



Кафедра ИУ6

Компьютерные системы и сети

Конструирование и технология производства вычислительной техники

Д.В. Пешков

Е.Ю. Оболенская

Методические указания к лабораторной работе №1.1

“Освоение методики проектирования средств
вычислительной техники”

Москва, 2026

Цель работы

Приобретение базовых навыков, необходимых для проектирования трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.

Знания и модели, полученные на данном занятии, будут использоваться на дальнейших лабораторных работах курса.

Занятие проводится с использованием системы автоматического проектирования SolidWorks.

В ходе занятия требуется подготовить 3D модель сборочной единицы и входящих в неё деталей.

Объем работы: 2 ак. часа.

Теоретическая часть

Спроектированный стенд представляет собой типовой защитный корпус для отладки электронных устройств на базе микроконтроллера Atmega8515. Его основное назначение заключается в обеспечении механической защиты, электробезопасности, удобства подключения и эстетичного вида для прототипа или готового модуля. Конструкция является модульной и состоит из взаимосвязанных деталей, каждая из которых выполняет строго определённую функцию.

Основание служит несущей базой всей конструкции. В основании предусмотрены три типа функциональных отверстий:

- вырез под силовой разъём для подачи питания;
- пара симметричных вырезов на противоположной стенке для организации ввода/вывода сигнальных кабелей;
- боковое отверстие для пассивного теплоотвода или вывода антенны.

Четыре монтажных отверстия служат для крепления печатной платы с помощью винтов. Для упрощения лабораторной работы студентам не требуется добавление винтов.

Снизу к основанию крепятся четыре ножки из эластомера, которые выполняют роль демпферов, гасящих вибрации и защищающих поверхность стола от царапин.

Упрощенная схема деления разрабатываемого стенда представлена на рисунке 1.

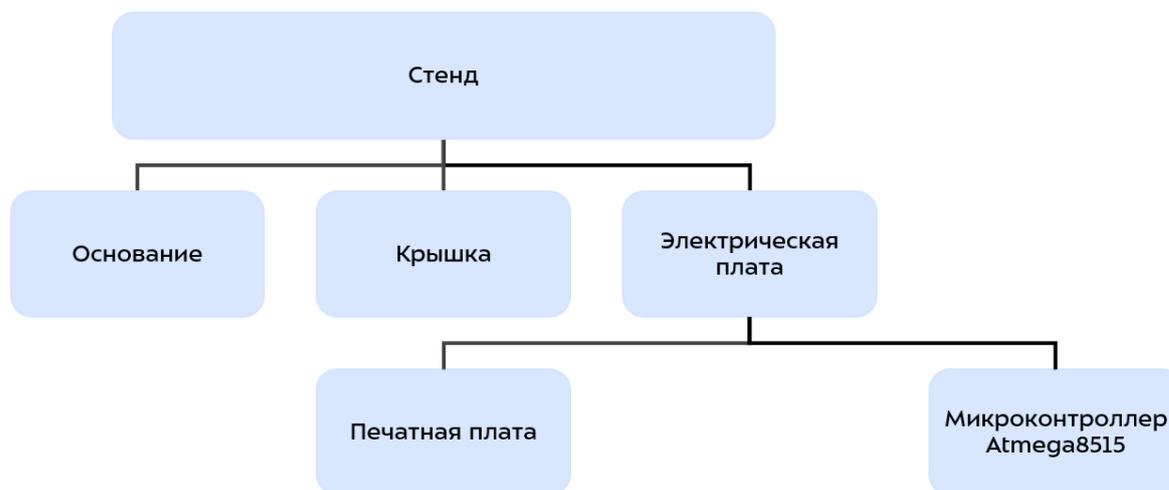


Рисунок 1 — Упрощенная схема деления разрабатываемого стенда

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Создание базовой геометрии основания

- 1) Файл → Создать → Деталь → "Основание.SLDPRT".
- 2) Выберите верхнюю плоскость.
- 3) Создать эскиз 1: нарисовать прямоугольник 110 × 85 мм (внешний контур). Центр совместить с началом координат.
- 4) Операция «Вытянутая бобышка»: направление: вниз, высота: 15 мм.
- 5) Операция «Оболочка»: толщина: 2,5 мм, удаляемая грань: верхняя грань детали.

Создание выреза под силовой разъем

- 1) Нажмите на внутреннюю грань длинной торцевой стенки и создайте эскиз.
- 2) Построение базовых линий:

- a. Выберите инструмент «Осевая линия».
- b. Проведите линию, привязав ее к серединам вертикальных (боковых) ребер этой грани. Это будет вертикальная ось симметрии стенки.

3) Построение прямоугольника:

- a. Выберите инструмент «Прямоугольник по центру».
- b. Укажите центр: Наведите курсор на построенную осевую линию в любом месте и щелкните, когда появится привязка «На линии».
- c. Отведите курсор и щелкните еще раз, чтобы создать черновой прямоугольник.

4) Назначение размеров:

- a. Выберите инструмент «Размер»:
 - i. Нажмите на вертикальную сторону прямоугольника → введите значение 8,5 мм.
 - ii. Нажмите на горизонтальную сторону → введите 30 мм.

5) Позиционирование по высоте:

- a. Выберите инструмент «Размер»
- b. Укажите расстояние между нижней горизонтальной линией прямоугольника и верхним внутренним ребром основания корпуса в 2,0 мм.

6) Операция «Вытянутый вырез»: направление 1: «Насквозь».

Создание вырезов под кабели

- 1) Создайте эскиз на противоположной длинной стенке.
- 2) Постройте вертикальную осевую линию через её центр.
- 3) Построение первого выреза:
 - a. Используя инструмент «Прямоугольник», нарисуйте его на стенке.
 - b. Задайте размеры 12 мм (горизонталь) и 8 мм (вертикаль).

с. Для привязки по вертикали зафиксируйте расстояние между нижней линией прямоугольника и внутренним дном как 2 мм.

d. Для привязки по горизонтали зафиксируйте расстояние между правой линией прямоугольника и вертикальной осевой линией как 10 мм.

4) Построение второго выреза:

a. Используйте инструмент «Зеркальное отражение».

b. Выделите все 4 линии первого прямоугольника.

с. В поле «Ось зеркального отражения» укажите вертикальную осевую линию.

5) Операция «Вытянутый вырез»: направление 1: «Насквозь».

6) Боковое отверстие:

a. Создайте эскиз на внутренней грани короткой боковой стенки.

b. Для определения центра постройте две осевых линии, привязав их к серединам противоположных ребер этой грани. Их пересечение — центр.

7) Построение окружности:

a. Инструмент «Окружность».

b. Чтобы сместить центр окружности от центра ребра, НЕ привязывайтесь к точке пересечения осей. Вместо этого:

i. Наведите курсор на горизонтальную ось, дождитесь привязки «На линии» и щелкните. Центр будет лежать на оси.

ii. Задайте смещение: Используйте инструмент «Размер». Нажмите на центр окружности (точку), а затем на вертикальную осевую линию. Введите 20 мм.

8) Задайте диаметр окружности, равный 8 мм.

9) Операция «Вытянутый вырез»: направление 1: «Насквозь».

Создание монтажных отверстий

- 1) Перейти на внутреннюю поверхность основания (плоскость дна после операции «Оболочка»).
- 2) Создать эскиз на внутренней плоскости: нарисовать 4 окружности $\varnothing 3,2$ мм с координатами центров ($\pm 40, \pm 30$) мм от начала координат.
- 3) Операция «Вытянутый вырез»: глубина: 3 мм.

Создание ножек

- 1) Перейти на наружную (нижнюю) поверхность дна основания.
- 2) Эскиз 4 (на наружной плоскости): нарисовать 4 окружности $\varnothing 12$ мм. Центры окружностей должны совпадать с центрами стоек.
- 3) Операция «Вытянутая бобышка»: направление: ВНИЗ (наружу), высота: 3 мм, опция: «Не объединять».
- 4) Материал указать в соответствии с индивидуальным вариантом.

Внешний вид получившейся модели основания в изометрии представлен на рисунке 2.

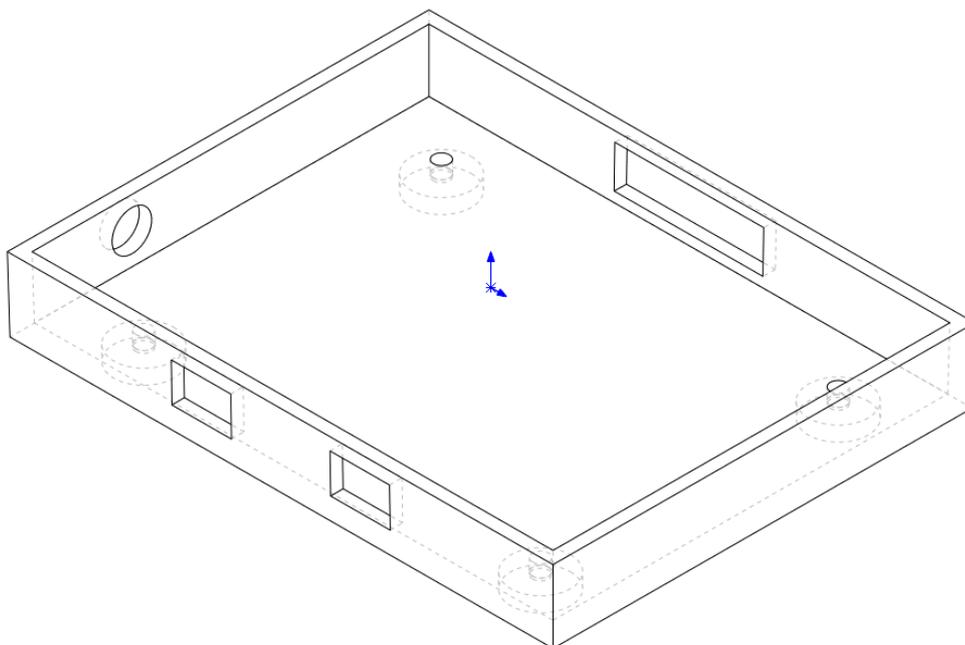


Рисунок 2 — Внешний вид модели основания в изометрии

Создание модели микроконтроллера Atmega8515

- 1) Файл → Создать → Деталь → "MCU.SLDPRT".
- 2) Выберите верхнюю плоскость.
- 3) Эскиз: нарисовать прямоугольник размерами $52,5 \times 13,5$ мм (с центром в начале координат).
- 4) Операция «Вытянутая бобышка»: высота 3,5 мм, уклон 5° .
- 5) Материал указать в соответствии с индивидуальным вариантом.

Внешний вид получившейся модели микроконтроллера в изометрии представлен на рисунке 3.

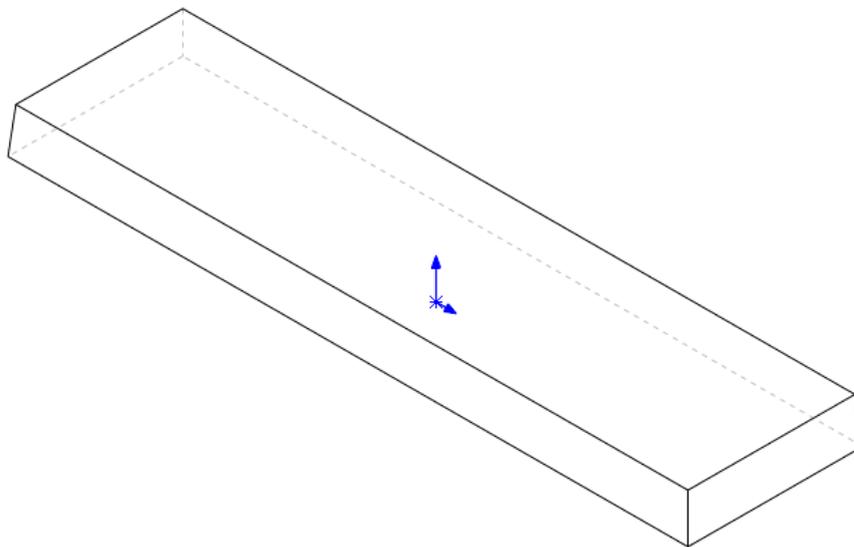


Рисунок 3 — Внешний вид модели микроконтроллера в изометрии

Создание модели печатной платы

- 1) Файл → Создать → Деталь → "PCB.SLDPRT".
- 2) Выберите верхнюю плоскость.
- 3) Эскиз 1 (контур платы): Прямоугольник 100×75 мм (центр в начале координат).
 - а. Операция «Вытянутая бобышка»: высота 1,5 мм.
- 4) Эскиз 2 (монтажные отверстия): 4 окружности $\varnothing 4$ мм с координатами $(\pm 40, \pm 30)$ мм.
 - а. Операция «Вытянутый вырез» (насквозь).

5) Материал указать в соответствии с индивидуальным вариантом.

Внешний вид получившейся модели печатной платы в изометрии представлен на рисунке 4.

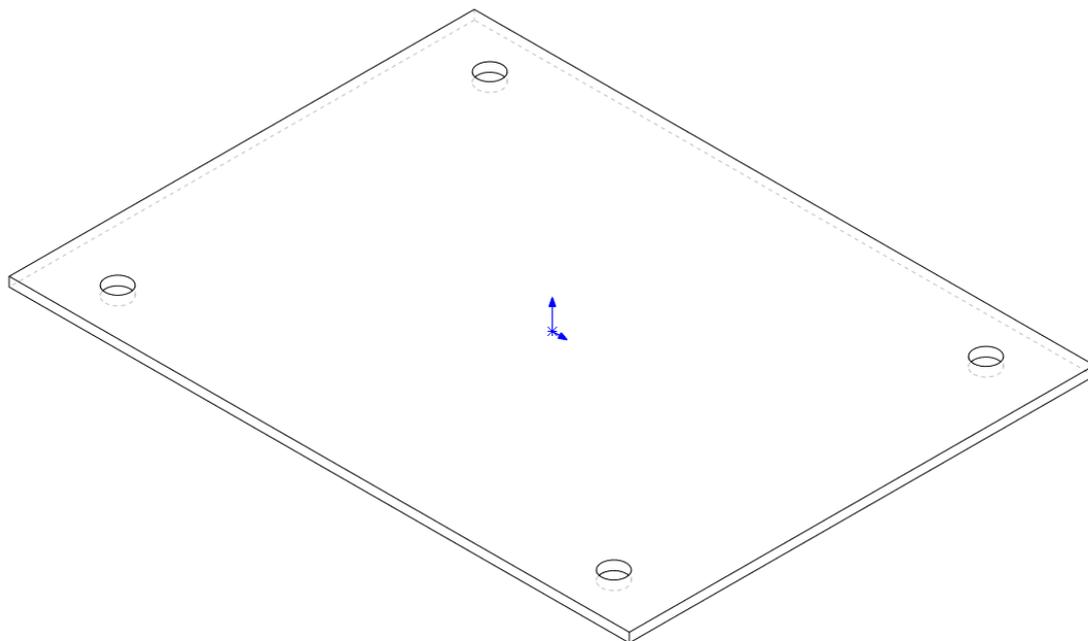


Рисунок 4 — Внешний вид модели печатной платы в изометрии

Создание сборки модуля электронной платы

- 1) Файл → Создать → Сборка → "Электрическая плата.SLDASM".
- 2) Вставить компонент "PCB.SLDPRT" и зафиксировать.
- 3) Добавить компонент "MCU.SLDPRT".
- 4) Совместить нижнюю плоскость МК с верхней плоскостью печатной платы. Выровнять согласно следующим правилам: процессор в правом нижнем углу, расстояние от бокового ребра 5 мм, от торца 17 мм.
- 5) Выполнить проверку сборки с помощью инструмента «Проверка на интерференцию». Убедиться, что высота сборки не превышает 10 мм.

Внешний вид получившейся модели электронной платы в изометрии представлен на рисунке 5.

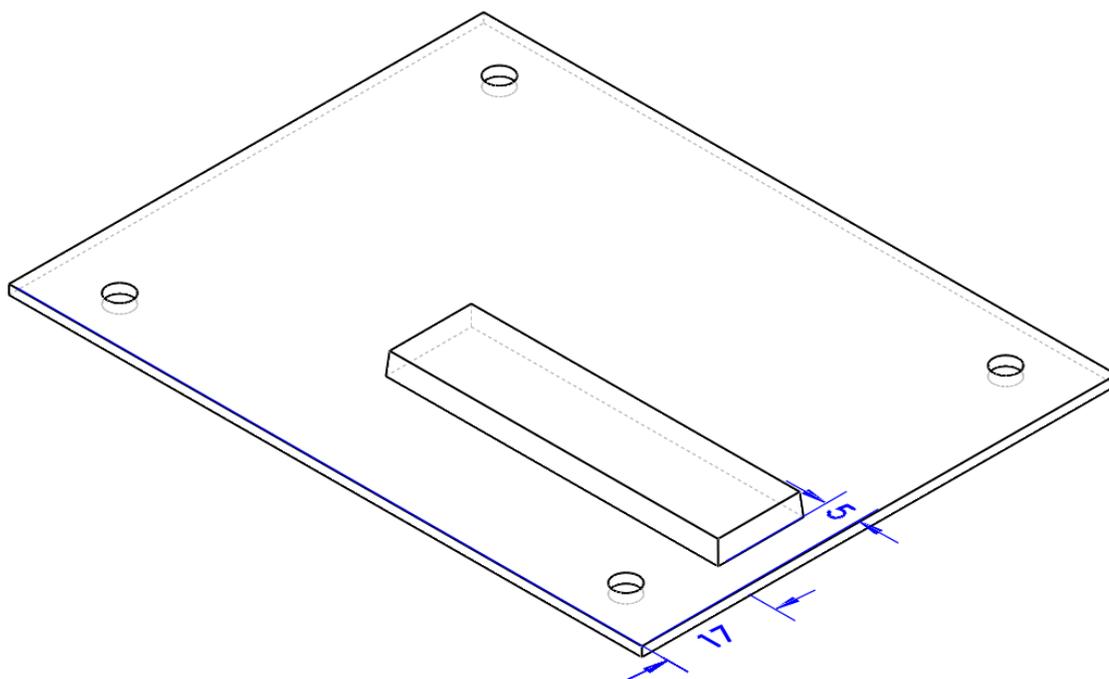


Рисунок 5 — Внешний вид сборки электронной платы в изометрии

Создание крышки

- 1) Файл → Создать → Деталь → "Крышка.SLDPRT".
- 2) Крышку смоделировать самостоятельно, воспользовавшись чертежом (рисунок 6). Обязательно указать на передней грани группу и фамилию студента. Материал указать в соответствии с индивидуальным вариантом.

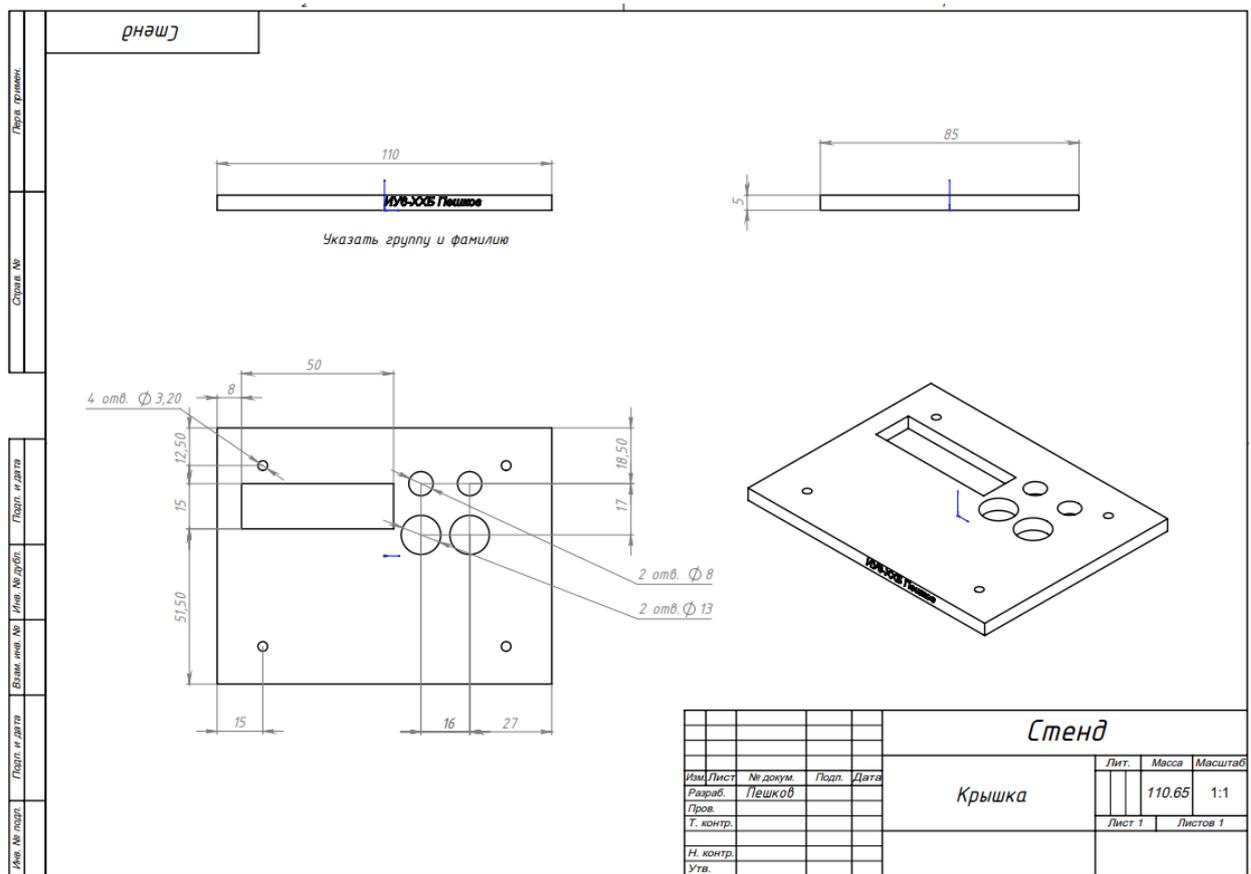


Рисунок 6 — Чертеж крышки стенда

Внешний вид получившейся модели крышки в изометрии представлен на рисунке 7.

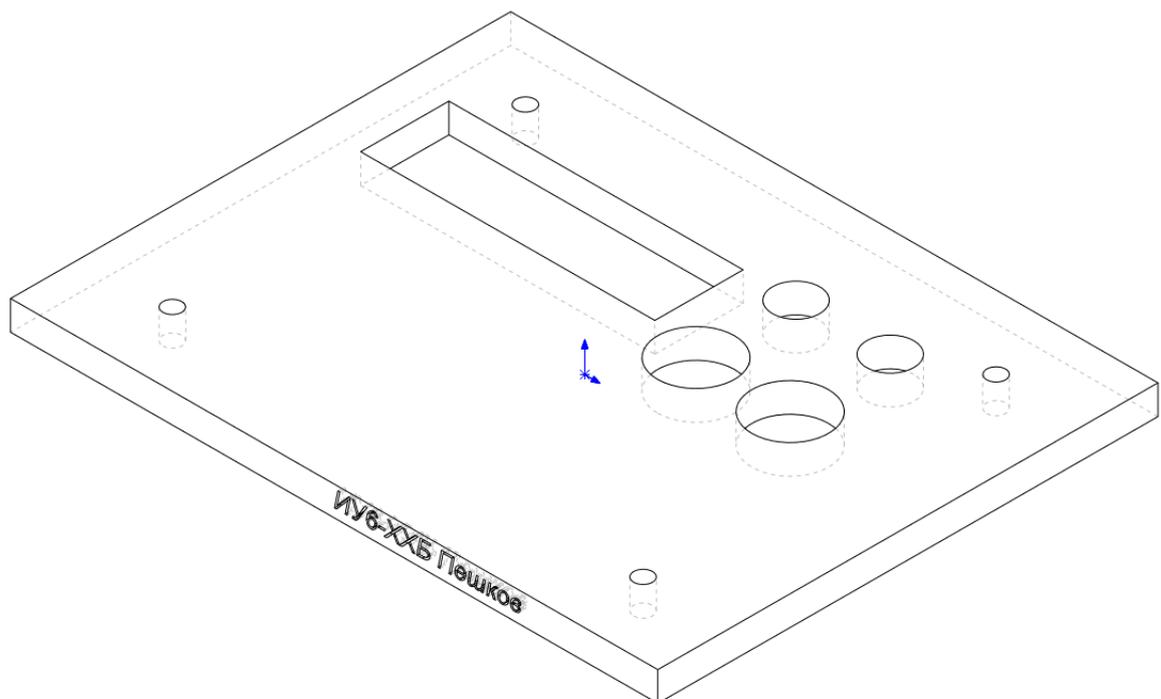


Рисунок 7 — Внешний вид детали крышки в изометрии

Таблица вариантов

Индивидуальный вариант студента определяется его номером в журнале лабораторных работ. Материалы для чётных вариантов представлены в таблице 1; материалы для нечётных вариантов представлены в таблице 2.

Таблица 1 — Материалы для чётных вариантов

Деталь	Материал
Основание	АД1М ГОСТ 4784-2019
Крышка	АД1М ГОСТ 4784-2019
Микроконтроллер	АБС-2020, черный
Печатная плата	СТФ-2 (стеклотекстолит)
Ножки основания	Природный каучук

Таблица 2 — Материалы для нечётных вариантов

Деталь	Материал
Основание	АД31 ГОСТ 4784-2019
Крышка	АД31 ГОСТ 4784-2019
Микроконтроллер	АБС-2020, черный
Печатная плата	Винипласт ГОСТ 9639-71
Ножки основания	Силиконовая резина

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчёт должен содержать следующие элементы:

- цель работы и выводы;
- описание конструкции и проектное задание;
- функциональная декомпозиция;
- упрощенная схема деления;
- полученные расчёты массы, объёма и площади поверхности;

— копии экранных форм с 3D моделями каждой из разработанных деталей и сборок.

Отчёт по лабораторной работе загрузить на сайт кафедры. К отчёту прикрепить сборочный чертёж в формате pdf.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) В чем разница между операциями «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез»? Когда применяется каждая из них?

2) Какова цель операции «Оболочка» (Shell)? Какие параметры она имеет и как они влияют на геометрию детали?

3) Перечислите основные типы сопряжений (Mates) в сборке SolidWorks. Как с их помощью обеспечить неподвижное соединение печатной платы с основанием?

4) Для чего выполняется «Проверка на интерференцию»? Какие последствия может иметь необнаруженная интерференция в реальном изделии?

5) Почему важно назначать деталям реалистичные материалы из библиотеки SolidWorks? На какие выходные параметры изделия влияет плотность материала?

6) Опишите последовательность действий для создания симметричного элемента (например, двух вырезов под кабели) с помощью инструмента «Зеркальное отражение».

7) Как обеспечить точное позиционирование центра окружности для бокового отверстия, если он не совпадает с геометрическим центром грани? Какие привязки и размеры для этого используются?

8) Как по данным SolidWorks определить массу сборки и её общую площадь внешней поверхности?

9) Какой материал из представленных обеспечит меньшую массу корпуса при одинаковой геометрии?

Приложение А. Краткая характеристика используемых материалов

АД1М, АД31 (Алюминиевые деформируемые сплавы) — легкие, с хорошей коррозионной стойкостью и теплопроводностью. Используются для корпусных деталей. АД1М — технический алюминий, АД31 — сплав с магнием и кремнием (больше прочности).

АБС-пластик (Акрилонитрилбутадиенстирол) — ударопрочный, жесткий, легко формуется. Идеален для литых корпусных компонентов (микросхем, разъемов).

Стеклотекстолит (СТФ-2) — электроизоляционный материал на основе стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой. Основной материал для печатных плат.

Винипласт (ПВХ жесткий) — химически стойкий, жесткий пластик. Альтернатива текстолитам.

Каучук / Силиконовая резина — эластомеры с высокой демпфирующей способностью. Используются для амортизирующих ножек, обеспечивая виброизоляцию и защиту от скольжения.