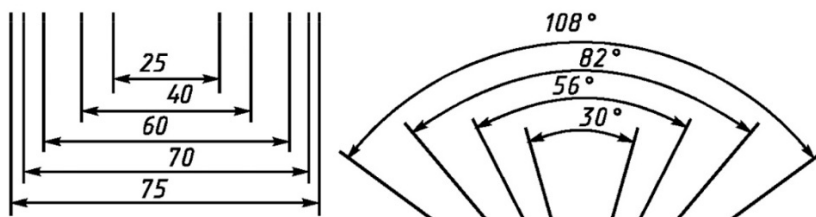


Рис. 7

- Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рис. 8;

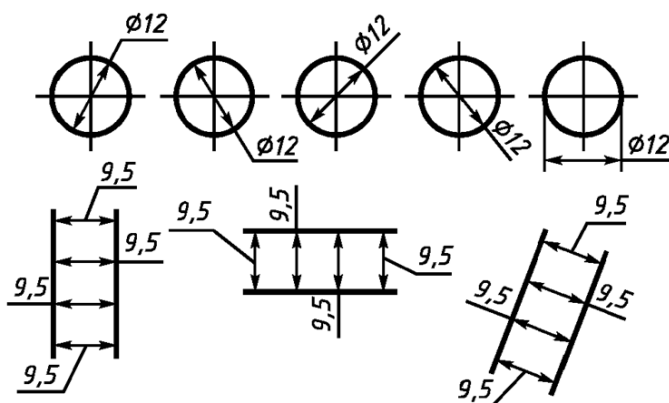


Рис. 8

- При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R. При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рис. 9);

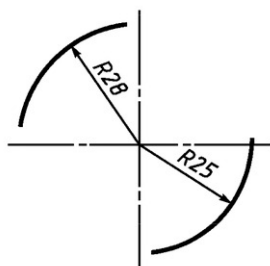


Рис. 9

- Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.д.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 10).

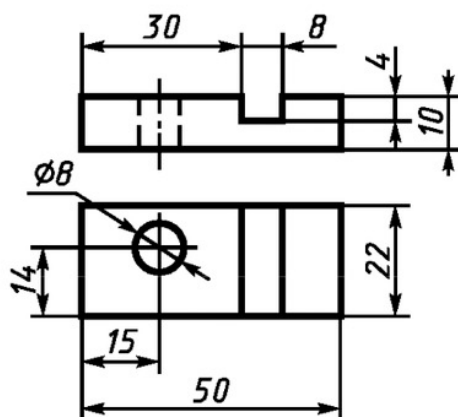


Рис. 10

4. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Задание

1. По заданному изображению и описанию (рис. 11) построить 3D-модель детали «Ручка» в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor или Fusion 360.

2. Сохранить полученную модель в формате, позволяющем впоследствии выполнить 3D-печать модели (*.stl).

3. На основе полученной модели создать (средствами САПР) чертёж на листе формата А3 (рамка с основной надписью, 3 основных вида: вид спереди, вид сверху, вид слева и изометрическая проекция), по которому в дальнейшем данную модель можно будет изготовить. Внутренние поверхности детали показать линиями невидимого контура.

4. Проставить размеры детали на полученном в п. 3 чертеже.

5. Сохранить полученный чертёж в формате PDF.

6. Средствами используемой САПР определить массу и объём пластика ABS, необходимого для печати созданной модели на 3D-принтере с заполнением 100%. Полученную информацию предоставить в отдельном текстовом файле (*.txt, *.doc, *.docx).

По результатам выполнения кейс-задания на проверку предоставляется три файла: *.stl (3D-модель детали), *.pdf (электронный чертёж детали), *.txt,/*.doc/*.docx (информация о массе и объёме материала).

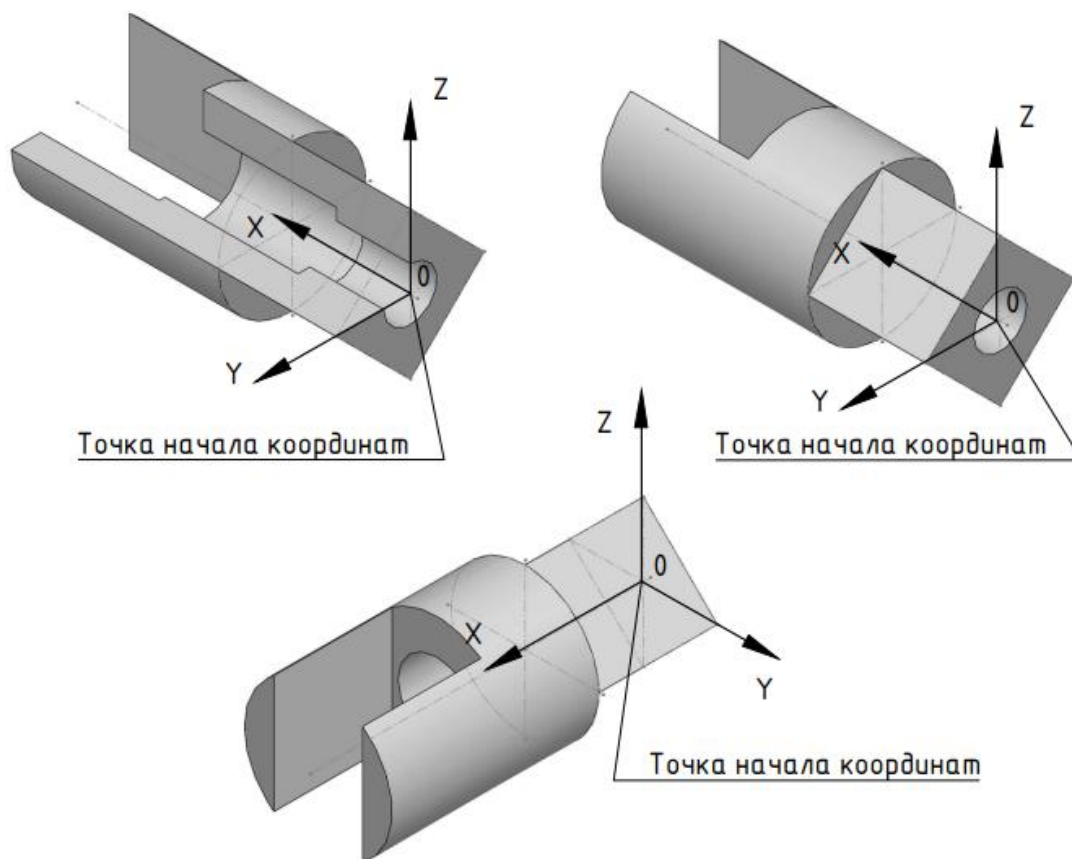


Рис. 11

Описание детали:

- диаметр описанной окружности для построения квадратной призмы – 50 мм;
- диаметр наружного цилиндра – 50 мм, длина цилиндра – 70 мм;
- ширина призматического выреза в цилиндре – 30 мм, глубина – 40 мм;
- диаметр большего цилиндрического отверстия – 26 мм, глубина – 45 мм;
- диаметр меньшего цилиндрического отверстия – 18 мм;
- длина детали – 110 мм.

Пример решения

1. По заданным размерам выполняем построение эскиза для внешней призматической поверхности в программе Autodesk Inventor (рис. 12).

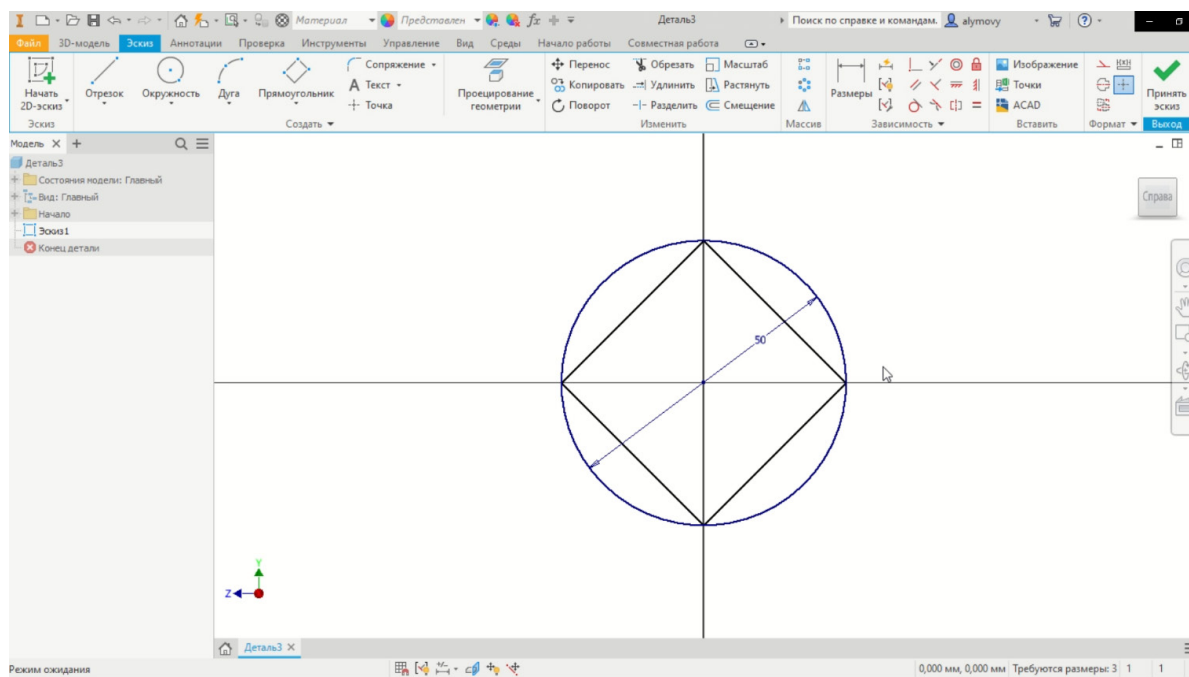


Рис. 12

2. Далее, используя команду **Выдавливание**, на базе созданного эскиза создаём 3D-модель призмы (рис. 13).

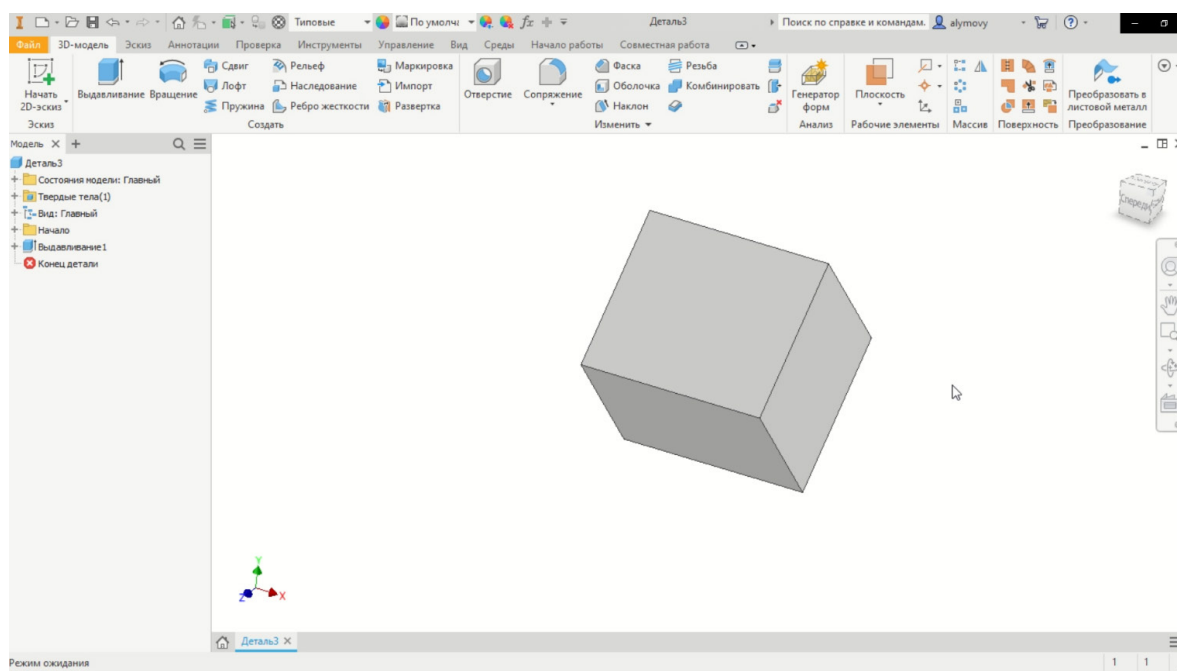


Рис. 13

3. По такому же алгоритму строим 3D-модель цилиндрической поверхности. (рис. 14).

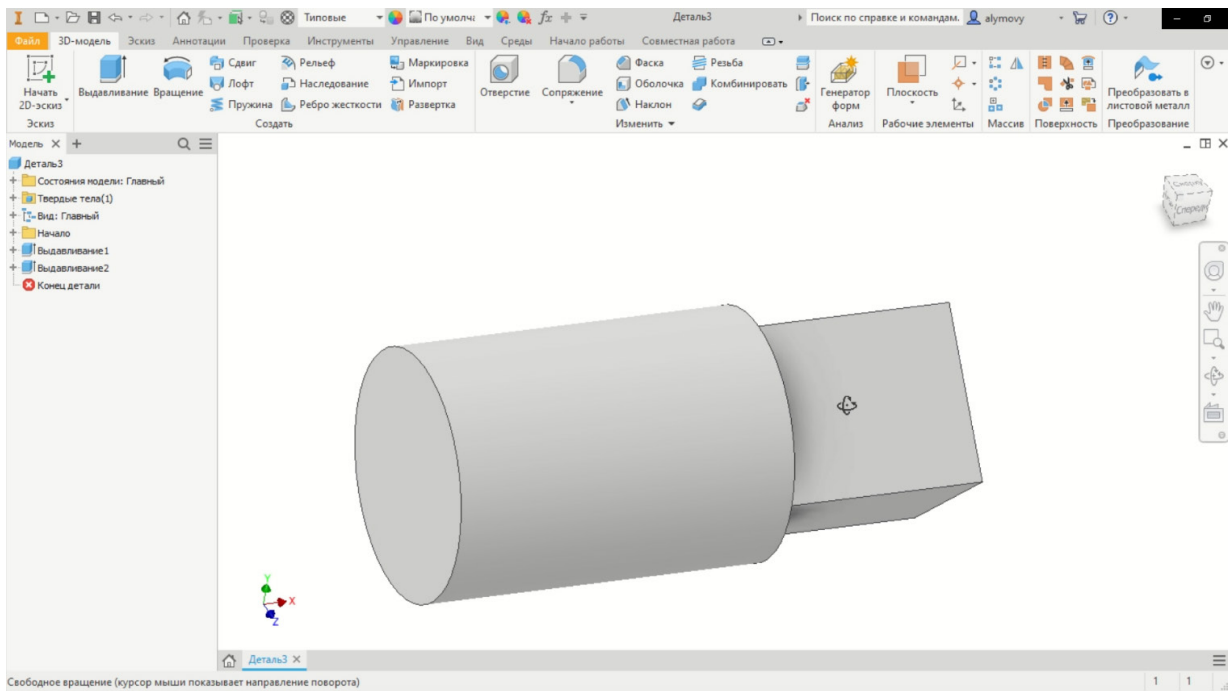


Рис. 14

4. Далее переходим к выполнению отверстий. Для этого также строим эскизы и используем команду **Выдавливание**. (рис. 15).

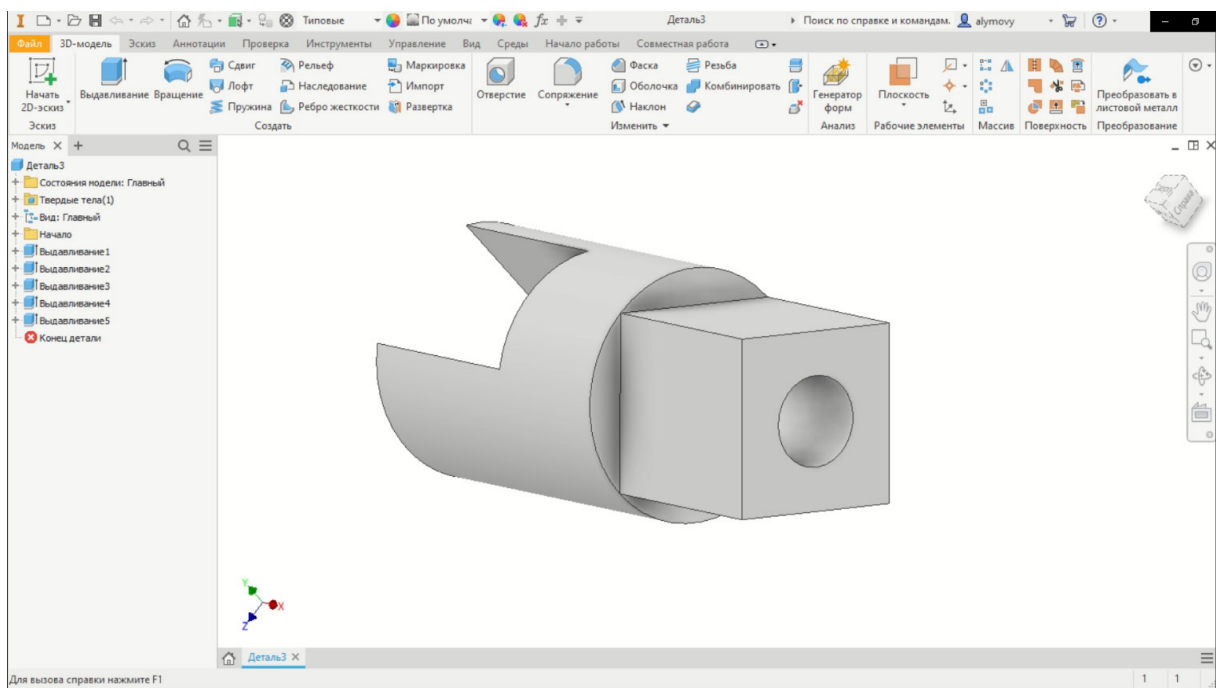


Рис. 15

5. После завершения создания 3D-модели сначала сохраняем её в формате *.ipt (чтобы на базе этого файла создать чертёж), а потом экспортируем в универсальный формат *.stl. Далее переходим к выполнению чертежа (рис. 16).

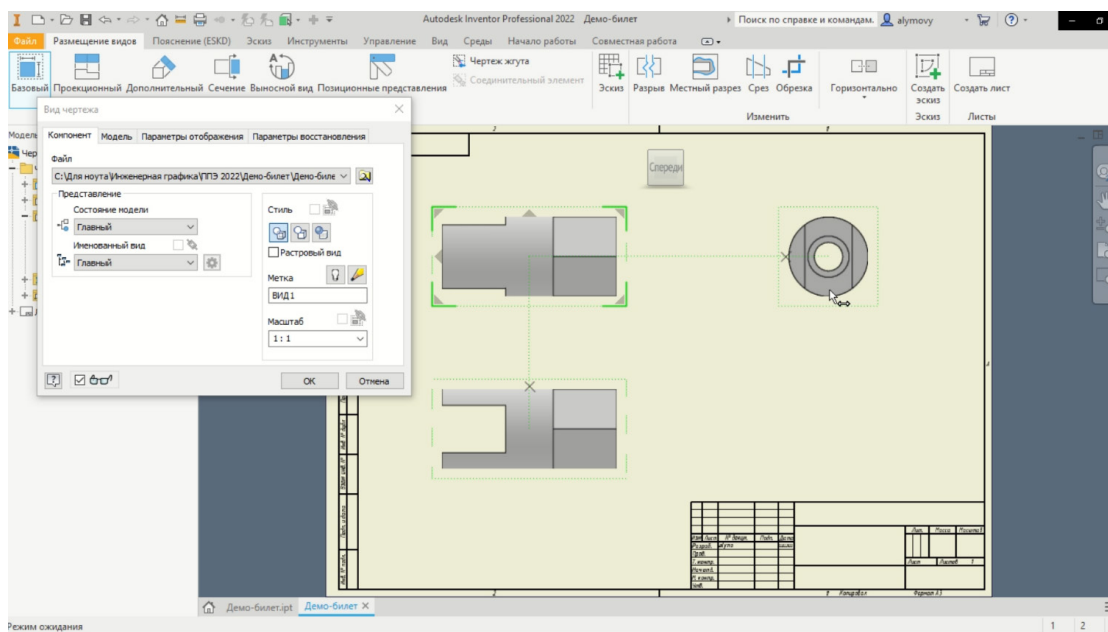


Рис. 16

Главный вид совпадает с плоскостью ZOX (как указано в задании).

6. Наносим размеры формы, размеры положения и габаритные размеры на изображениях основных видов. Строим изометрическую проекцию детали (рис. 17).

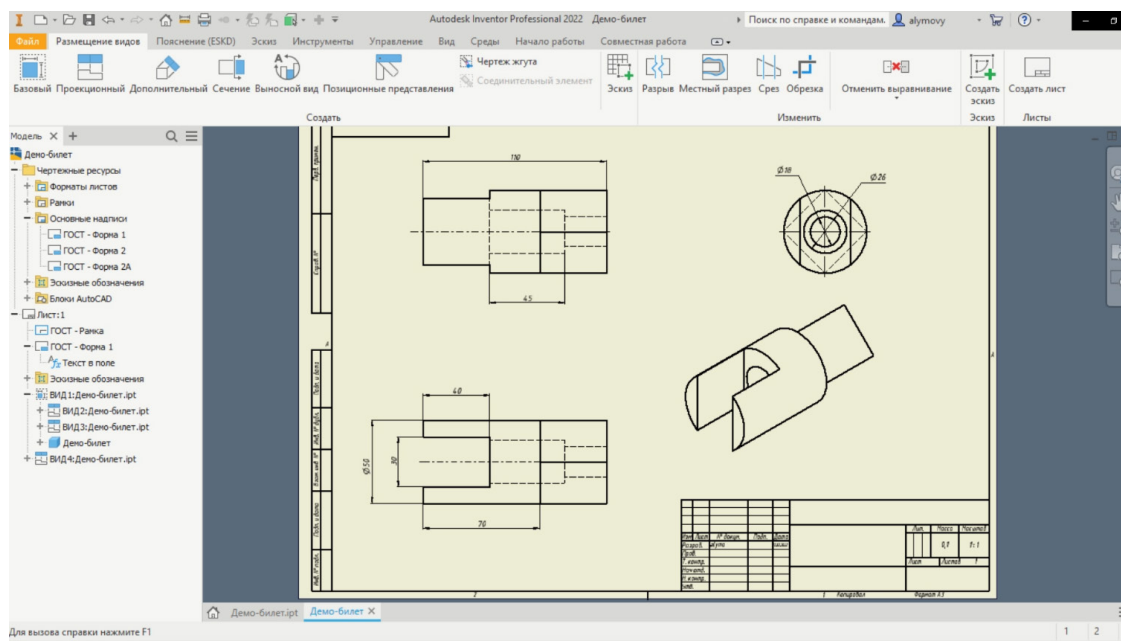


Рис. 17

7. Заполняем основную надпись (рис. 18).

					<i>Демо-билет</i>		
Изм.	Лист	№ доким.	Подп.	Дата	Ручка		
Разраб.		Иванов		22.02.2022			
Пров.						0,1	1:1
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач.отд.							
Н. контр.							
Утв.							

Рис. 18

8. Присваиваем 3D-модели требуемый материал (пластик АБС) из библиотеки материалов (рис. 19).

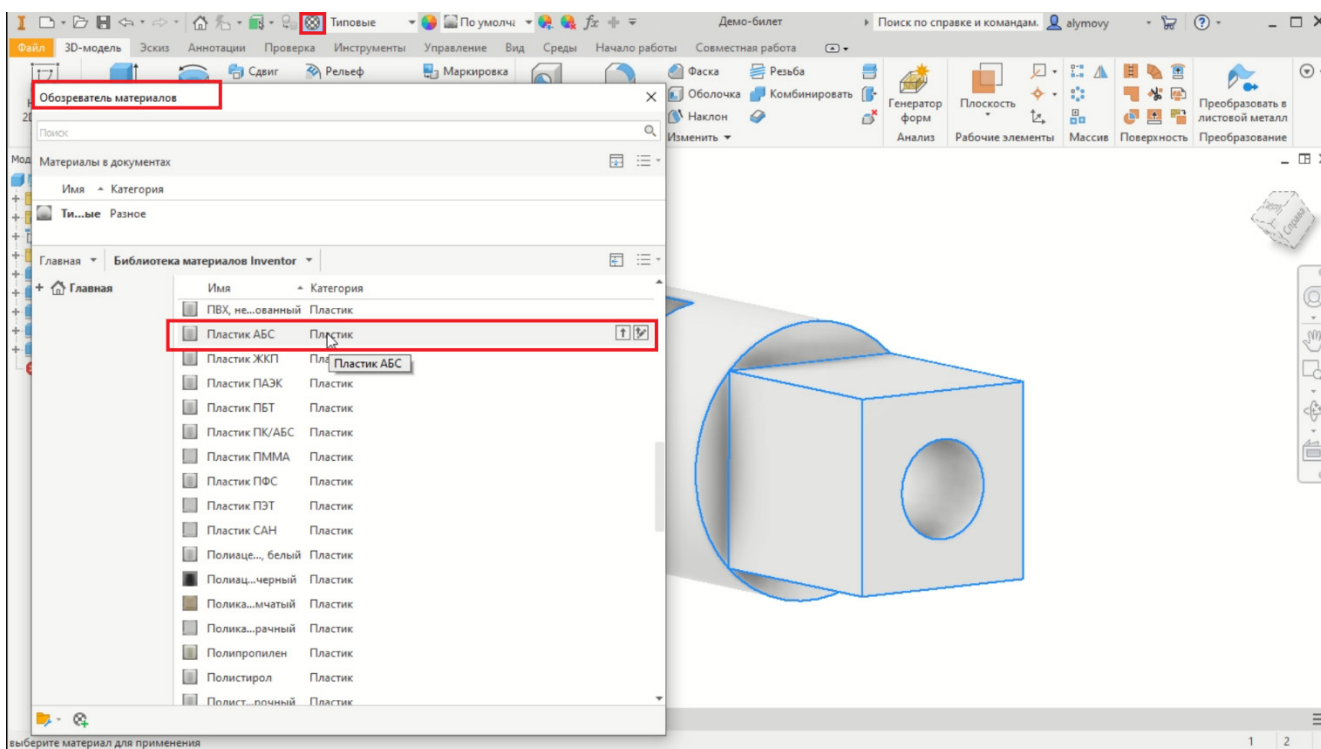


Рис. 19

9. Далее выводим на экран свойства 3D-модели (рис. 20, 21). Копируем их и размещаем в отдельном текстовом файле (рис. 22).

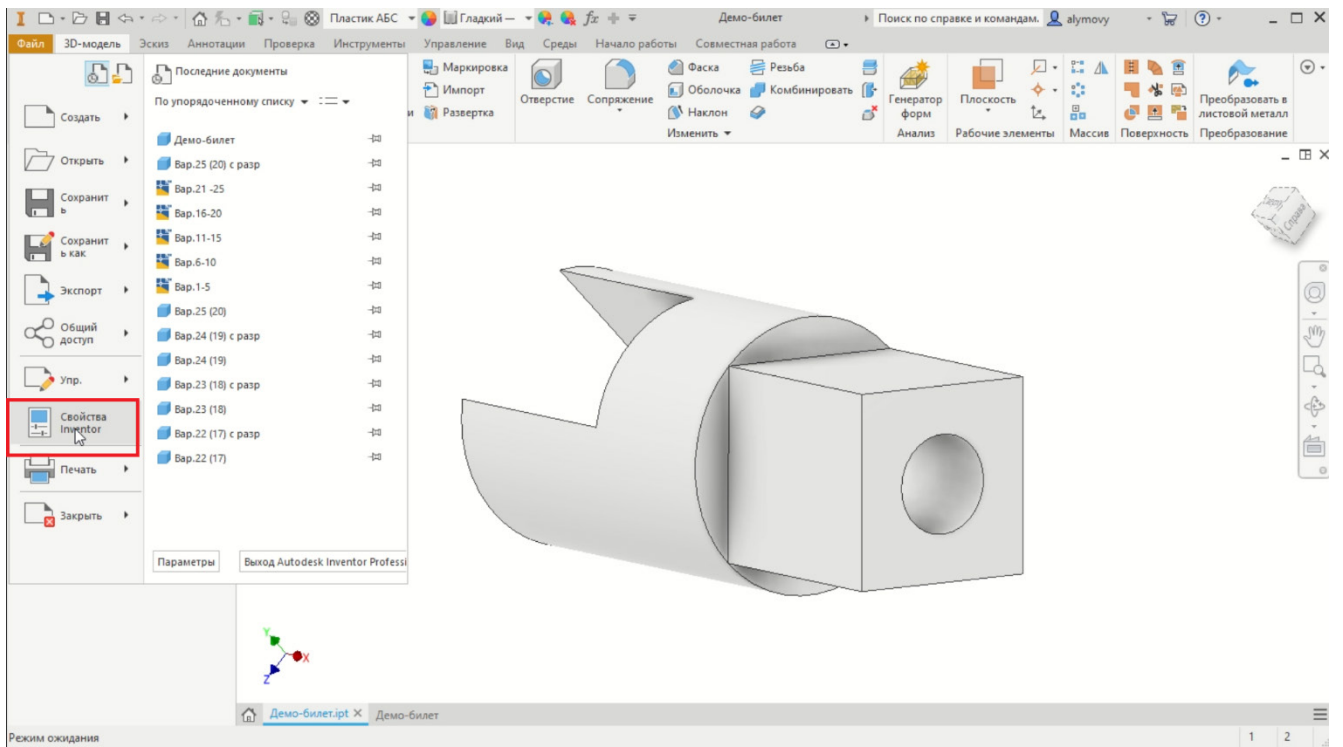


Рис. 20

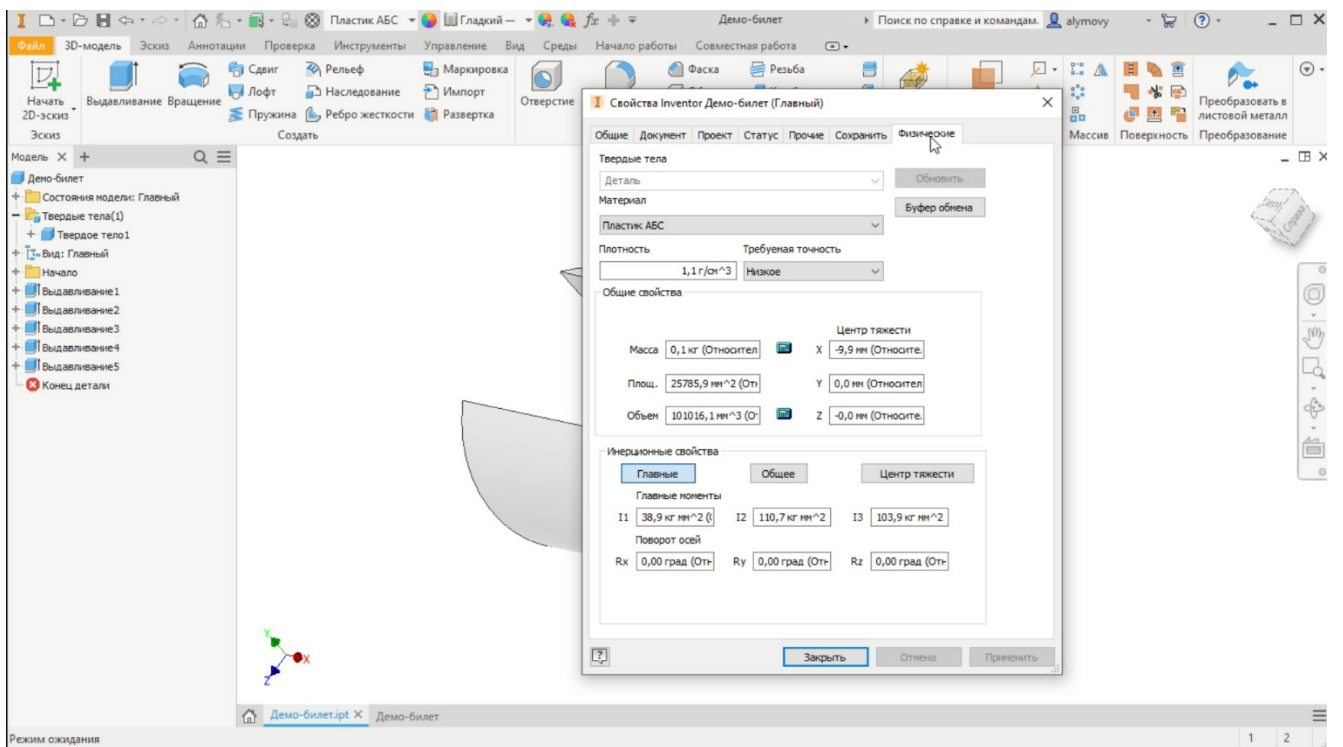


Рис. 21

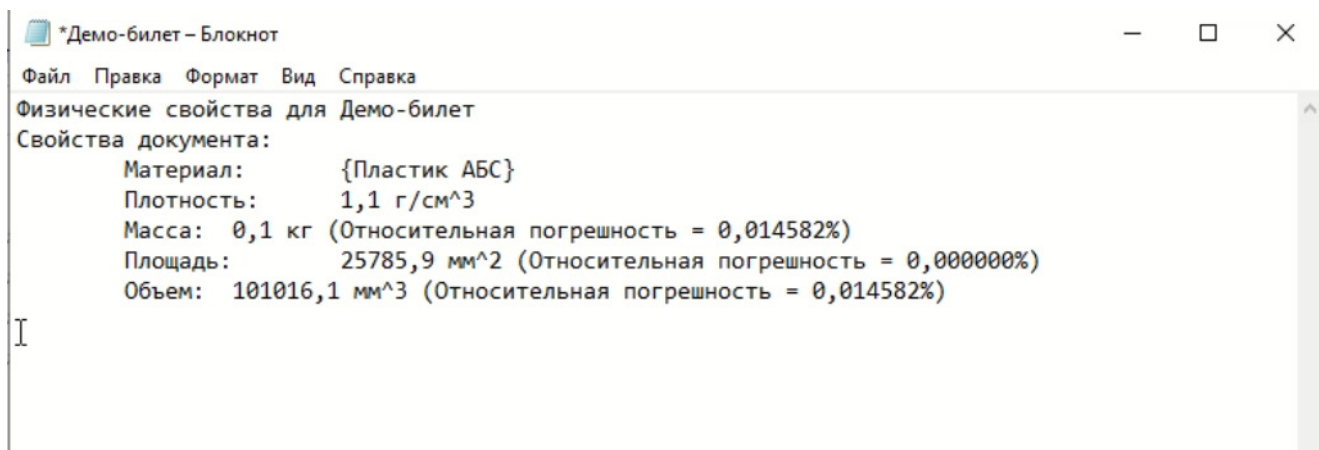


Рис. 22

Названия всех итоговых файлов должны соответствовать шаблону: ФАМИЛИЯ_ВАРИАНТ.stl/pdf/txt/.

5. КРИТЕРИИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

№	Критерии	Максимальные баллы
1.	Наличие 3D-модели детали	5 баллов
2.	Компоновка чертежа	5 баллов
3.	Выбор главного изображения детали	5 баллов
4.	Правильность изображения наружных поверхностей в 3D-модели	10 баллов
5.	Правильность изображения внутренних поверхностей в 3D-модели	10 баллов
6.	Наличие чертежа с видами в формате PDF	10 баллов
7.	Правильность простановки размеров	10 баллов
8.	Определение параметров для 3D-печати	5 баллов
Максимально возможное количество баллов:		60 баллов

6. ВАРИАНТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Задание

1. По заданному изображению и описанию (рис. 23-25) построить 3D-модель детали в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor или Fusion 360.

2. Сохранить полученную модель в формате, позволяющем впоследствии выполнить 3D-печать модели (*.stl).

3. На основе полученной модели создать (средствами САПР) чертёж на листе формата А3 (рамка с основной надписью, 3 основных вида: вид спереди, вид сверху, вид слева и изометрическая проекция), по которому в дальнейшем данную модель можно будет изготовить. Внутренние поверхности детали показать линиями невидимого контура.

4. Проставить размеры детали на полученном в п. 3 чертеже.

5. Сохранить полученный чертёж в формате PDF.

6. Средствами используемой САПР определить массу и объём пластика ABS, необходимого для печати созданной модели на 3D-принтере с заполнением 100%. Полученную информацию предоставить в отдельном текстовом файле (*.txt, *.doc, *.docx).

Вариант 1

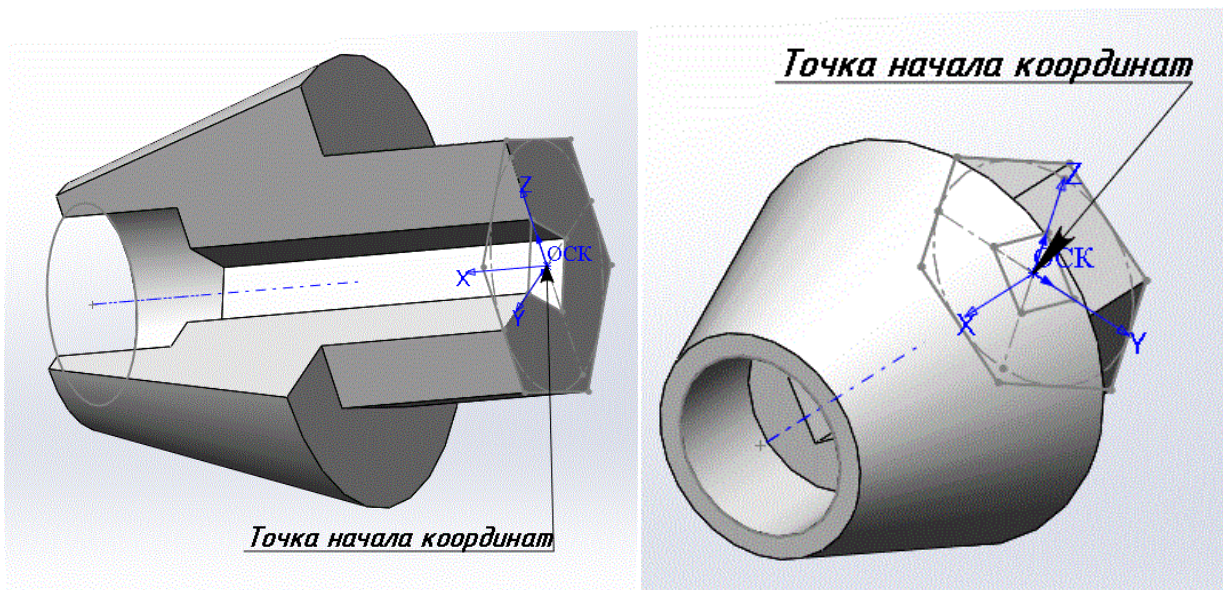


Рис. 23

Описание детали «Пробка»:

- диаметр окружности, вписанной в шестигранник (торец шестигранной призмы) – 50 мм;
- длина шестигранной призмы – 40 мм;
- длина усеченного конуса – 60 мм, диаметры окружностей оснований конуса – 50 мм и 90 мм;
- диаметр цилиндрического отверстия – 40 мм, глубина отверстия – 25 мм;
- длина стороны квадрата в основании сквозного призматического отверстия – 15 мм.

Вариант 2

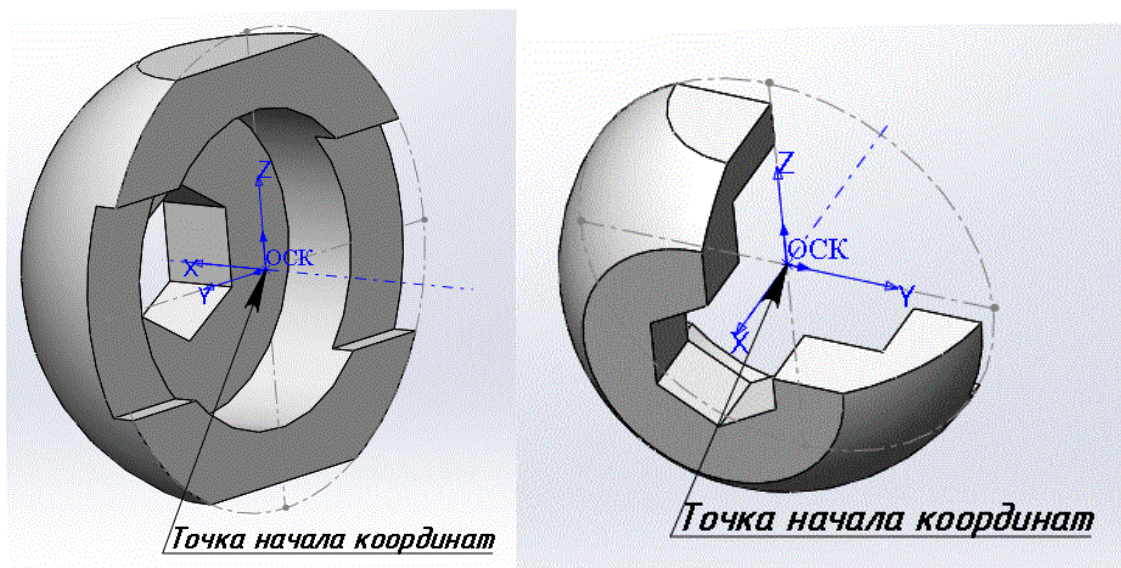


Рис. 24

Описание детали «Заглушка»:

- центр полусферы с диаметром 90 мм расположен в начале координат;
- полусфера усечена плоскостью на расстоянии 35 мм от плоскости ZY;
- на наружной поверхности сферы выполнены срезы («лыски») плоскостями, параллельными плоскости XY. Срезы расположены симметрично на расстоянии 80 мм друг от друга;
- диаметр внутренней цилиндрической поверхности – 60 мм, глубина – 20 мм;
- диаметр описанной окружности, лежащей в основании сквозного призматического отверстия, имеющего форму шестигранной призмы – 30 мм;
- ширина сквозного паза, симметричного относительно плоскости XY – 40 мм, глубина – 5 мм.

Вариант 3

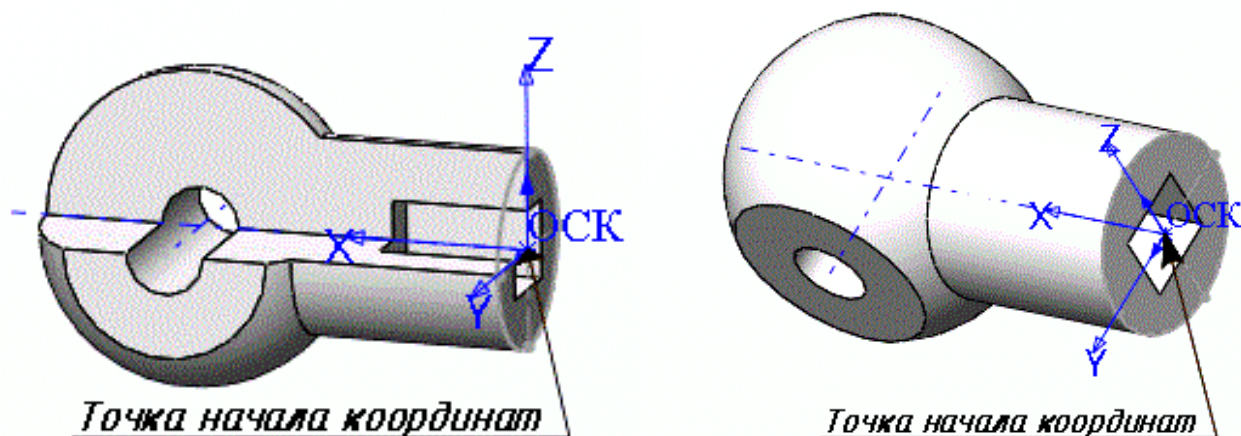


Рис. 25

Описание детали «Ручка»:

- диаметр наружного цилиндра – 50 мм;
- диаметр сферы – 80 мм;
- расстояние от начала координат до центра сферы по оси x – 85 мм;
- расстояние между симметричными плоскими срезами на сфере («лысками») – 60 мм;
- диаметр сквозного цилиндрического отверстия – 20 мм;
- длина сторон призматического отверстия – 20x20 мм, глубина – 35 мм.

Методические рекомендации по решению кейс-задания №2 по элективному курсу «Микроэлектроника и схемотехника»

Методические рекомендации предназначены для педагогов, работающих в предпрофессиональных классах, и учащихся, планирующих участвовать в решении кейса по элективному курсу «Микроэлектроника и схемотехника» (кейса №2) технологического направления номинации «Инженерный класс» Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс).

В рекомендациях рассматриваются следующие вопросы:

- Знакомство с облачной средой компьютерного моделирования *Autodesk Tinkercad*;
- Описание основных элементов электрических схем, которые могут использоваться для моделирования и прототипирования устройств, приведенных в конкурсных билетах;
- Возможные варианты формулировок кейсовых заданий.

1. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ TINKERCAD

При выполнении заданий практического этапа Конкурса используется программная среда *Autodesk Tinkercad*.

Рассмотрим основы работы с этой средой более подробно.

Для начала работы с программой необходимо зарегистрироваться на сайте *Autodesk*, пройдя по ссылке <https://www.tinkercad.com/dashboard>.

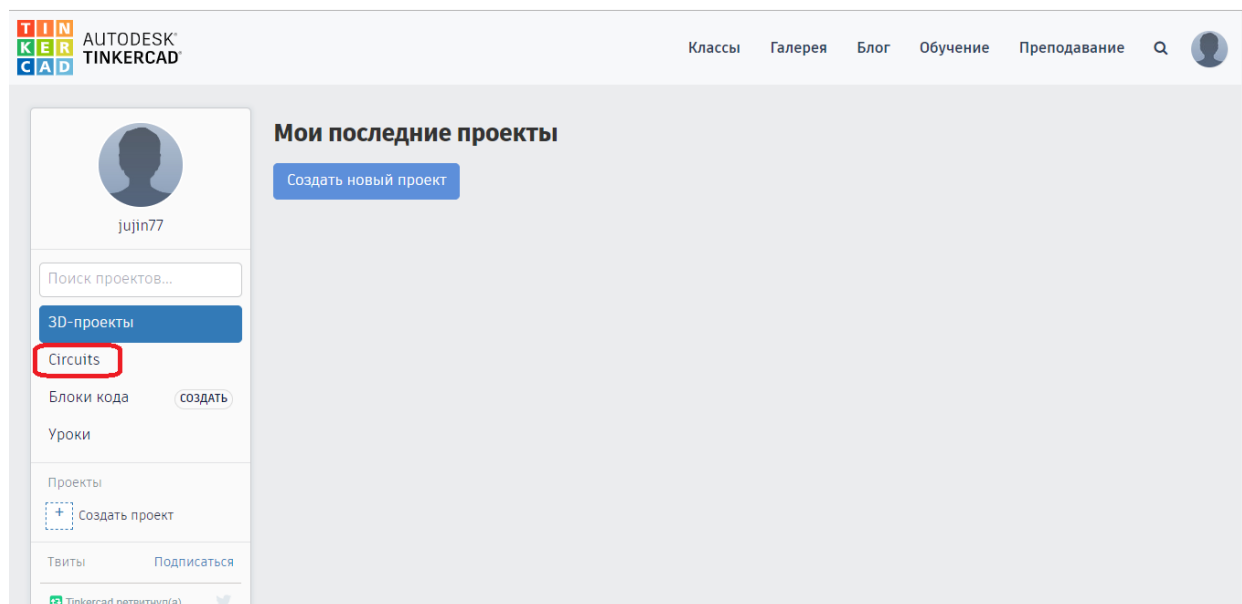


Рис. 1. Главная страница *Tinkercad Dashboard*

После регистрации пользователь автоматически попадает на главную страницу, на которой слева находится список приложений («3D-проекты», «*Circuits*», «Блоки кода» и «Уроки»), а внизу – список проектов (рис. 1). Для создания электронных схем необходимо выбрать приложение *Circuits*. В результате справа отобразится список созданных объектов. Для раздела «*Circuits*» этими объектами будут схемы и блоки кода.

Для создания новой схемы выберите в меню слева «*Circuits*» и в окне справа над списком схем нажмите команду «Создать цепь» (рис. 2). После выполнения команды откроется режим редактирования схемы. Имя для схемы формируется автоматически.

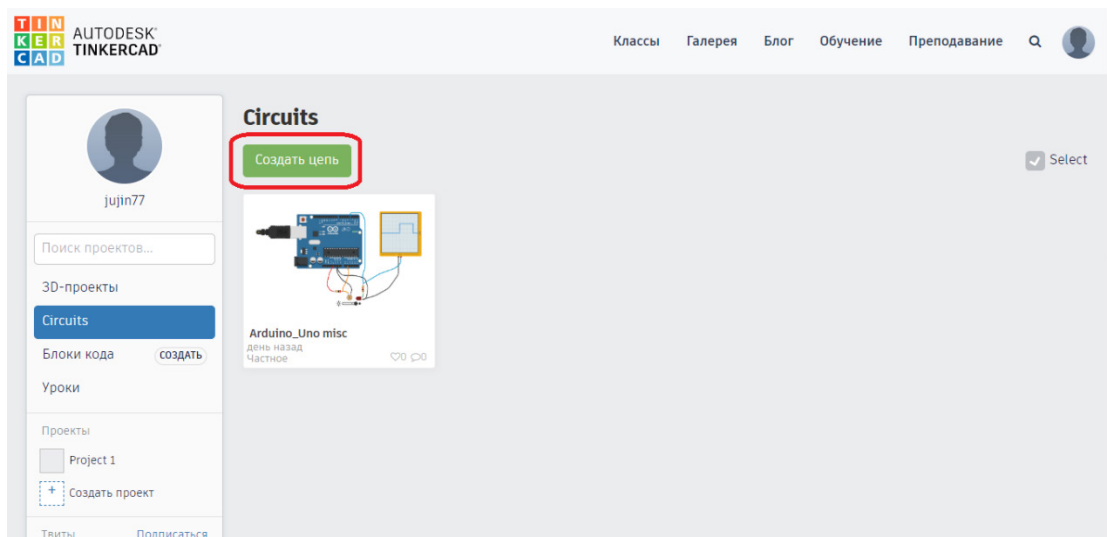


Рис. 2. Запуск редактора схем

Для **изменения названия схемы** и её других свойств необходимо перейти в режим просмотра списка схем (рис. 3), навести курсор на область с названием схемы и нажать на иконку «Настройки». В появившемся меню выбрать команду «Свойства...».

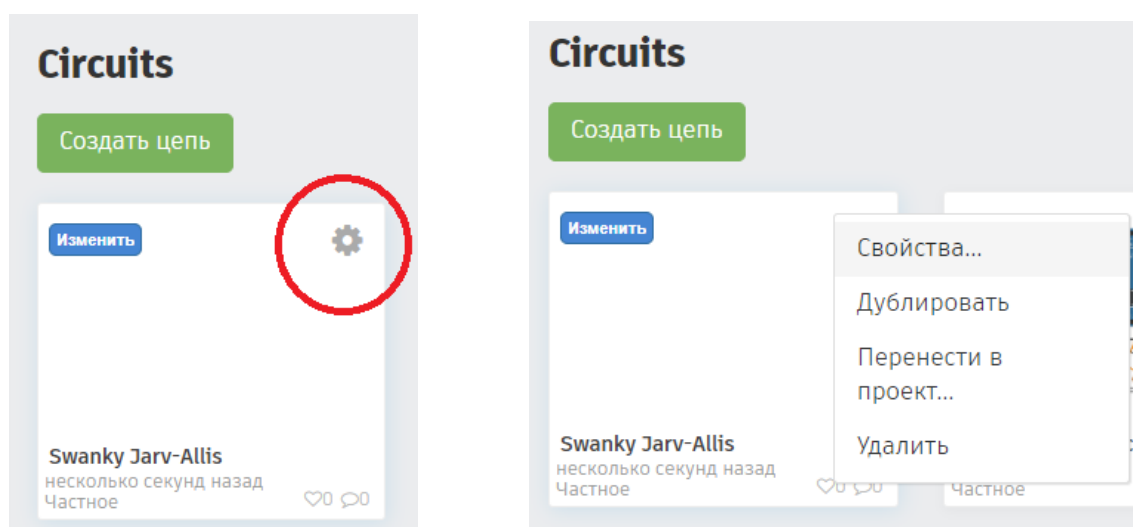


Рис. 3. Редактирование свойств схемы

Для **удаления** схемы в меню «Настройки» можно выбрать команду «Удалить».

Для **просмотра** краткой информации о схеме необходимо щёлкнуть на её изображение.

Для перехода в режим **редактирования** требуется навести курсор мыши и выбрать появившуюся команду «Изменить». Все изменения в процессе редактирования схемы сохраняются автоматически после каждого действия.

Интерфейс Tinkercad

В режиме редактирования с помощью удобного и простого графического интерфейса собирается желаемая электрическая схема. Все действия: выделение, перенос, удаление объектов осуществляются с помощью мыши.

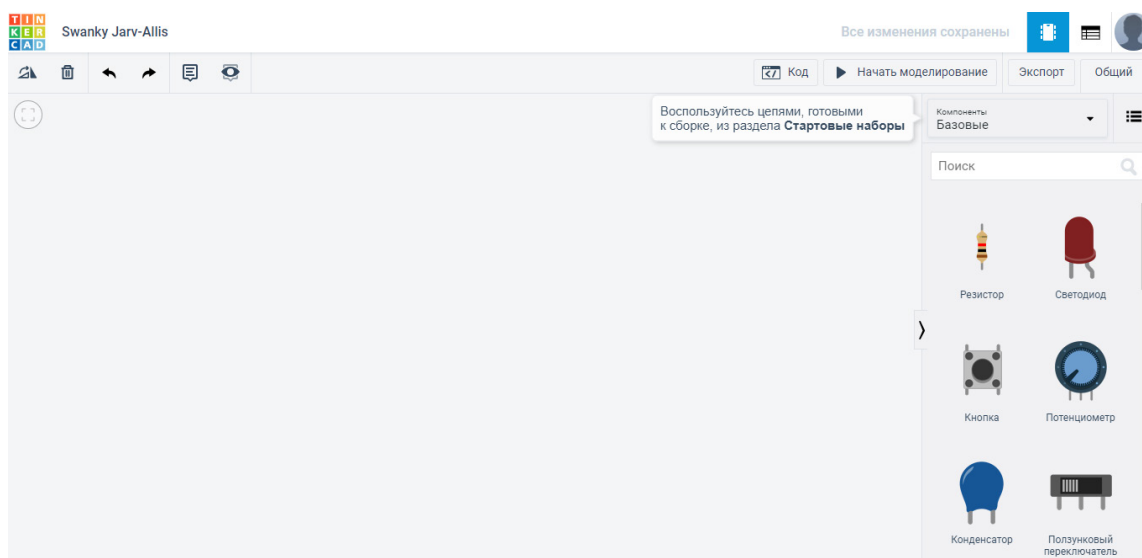


Рис. 4. Основное окно редактора схем

В режиме редактирования рабочее окно приложения разделено на две части (рис. 4). Справа расположена панель с закладками – это библиотека компонентов, а слева находится область визуального редактирования схемы с панелью инструментов и пространством, на котором будет размещена схема.

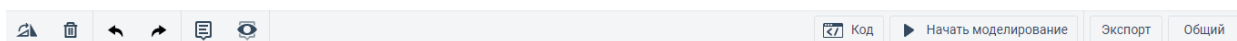





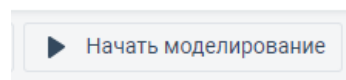


Рис. 5. Панель инструментов редактора схем

На панели инструментов в верхней части (рис. 5) слева находятся основные команды:

	Повернуть элемент
	Удалить
	Масштабировать по размерам экрана
	Отмена
	Повтор

Основной кнопкой для работы со схемой является кнопка в правой части панели:



Начать моделирование

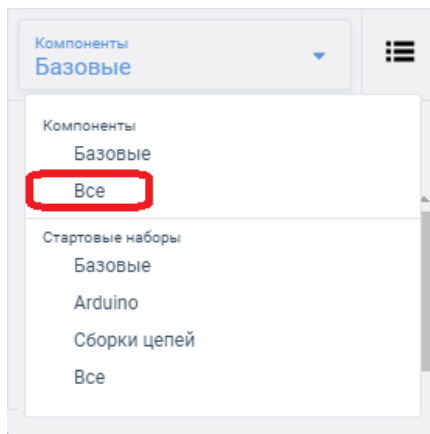
Подготовка схемы

Создавая схему, необходимо выполнить следующий порядок действий:

- Выбрать нужные компоненты из библиотеки с правой стороны экрана и разместить их в поле редактора.
- Соединить компоненты с помощью виртуальных проводников, рисуя их мышкой.
- Отредактировать параметры компонентов (например, величину сопротивления у резисторов или цвет проводов).

Список элементов находится слева. Выбрав элемент, необходимо нажать на него левой кнопкой мыши, а затем переместить в нужное место на схеме и нажать левую кнопку мыши повторно. Для работы доступно множество уже готовых элементов: от резистора и батарейки до микропроцессорных модулей *Arduino*.

Для удобства навигации вся библиотека разделена на две части (рис. 6):



- **Компоненты**

В этом разделе находятся отдельные элементы для сборки электрических схем

- **Стартовые наборы**

В этом разделе находятся готовые примеры различных схем

Рис. 6. Разделы библиотеки

Для решения конкурсного задания необходимо использовать подраздел «Все» раздела «Компоненты» (рис. 6).

Для разработки схемы в первую очередь найдите макетную плату в списке компонентов и перенесите её, зажав левую кнопку мыши, на рабочее поле (рис. 7).

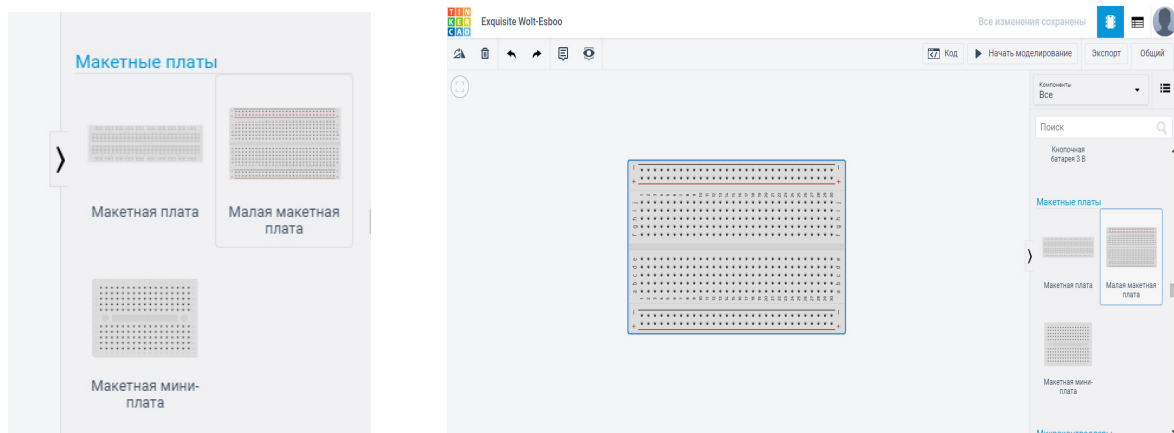


Рис. 7. Установка макетной платы в области редактирования схемы

Далее необходимо перенести все необходимые элементы для сборки схемы и разместить их на макетной плате (рис. 8).

Нажав кнопкой мыши на отверстие макетной платы, можно «установить» в него первый конец соединительного провода, а затем протянуть провод щелчками мыши по всей плате до желаемой точки (рис. 9).

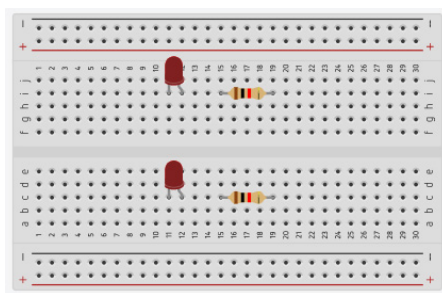


Рис. 8. Макетная плата с установленными элементами

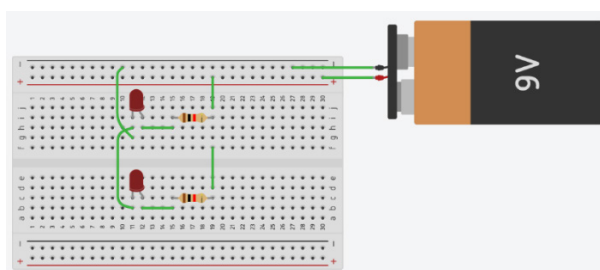


Рис. 9. Соединение элементов проводами

Углы провода автоматически скругляются, провод можно выравнивать по вертикали или горизонтали (появление синих линий покажет нам вертикаль и горизонталь). Для отмены установки провода нужно нажать клавишу *Esc* или мышкой – на соответствующую иконку на панели инструментов.

Выбрав компонент кнопкой мыши, открывается меню с его свойствами (рис. 10).

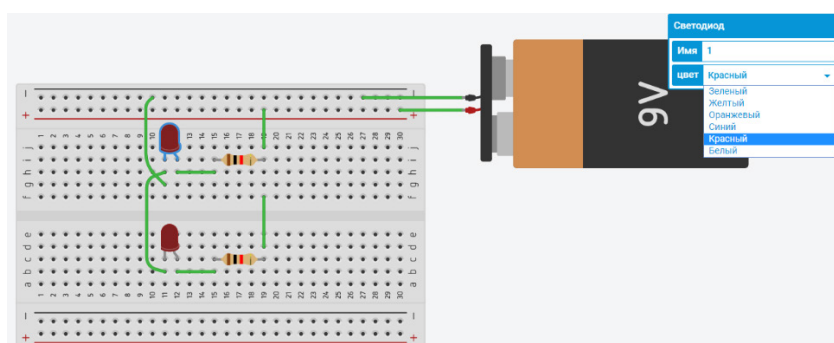


Рис. 10. Редактирование свойств компонентов

Отредактировав свойства компонентов, схему можно запустить на моделирование, чтобы проверить её работоспособность.

Программирование платы *Arduino* в *Tinkercad*

После добавления платы *Arduino* на рабочий стол у нас появляется возможность работы с кодом. Программировать *Arduino* можно с помощью блоков на языке *Scratch* или кодом (рис. 11).

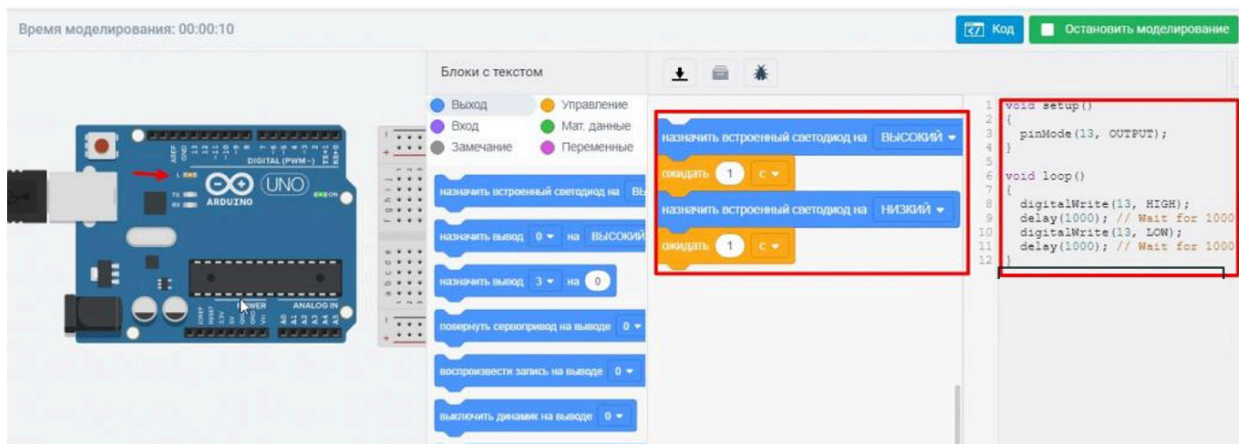


Рис. 11. Моделирование работы схемы

После нажатия «Начать моделирование», мы увидим мигание светодиода на плате *Arduino*. Мигать светодиод заставляет тестовая программа, которая создается автоматически при добавлении *Arduino* на рабочее поле (рис. 11).



Рис. 12. Моделирование работы схемы

При сборе схем в *Tinkercad* участник защищён от основных ошибок новичка. Например, если подключить светодиод без резистора, то мы увидим предупреждение о том, что ток превышен (рис. 12). В реальной жизни это может привести к быстрому выходу из строя светодиода.

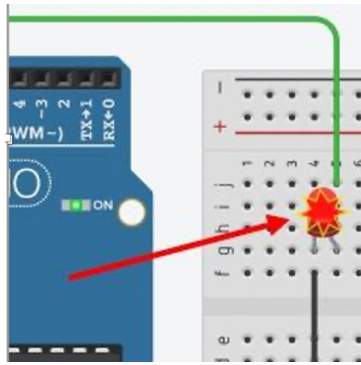
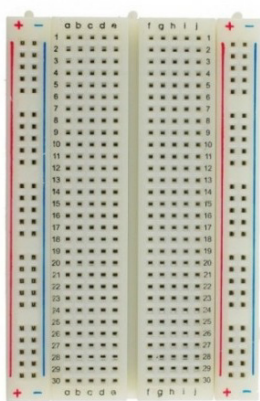


Рис. 13. Моделирование работы схемы

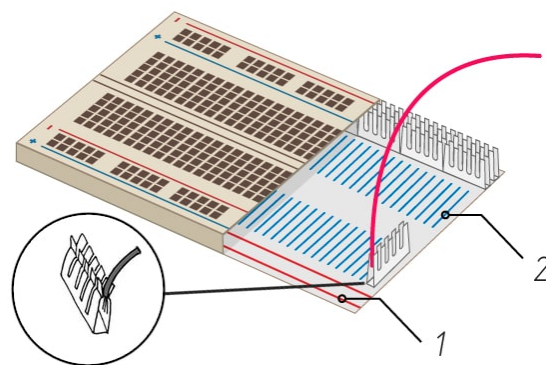
А при значительном превышении тока будет изображение (рис. 13), которое обозначает, что светодиод сгорел. В реальной схемотехнике при такой ситуации сгорит не только светодиод, но может выйти из строя и плата *Arduino*.

2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕМЕНТАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Основой для сборки электрических схем, как в среде моделирования *Tinkercad*, так и при сборке прототипов устройств по заданиям конкурсных билетов, является безопасная макетная плата. Перед началом работы следует разобраться, как устроены её внутренние соединения.

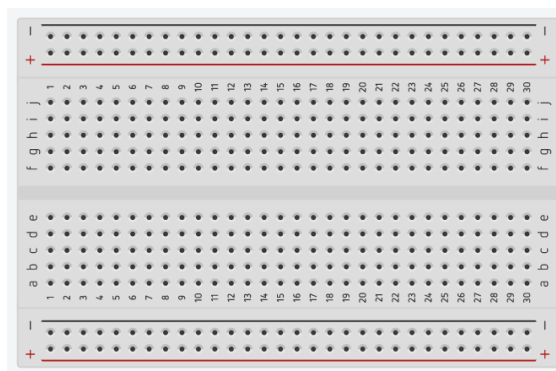


а)



1 – шины питания
2 – сигнальные шины

б)



в)

Рис. 14. Устройство соединений на макетной плате

а) фронтальный вид; б) основа конструкции; в) вид в *Autodesk Tinkercad*

Точки (разъёмы) на макетной плате соединены между собой особым образом. Беспаячная макетная плата, представленная на рис. 14, имеет четыре независимых контактных зоны. Две зоны по краям – это шины питания (плюсовая «+» и минусовая «-»), они маркированы красной и синей линией вдоль контактных точек. Все точки шины электрически соединены между собой. Иными словами, они представляют собой один провод с большим количеством точек-разъёмов.

По центру расположена область для размещения элементов схемы. Эта область разделена на две части своеобразной канавкой. В каждой части – 30 строк по 5 точек-разъёмов. Эти 5 точек-разъёмов в строке электрически соединены между собой (рис. 14).

Компоненты для сборки

Диоды

Полупроводниковый диод – прибор с одним p-n-переходом и двумя выводами, обладающий односторонней проводимостью тока (рис. 15). По функциональному назначению, принципу образования p-n-перехода и использованию тех или иных свойств диоды делятся на выпрямительные, стабилитроны, импульсные, диоды Шоттки, фотодиоды, светодиоды и другие.

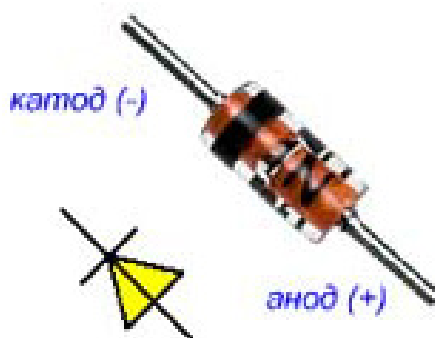


Рис. 15. Пример маркировки диодов

Наиболее распространены следующие модификации полупроводниковых диодов:

- Выпрямительные диоды. Предназначены для выпрямления переменного тока.
- Стабилитроны. Обеспечивают стабилизацию выходного напряжения.
- Диоды Шоттки. Предназначены для работы в импульсных преобразователях и стабилизаторах напряжения. Например, в блоках питания персональных компьютеров.
- Импульсные диоды отличаются очень высоким быстродействием и малым временем восстановления. Они применяются в импульсных блоках питания и в другой импульсной технике. К этой группе можно отнести и туннельные диоды.
- Фотодиоды имеют миниатюрную линзу и управляются световым излучением. В зависимости от типа могут работать как в инфракрасном, так и в ультрафиолетовом диапазоне спектра.
- Светодиоды. Излучают видимый свет практически любой длины волны (любого цвета). Спектр применения очень широк. В настоящее время являются альтернативой электрическим лампам накаливания и другим осветительным приборам.

Светодиоды

Со светодиодами сейчас знакомы все: это – светодиодные фонари, светодиодные лампы, ленты и многое другое. Первый светодиод был разработан в университете штата Иллинойс в далеком 1962 году. В 1990 году на свет появились яркие, а позднее – суперяркие светодиоды.

По принципу действия светодиод похож на обычный выпрямительный диод, только при прохождении через него тока полупроводниковый кристалл светится. Английское название светодиодов light emitting diode, или LED, что дословно можно перевести как светоизлучающий диод.

Светодиод является токовым прибором и яркость светодиода определяется силой тока, проходящего через него. Следовательно, последовательно со светодиодом включают токоограничивающий резистор, как показано на рис. 16.

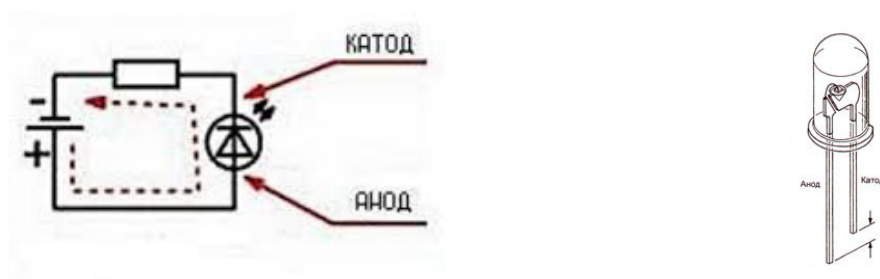


Рис. 16. Пример подключения светодиода

Подключать светодиод необходимо строго с соблюдением полярности. У традиционного светодиода длинная ножка (анод) является ПЛЮСОМ, а короткая (катод), соответственно, – МИНУСОМ. На пластиковом основании (головке) светодиода виден срез, который обозначает расположение катода или минуса (рис. 16).

Если подключить светодиод напрямую к источнику напряжения, то он сгорит.

Семисегментный индикатор

Семисегментный индикатор (рис. 17) – устройство отображения цифровой информации. Это – наиболее простая реализация индикатора, который отображает арабские цифры и буквы. Своё название семисегментные индикаторы получили в связи с тем, что изображение символа формируется с помощью семи отдельно управляемых (подсвечиваемых светодиодам) элементов-сегментов. Эти элементы позволяют отобразить любую цифру 0..9, а также некоторые другие символы, например: '-', 'A', 'b', 'C', 'd', 'E', 'F' и другие. Это даёт возможность использовать индикатор для вывода положительных и отрицательных десятичных и шестнадцатеричных чисел и даже текстовых сообщений. Обычно индикатор имеет также восьмой элемент – точку, используемую при отображении чисел с десятичной точкой. Сегменты индикатора обозначают буквами a, b, ..., g (a – верхний элемент, далее буквы присваиваются сегментам по часовой стрелке; g – центральный сегмент; dp – точка).

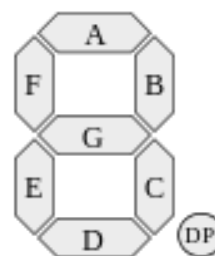
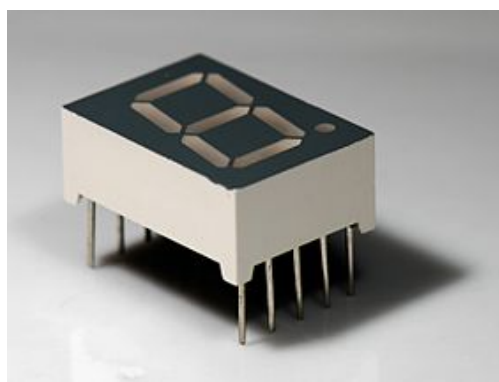


Рис. 17. Внешний вид семисегментного индикатора

Существует два варианта одноразрядных индикаторов: с общими катодами или общими анодами (рис. 18). Всего для подключения используется 9 выводов – общий и 8 отдельных выводов светодиодов.

Схема с общим катодом

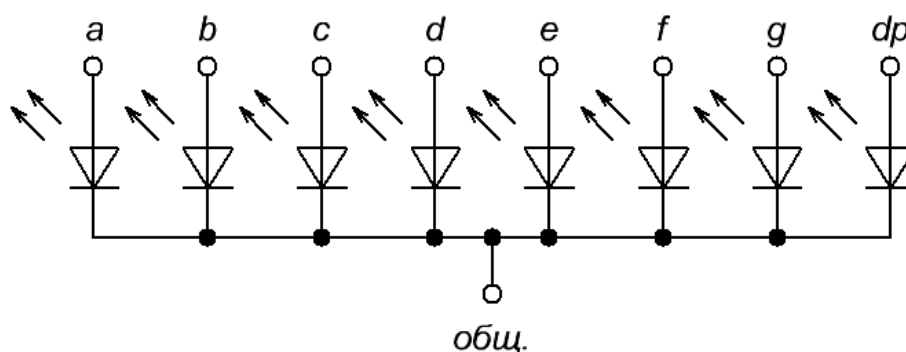


Схема с общим анодом

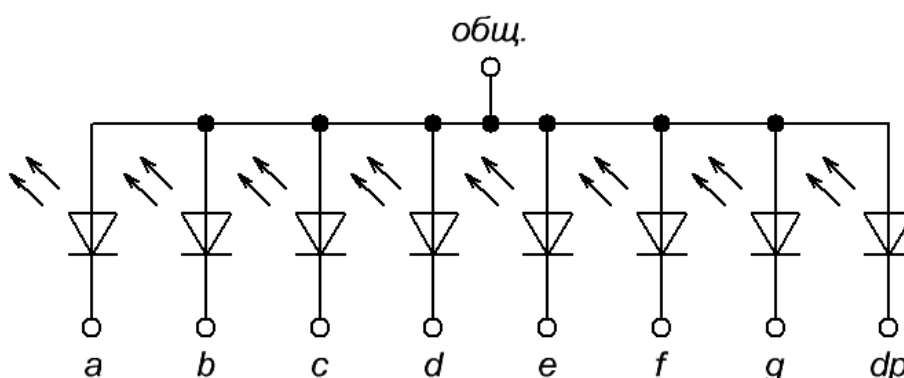


Рис. 18. Внутреннее строение семисегментного индикатора

Для записи цифр, отображаемых на семисегментном индикаторе, используется семисегментный код. Формируется он путём записи имен сегментов, на которые подается «+» источника питания. Обратите внимание, что семисегментный код одного и того же числа для индикатора с общим катодом будет инверсен семисегментному коду этого же числа для индикатора с общим анодом.

Например, число **4** будет иметь семисегментный код **bcfg** для индикатора с общим катодом и семисегментный код **ade** для индикатора с общим анодом.

Важно помнить, что подключение семисегментных индикаторов производится через добавочные резисторы, ограничивающие ток, протекающий через сегменты индикатора.

Конденсаторы

Электрические конденсаторы применяются для накопления энергии электрического поля. Простейший конденсатор состоит из двух металлических пластин-обкладок и диэлектрика, находящегося между ними. При подключении к конденсатору источника питания на его обкладках возникнут разноименные заряды, что приведёт к появлению электрического поля, притягивающего их навстречу друг к другу. Эти заряды остаются после отключения источника питания, а энергия сохраняется в электрическом поле между обкладками.

Конденсаторы также применяются для сглаживания пульсаций, фильтрации помех, настройки колебательных контуров, в качестве аварийных источников питания и. т. д. Электрические характеристики конденсаторов зависят от их конструкции и свойств применяемых материалов.

Одними из важных характеристик конденсаторов являются:

а) Значение ёмкости конденсатора (мкФ (микрофарады), нФ(нанофарады), пФ(пикофарады)).

б) Рабочее напряжение конденсатора (максимальное значение напряжения, при котором конденсатор может работать длительно без изменения своих параметров).



Рис. 19. Пример маркировки конденсаторов

При решении конкурсных заданий нам понадобятся электролитические конденсаторы. На рис. 19 представлен их внешний вид и маркировка.

Резисторы

Резистор – это элемент с сопротивлением, одно из применений которого – ограничение токов в цепи. Одной из основных характеристик резисторов является его номинальное сопротивление, которое обозначается в омах, килоомах и мегаомах. На схемах всегда присутствует это значение.

У советских резисторов обозначение сопротивления выражается буквенно-цифровой последовательностью. Непосредственно значение отображается цифрой, а омы, мегаомы и килоомы зашифрованы в буквенной маркировке. Если на корпус резистора нанесена буква Ω или E, то значение сопротивления считается в омах. Буква K показывает, что сопротивление резистора записано в килоомах, а буква M говорит о значениях в мегаомах (рис. 20).



Рис. 20. Пример маркировки советских резисторов

Примеры:

Резистор с сопротивлением 2 килоома имеет обозначение 2K0.

Резистор с сопротивлением 330 кОм будет обозначаться как М33.

Обозначение вида 1К2 говорит о том, что это – резистор на 1 килоом и 200 Ом.

Отметим, что при сборке электронных схем, когда резисторы с нужным сопротивлением отсутствуют, зачастую используют последовательное или параллельное соединение резисторов.

Для последовательного соединения резисторов справедлива формула:

$$R_{\text{сумм}} = R1 + R2,$$

где $R_{\text{сумм}}$ – суммарное сопротивление двух последовательно включённых резисторов, $R1$ – сопротивление первого резистора, $R2$ – сопротивление второго резистора.

Для параллельного соединения резисторов используют следующую формулу:

$$R_{\text{сумм}} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2},$$

где $R_{\text{сумм}}$ – суммарное сопротивление двух параллельно включённых резисторов, $R1$ – сопротивление первого резистора, $R2$ – сопротивление второго резистора.

Кнопки тактовые

Тактовые кнопки – наиболее распространённые средства для коммутации электрических сигналов в различных цепях. Тактовые кнопки могут быть с фиксацией или без, с подсветкой и т. д.

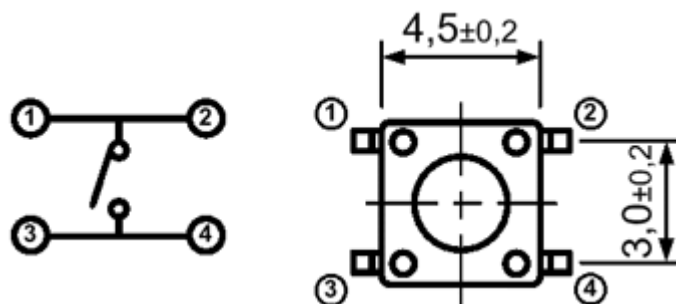


Рис. 21. Пример внешнего вида и внутренней схемы кнопки

Тактовые кнопки используются в различных режимах и выполняют разные функции. Конструктивное исполнение таких изделий может сильно варьироваться (рис. 21). Обычно тактовые кнопки устанавливают под специальные фальшпанели (по такой технологии изготавливают компьютерные клавиатуры), но в некоторых случаях также используются специальные колпачки.

Микросхема CD4511

Микросхема CD4511 (рис. 22) является дешифратором, преобразующим число в двоичной записи в семисегментный код.

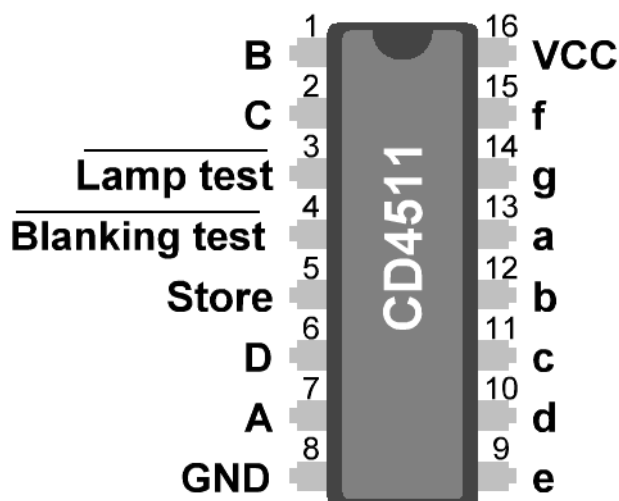


Рис. 22. Внешний вид микросхемы CD4511

Назначение выводов:

1. **A, B, C, D** – входы четырёхбитного кода (на них подается четырехбитное число в двоичной записи).

2. **Lamp test (Тестовое включение)** используется для одновременного зажигания всех сегментов индикатора. Включение всех сегментов происходит при подключении этого входа к «-» источника питания. При подключении этого входа к «+» источника питания управление сегментами индикатора осуществляется при помощи сигналов, подаваемых на входы A, B, C и D.

3. **Blanking test (Тестовое отключение)** используется для одновременного гашения всех сегментов индикатора. Выключение всех сегментов происходит при подключении этого входа к «-» источника питания. При подключении этого входа к «+» источника питания управление сегментами индикатора осуществляется при помощи сигналов, подаваемых на входы А, В, С и D.

4. **Store (Защёлка)** используется для фиксации символа, отображаемого на семисегментном индикаторе. При подключении этого входа к «+» источника питания знак на семисегментном индикаторе фиксируется и не изменяется при изменении состояний на входах А, В, С и D. При подключении этого входа к «-» знак на семисегментном индикаторе меняется мгновенно при изменении сигналов на входах А, В, С и D.

5. **a,b,c,d,e,f,g** – выходы для подключения к сегментам индикатора.

6. **VCC** соединяется с плюсом источника питания. Напряжение питания микросхемы может находиться в пределах 3...18 вольт.

7. **GND (Земля)** – данный вывод соединяется с минусом источника питания.

Таблица соответствия состояний на входах CD4511 и знака, отображаемого индикатором:

Сигналы на входе микросхемы CD4511				Цифра на индикаторе
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Примечания к таблице:

«0» – вход подключен к «-» источника питания;

«1» – вход подключен к «+» источника питания.

3. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО БИЛЕТА

Задание:

1. В облачной среде *Tinkercad* собрать и запрограммировать микроконтроллерное устройство для управления шлагбаумом для стоянки, рассчитанной на 5 автомобилей (рис. 23).

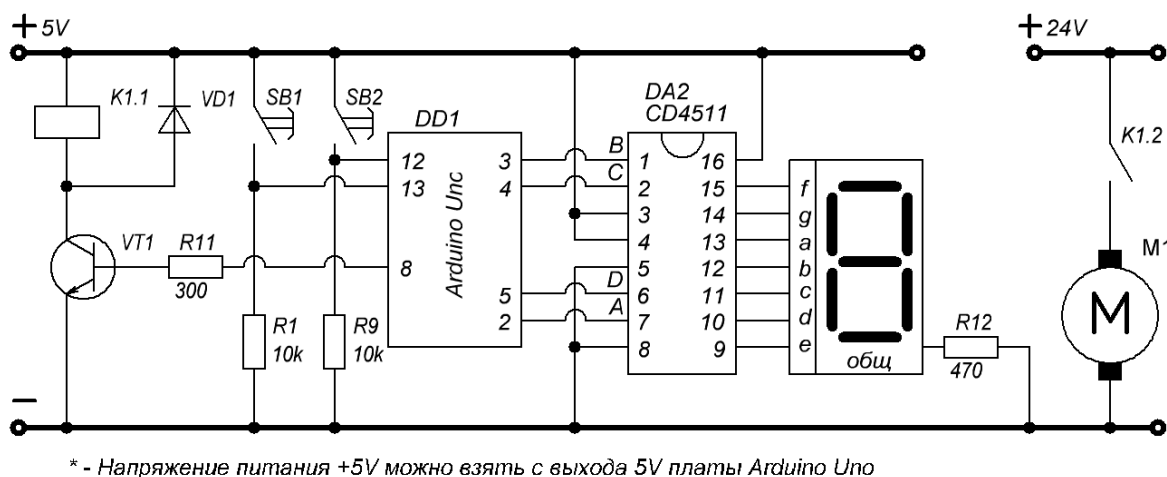


Рис. 23. Схема для сборки

Управление шлагбаумом должно осуществляться в следующей последовательности.

- При нажатии кнопки SB1 на выходе 8 платы *Arduino Uno* должен формироваться сигнал высокого уровня для включения транзистора VT1 (сигнал на открытие шлагбаума, длительность сигнала 5 секунд). Затем, через 5 секунд после отключения транзистора VT1, должен формироваться повторный сигнал для включения транзистора VT1 (сигнал на закрытие шлагбаума, длительность сигнала 5 секунд). Показание на семисегментном индикаторе должно увеличиться на 1.

- При нажатии кнопки SB2 на выходе 8 платы *Arduino Uno*, должен формироваться сигнал высокого уровня для включения транзистора VT1 (сигнал на открытие шлагбаума, длительность сигнала 5 секунд). Затем, через 5 секунд

после отключения транзистора $VT1$, должен формироваться повторный сигнал для включения транзистора $VT1$ (сигнал на закрытие шлагбаума, длительность сигнала 5 секунд). Показание на семисегментном индикаторе должно уменьшиться на 1;

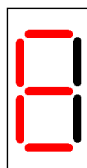
При управлении шлагбаумом:

- Обработка нажатия на кнопку $SB1$ не должна осуществляться, если количество машин на стоянке равно 5;
- Обработка нажатия на кнопку $SB2$ не должна осуществляться, если количество машин на стоянке равно 0.

2. Определить, для какого сочетания сигналов на входах 6, 2, 1 и 7 микросхемы CD4511 на индикаторе загорится цифра 4, если таблица состояний имеет вид:

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Какой семисегментный код будет иметь символ, изображенный на рисунке? Выберите верный вариант ответа.



- adg ;
- $adefg$;
- bc .

Решение задания билета

1. При прототипировании на макетной плате или в среде *Tinkercad* должна быть собрана электрическая схема, представленная на рис. 24.

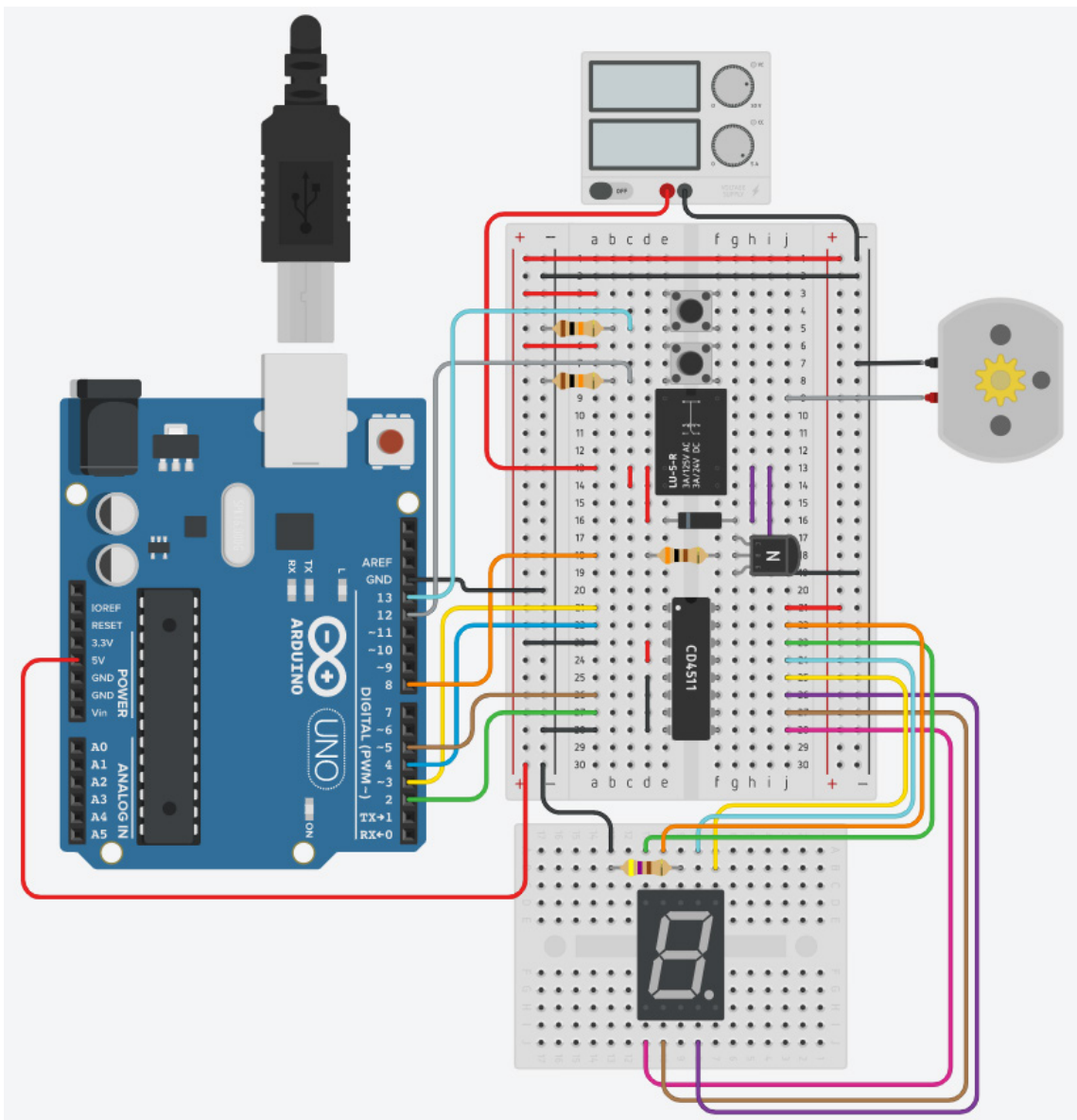


Рис. 24. Схема – решение демонстрационного задания

Код программы:

```
bool btn1_State;  
bool btn2_State;  
int cntCar;  
int Timer_in;  
int Timer_out;  
bool cnt_dwn_flag;  
bool cnt_up_flag;
```

```

void setup() {
    pinMode(2, OUTPUT);
    pinMode(3, OUTPUT);
    pinMode(4, OUTPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(8, OUTPUT);
    pinMode(12, INPUT);
    pinMode(13, INPUT);
}

void loop() {
    btn1_State = digitalRead(13);
    btn2_State = digitalRead(12);

    if (btn1_State && !cnt_up_flag && !cnt_dwn_flag && (cntCar < 5)) {
        cntCar = cntCar + 1;
        cnt_up_flag = true;
        Timer_in = millis();
        digitalWrite(8, HIGH); }

    if (btn2_State && !cnt_up_flag && !cnt_dwn_flag && (cntCar > 0)) {
        cntCar = cntCar - 1;
        cnt_dwn_flag = true;
        Timer_out = millis();
        digitalWrite(8, HIGH); }

    if ((millis()-Timer_in < 5500) && (millis()-Timer_in > 5000)) {
        digitalWrite(8, LOW); }
    if ((millis()-Timer_out < 5500) && (millis()-Timer_out > 5000)) {
        digitalWrite(8, LOW); }

    if ((millis()-Timer_in < 10500) && (millis()-Timer_in > 10000)) {
        digitalWrite(8, HIGH); }
    if ((millis()-Timer_out < 10500) && (millis()-Timer_out > 10000)) {
        digitalWrite(8, HIGH); }

    if ((millis()-Timer_in < 15500) && (millis()-Timer_in > 15000)) {
        digitalWrite(8, LOW);
        cnt_up_flag = false; }
    if ((millis()-Timer_out < 15500) && (millis()-Timer_out > 15000)) {
        digitalWrite(8, LOW);
        cnt_dwn_flag = false; }

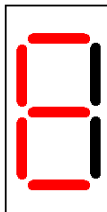
    digitalWrite(2, bitRead(cntCar,0));
    digitalWrite(3, bitRead(cntCar,1));
    digitalWrite(4, bitRead(cntCar,2));
    digitalWrite(5, bitRead(cntCar,3));
}

```

2. Для высвечивания цифры 4 на семисегментном индикаторе на входах микросхемы CD4511 необходимо установить сочетание, выделенное в таблице серым цветом.

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Семисегментный код для символа, выделенного красным цветом, для семисегментного индикатора с общим анодом отмечен серым цветом:



- *adg*;
- *adefg*;
- **bc.**

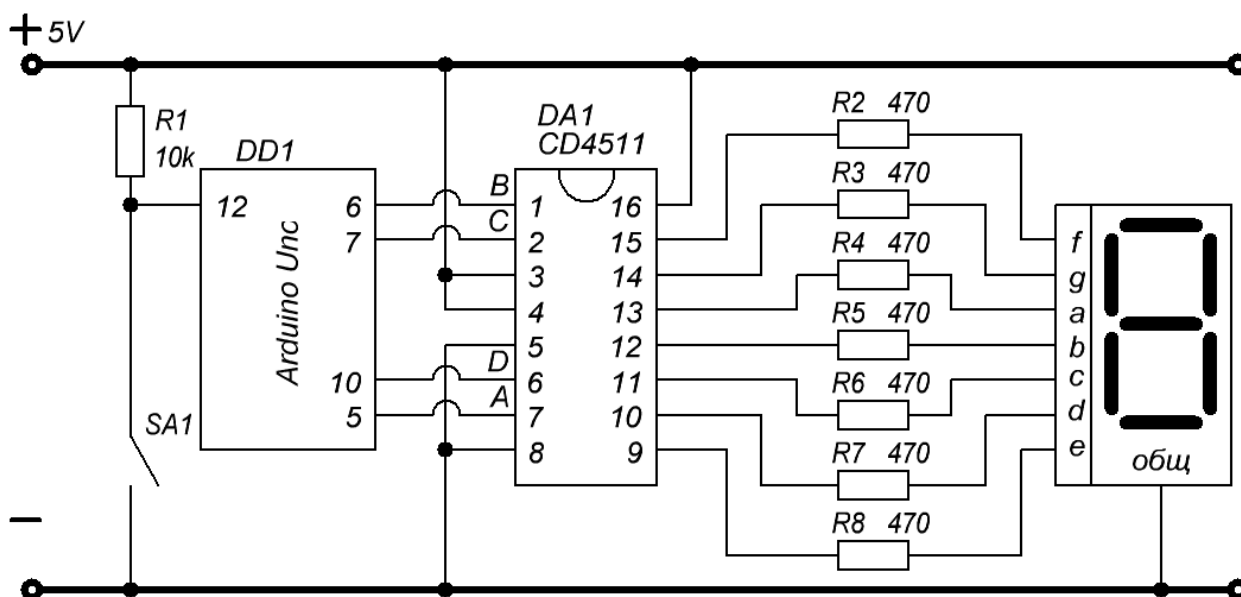
4. КРИТЕРИИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

№	Критерии	Максимальные баллы
1.	Практическая реализуемость решения	10 баллов
2.	Применение практических навыков (hard skills) в выполнении работы	5 баллов
3.	Правильность полученных результатов	10 баллов
4.	Правильность составления алгоритма	10 баллов
5.	Правильность написания программы	10 баллов
6.	Правильность представления теории, на которой основана задача	10 баллов
7.	Ответы на вопросы комиссии	5 баллов
Максимально возможное количество баллов:		60 баллов

5. ВАРИАНТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

ВАРИАНТ 1

1. В облачной среде *Tinkercad* собрать и запрограммировать инкрементальный микроконтроллерный счётчик (рис. 25). В качестве кнопки счёта используется контакт SA1. В собираемой схеме необходимо использовать светодиодный индикатор с общим катодом.



* - Напряжение питания +5V можно взять с выхода 5V платы Arduino Uno

Рис. 25. Схема для сборки

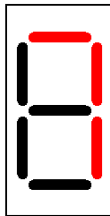
Счётчик должен работать следующим образом:

- При замыкании контакта SA1 показание на семисегментном индикаторе должно увеличиться на 1;
- Начальное значение, отображаемое на семисегментном индикаторе, – 0;
- Счёт должен останавливаться после того, как показания увеличились до 8.

2. Определите, для какого сочетания сигналов на входах 1, 2, 6 и 7 микросхемы CD4511 на индикаторе загорится цифра 3, если таблица состояний имеет вид:

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Какой семисегментный код будет иметь символ на рисунке, выделенный красным цветом? Выберите верный вариант ответа.



- defg;*
- adeg;*
- abc.*

ВАРИАНТ 2

1. В облачной среде *Tinkercad* собрать и запрограммировать инкрементальный микроконтроллерный счётчик (рис. 26). В качестве кнопки счёта используется контакт SA1. В собираемой схеме использовать светодиодный индикатор с общим анодом.

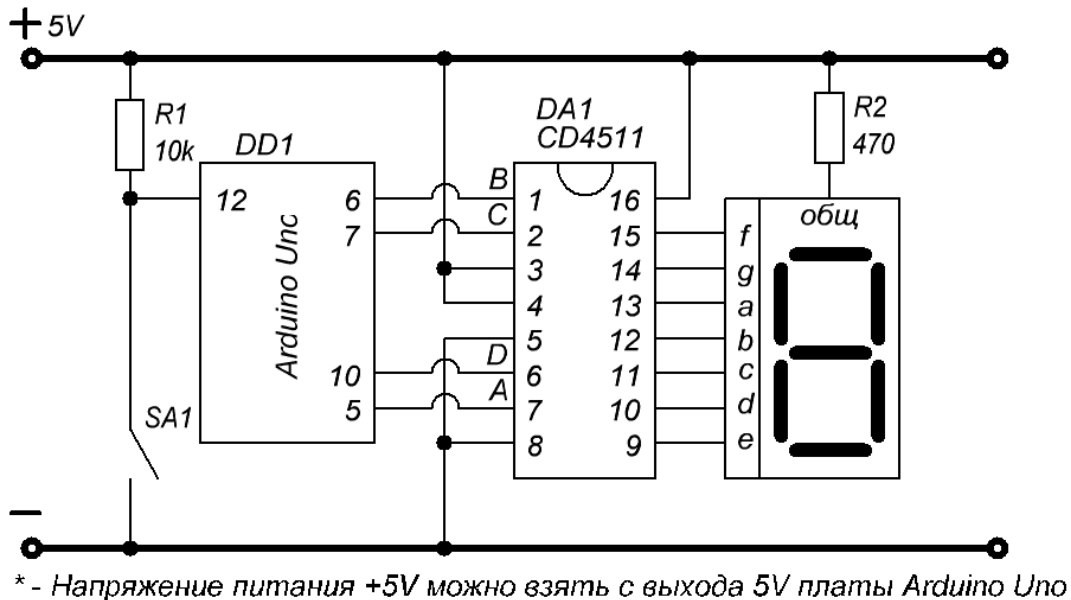


Рис. 26. Схема для сборки

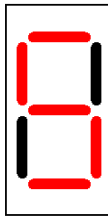
Счётчик должен работать следующим образом

- При замыкании контакта SA1 показание на семисегментном индикаторе должно увеличиться на 1;
- Начальное значение, отображаемое на семисегментном индикаторе, – 3.
- Счёт должен останавливаться после того, как показания увеличились до 9.

2. Определите, для какого сочетания сигналов на входах 1,2, 6 и 7 микросхемы CD4511 на индикаторе загорится цифра 7, если таблица состояний имеет вид:

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Какой семисегментный код будет иметь символ на рисунке, выделенный красным цветом? Выберите верный вариант ответа.



- acdfg;*
- aefg;*
- be.*

ВАРИАНТ 3

1. В облачной среде *Tinkercad* собрать и запрограммировать дикрементальный микроконтроллерный счётчик (рис. 27). В качестве кнопки счета используется контакт SA1. В собираемой схеме использовать светодиодный индикатор с общим анодом.

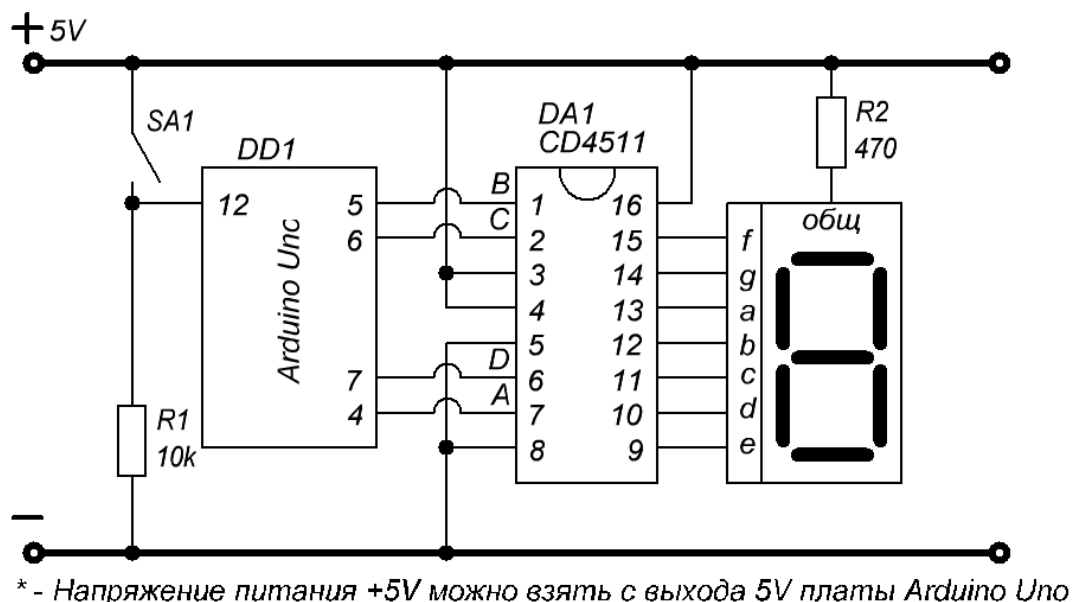


Рис. 27. Схема для сборки

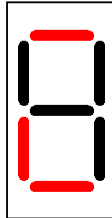
Счётчик должен работать следующим образом

- При замыкании контакта SA1 показание на семисегментном индикаторе должно уменьшиться на 1;
- Начальное значение, отображаемое на семисегментном индикаторе, – 7.
- Счёт должен останавливаться после того, как показания уменьшились до 1.

2. Определите, для какого сочетания сигналов на входах 1,2, 6 и 7 микросхемы CD4511 на индикаторе загорится цифра 4, если таблица состояний имеет вид:

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Какой семисегментный код будет иметь символ на рисунке, выделенный красным цветом? Выберите верный вариант ответа.



- aef;*
- bcfg;*
- ade.*

ВАРИАНТ 4

1. В облачной среде *Tinkercad* собрать и запрограммировать устройство управления электродвигателем (рис. 28).

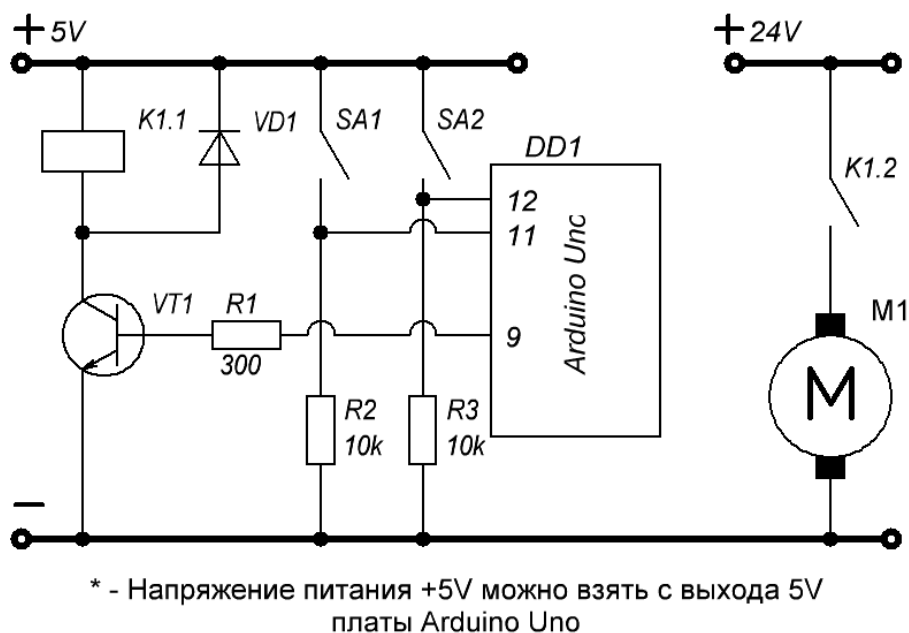


Рис. 28. Схема для сборки

Управление электродвигателем должно осуществляться в следующей последовательности.

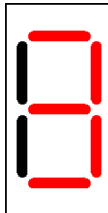
- При замыкании контакта SA1 на выходе 9 платы Arduino Uno должен формироваться сигнал высокого уровня для включения транзистора VT1. Включение VT1 приведёт к запитыванию катушки реле K1.1, вследствие чего замыкаются контакты реле K1.2 и подаётся питание на электродвигатель, разгоняя его до заданного числа оборотов.

- При замыкании контакта SA2 на выходе 9 платы Arduino Uno должен формироваться сигнал низкого уровня для отключения транзистора VT1. Отключение VT1 приведёт к снятию напряжения с катушки реле K1.1, вследствие чего размыкаются контакты реле K1.2, электродвигатель отключается от источника питания и останавливается.

2. Определите, для какого сочетания сигналов на входах 1,2, 6 и 7 микросхемы CD4511 на индикаторе загорится цифра 1, если таблица состояний имеет вид:

Сигнал на входе				Цифра
Вход 6	Вход 2	Вход 1	Вход 7	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

3. Какой семисегментный код будет иметь символ на рисунке, выделенный красным цветом? Выберите верный вариант ответа.



- ef;*
- abcdef;*
- abcdg.*