

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЮТИ ТПУ

_____ Д.А. Чинахов

« ____ » _____ 2020г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В
SOLID WORKS**

Методические указания к выполнению практической работы
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Составители А.В. Крюков

Издательство

Томского политехнического университета

2020

УДК 621.791

Крюков А.В.

Проектирование металлических конструкций в Solid Works: методические указания к выполнению практической работы для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 32 с.

Рецензент, ст. преподаватель, к.т.н.

М.А. Кузнецов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром ЮТИ ТПУ

« ____ » _____ 2020г.

Руководитель ООП «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология
сварочного производства»

Д.П. Ильященко

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2020

© Крюков А.В., 2020

1 Цель работы

Цель работы: на примере разработки металлической конструкции познакомиться с принципами работы в CAD SolidWorks, изучить инструменты предоставляемые программой для проектирования сварных изделий.

2 Оборудование

Для проведения практической работы необходим компьютер с установленной программой SolidWorks.

3 Краткая характеристика объекта

Система автоматизированного проектирования SolidWorks содержит широкий набор функций трёхмерного твердотельного моделирования, что особенно важно при работе над электронными моделями узлов и деталей в процессе проектирования изделий. SolidWorks позволяет в кратчайшие сроки проводить конструкторскую подготовку производства, включая промышленный дизайн и анализ технологичности на этапе проектирования; технологическую подготовку производства от проектирования оснастки до разработки управляющих программ изготовления изделий; управление данными и процессами. При работе с единой электронной моделью изделия обеспечивается электронный оборот технической документации, поддерживаются технологии коллективной разработки.

Система SolidWorks позволяет осуществлять:

- гибридное параметрическое моделирование — твердотельное моделирование, моделирование поверхностей, каркасное моделирование и их комбинации без ограничения степени сложности;
- проектирование изделий с учётом специфики изготовления — деталей из пластмасс, листового материала, пресс-формы и штампы металлоконструкций и др.;

- проектирование сборок — проектирование «сверху вниз» и «снизу вверх», а также работа со сложными сборками.

Система SolidWorks содержит:

библиотеки проектирования – единую библиотеку физических свойств материалов, текстур и штриховок; типовые конструктивные элементы; стандартные детали и узлы; элементы листовых деталей; профили прокатного сортамента и др.;

экспертные системы – для проведения анализа конфликтов в эскизах; поиска оптимального решения; динамического прямого редактирования 3D моделей деталей и сборок, стандартных компонентов; анализа сопряжений сборок; анализа производительности больших сборок и др.

4 Методика выполнения практической работы

Проектирование металлоконструкции

Рассмотрим построение рамы (рис. 1) для размещения технологического оборудования.



Рис. 1. Проектируемая металлоконструкция

Создадим документ «Деталь» (рис. 2).

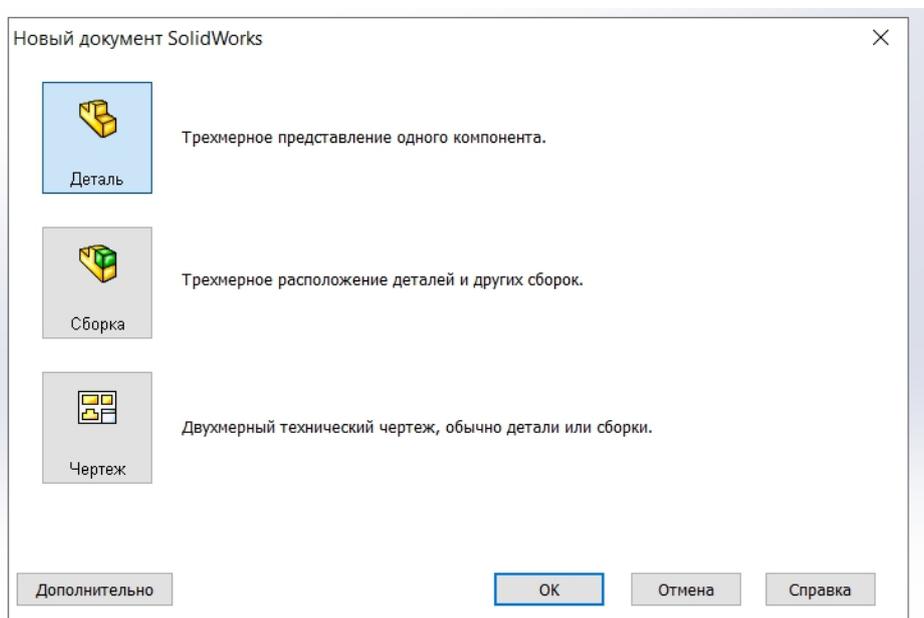
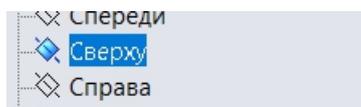


Рис. 2. Меню «Новый документ»

На плоскости «сверху» создадим эскиз. На нем отобразим нижний ярус изделия.



Воспользуемся командами раздела «Эскиз» панели инструментов (рис. 3).

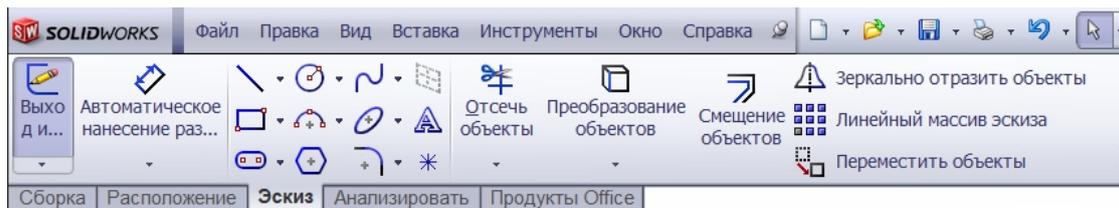


Рис. 3. Панель инструментов, раздел «Эскиз»

Предварительно чертим размеры произвольно, затем задаём размеры и ограничения, необходимые для точного определения геометрии эскиза.

Создаём эскиз, как показано на рисунке 4.

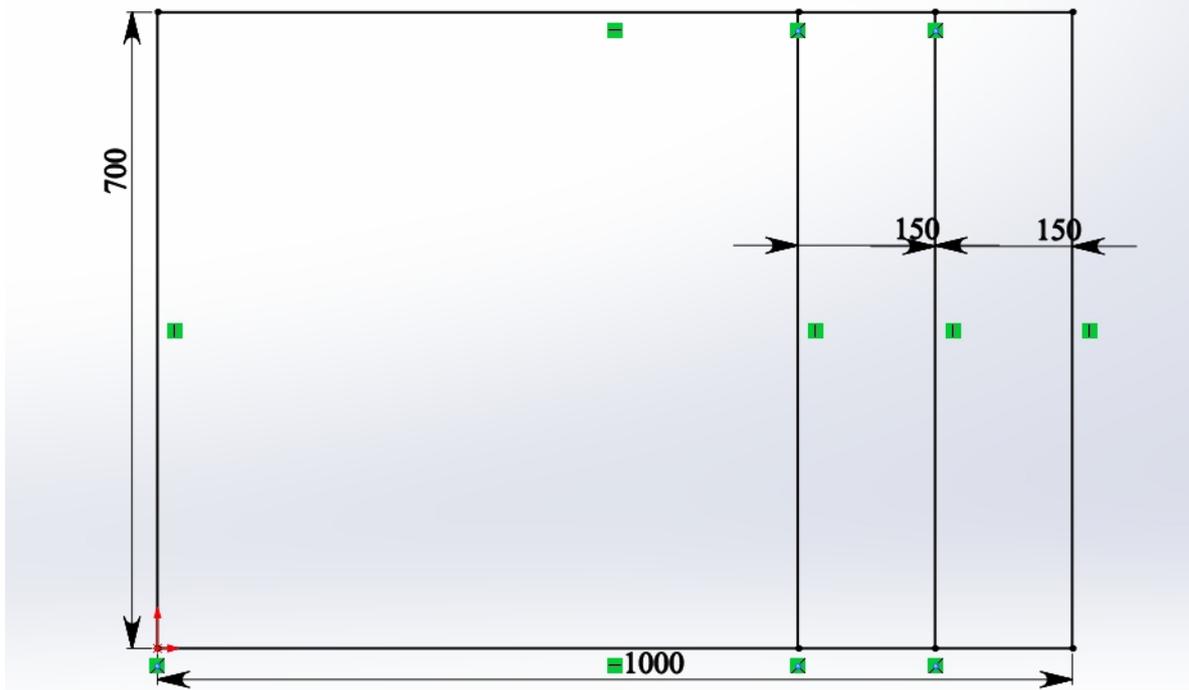


Рис. 4. Эскиз 1

Для того чтобы выполнить эскиз верхнего яруса, воспользуемся



справочной геометрией. Выберем из выпадающего списка команду «Плоскость».

Укажем в качестве ссылки плоскость «сверху». Выбрать плоскость можно непосредственным выбором, кликнув по ней левой клавишей мыши, или выбрав из списка элементов рядом с панелью свойств. По умолчанию список свернут. Развернуть его можно, нажав на крестик рядом с названием изделия.

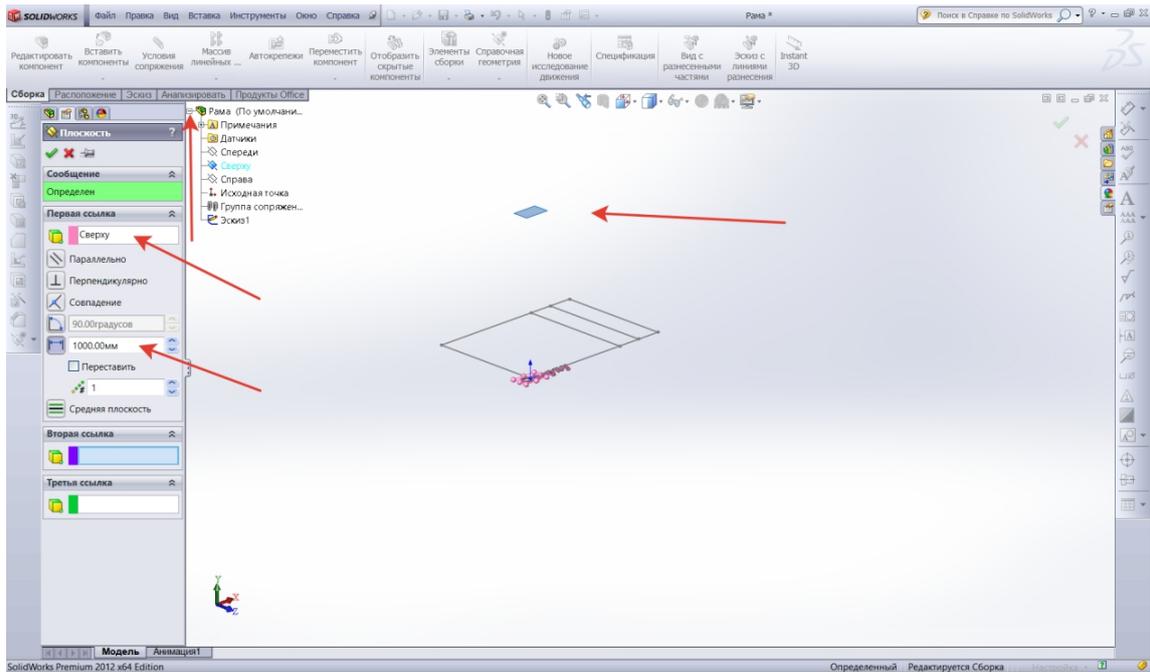


Рис. 5. Создание справочной геометрии

После выбора плоскости в панели свойств в строчке «Первая ссылка» появится надпись «Сверху». По умолчанию выбран вариант «На расстоянии». Зададим расстояние 1 м. В итоге появится фантом плоскости, как показано на рисунке 5. Подтвердим создание плоскости . В дереве построения плоскость примет имя «Плоскость 1».

Создадим эскиз на «Плоскости 1» . Зачастую при построении эскиза удобно пользоваться уже созданной геометрией. Для этого

воспользуемся командой «Преобразование объектов» . Запустим команду и выберем необходимые элементы из «эскиза 1», как показано на рисунке 6. При этом выбранные линии подсвечиваются синим цветом и в панели свойств ссылки на них появляются в списке в панели свойств.

Необходимо отметить, что можно использовать не только элементы эскизов для проецирования, но и элементы уже созданных тел: вершины, ребра, грани.

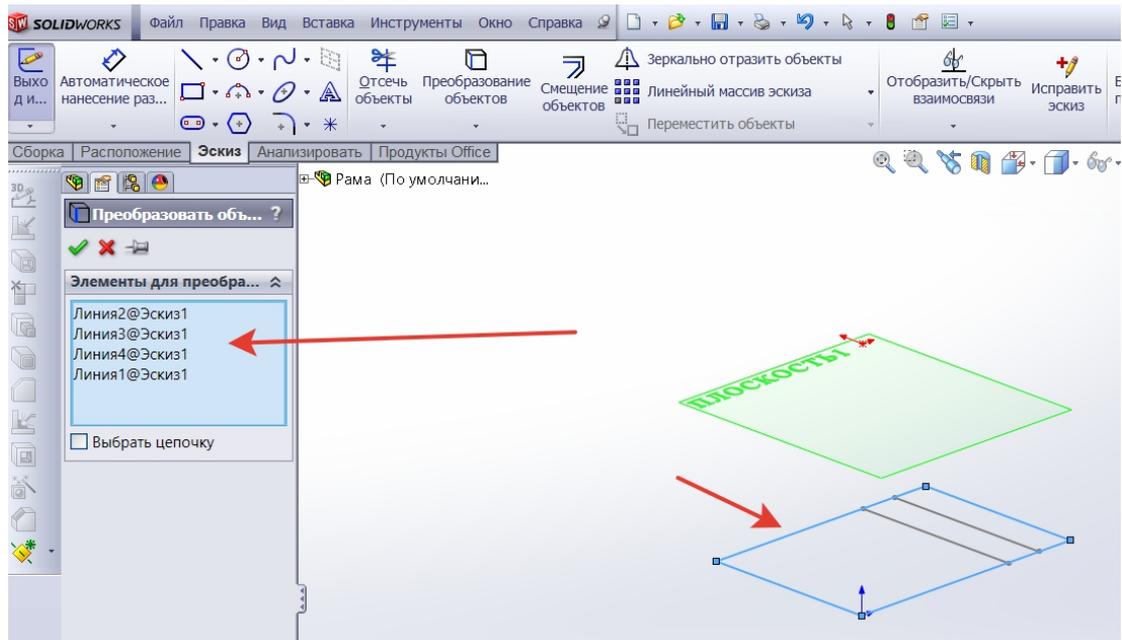


Рис. 6. Проецирование геометрии

Подтверждаем операцию. В результате в «эскизе 2» появятся нужные элементы. При необходимости можно выключить отображение плоскости можно нажав на иконку  из контекстного меню (рис. 7).

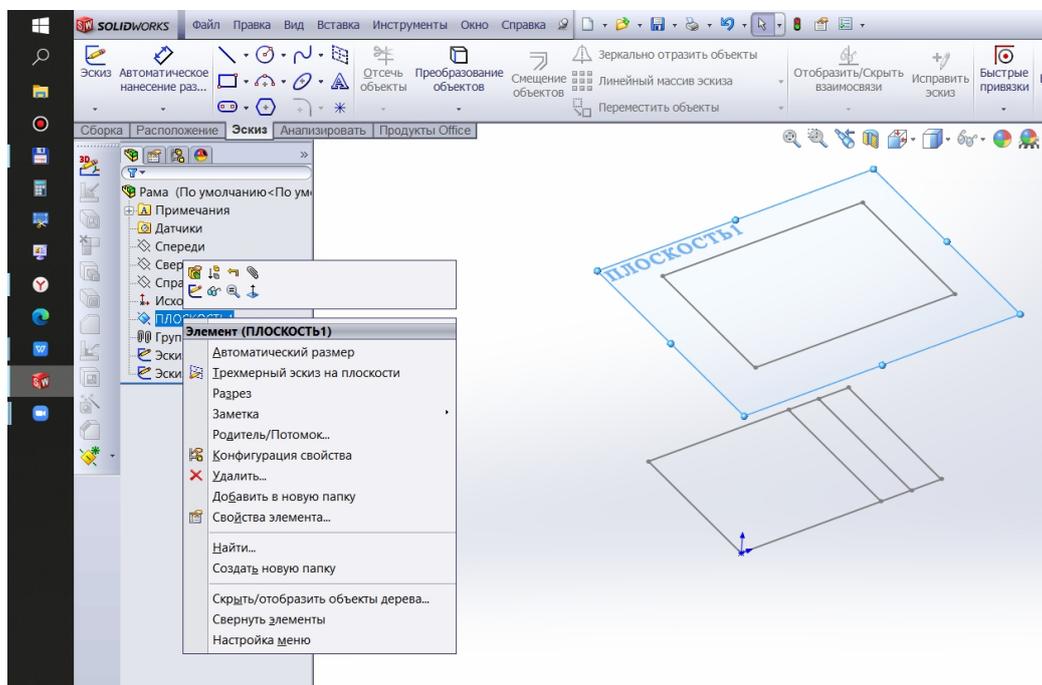


Рис. 7. Контекстное меню

Далее построим вспомогательную плоскость, проходящую через торцы предыдущих двух эскизов (рис. 8). Используем линии эскизов как ссылки для построения плоскости (через две параллельные линии). Аналогичного результата можно добиться, выбрав три вершины (по трём точкам) или одну из линий и одну вершину на другой линии (по линии и точке).

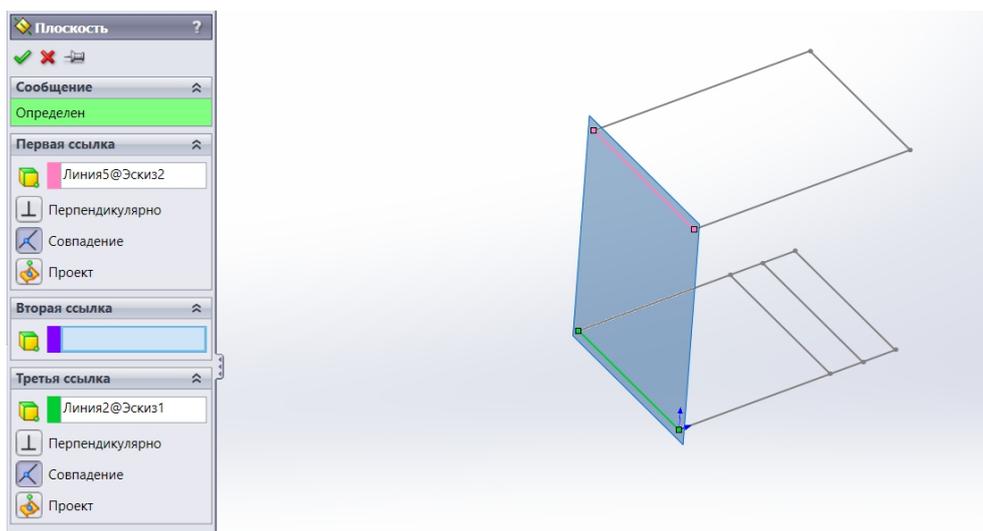


Рис. 8. Построение вспомогательной плоскости

Во вновь созданном эскизе отобразим стойки конструкции. Зададим выход стойки за нижний ярус на 50 мм. Для внесения ограничений на длины стоек выделим их вместе (при зажатой кнопке «Shift») (рис. 9).

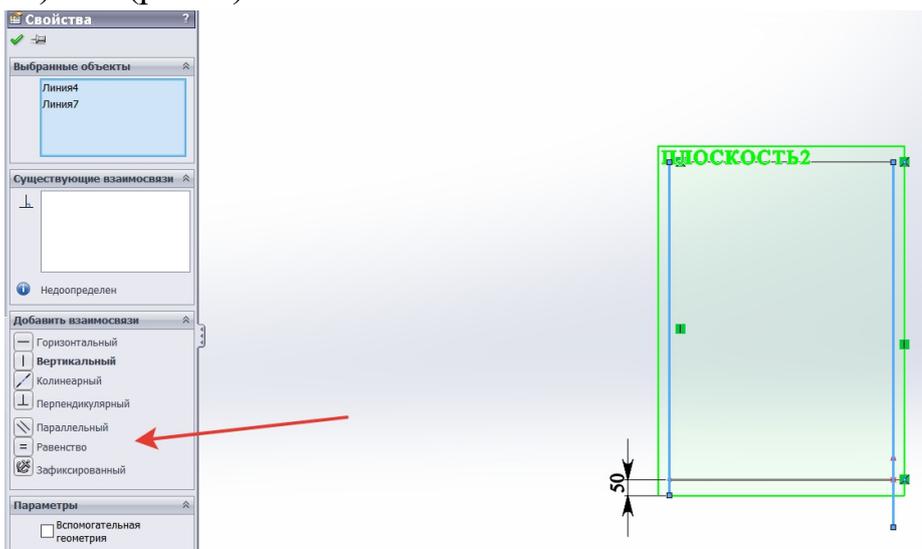


Рис. 9. Назначение ограничений

При этом в панели свойств появятся доступные ограничения. В данном случае воспользуемся ограничением «Равенство». После этого стойки примут одинаковую длину. Того же можно добиться выровняв нижние точки стоек по горизонтали. Повторим предыдущий шаг и сделаем стойки с другого торца конструкции. В некоторых случаях при построении одинаковых элементов удобно пользоваться функцией массива. Выбор функционала полностью остаётся за проектировщиком.

После проведённых манипуляций получаем заготовку для непосредственно проектирования металлоконструкции.

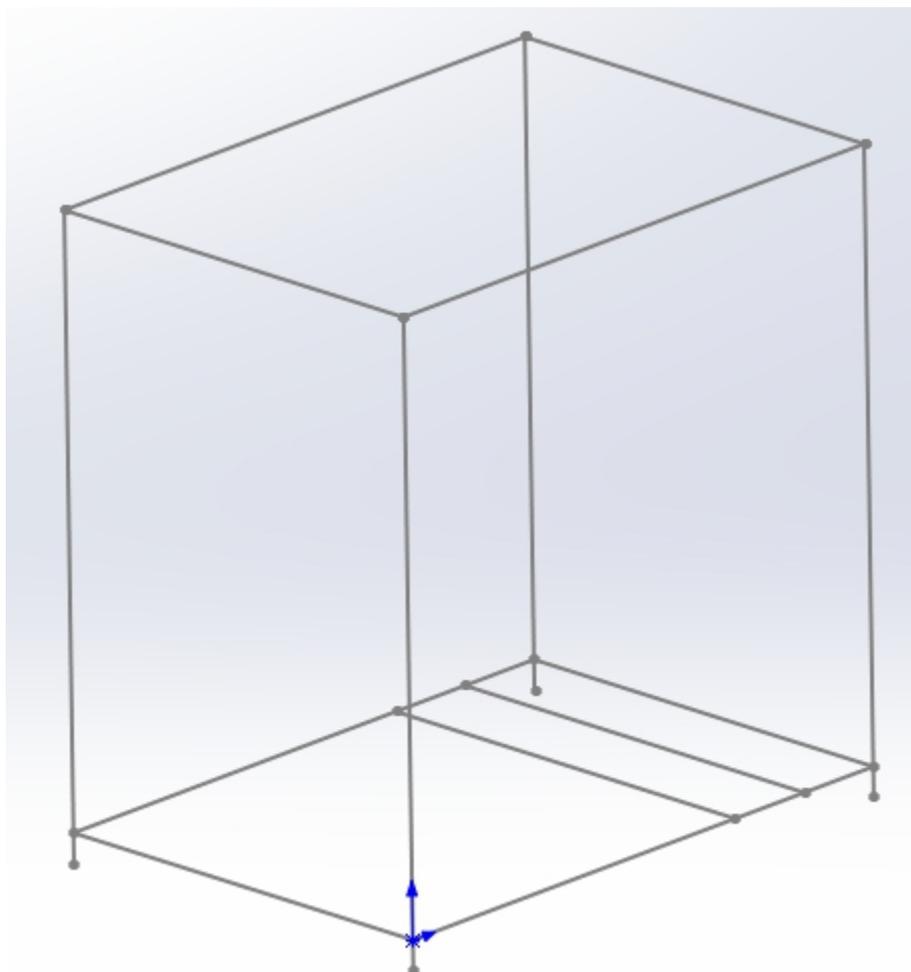


Рис. 10. Трёхмерный эскиз изделия

Для проектирования металлических конструкций в SolidWorks используется библиотека «Сварные детали».

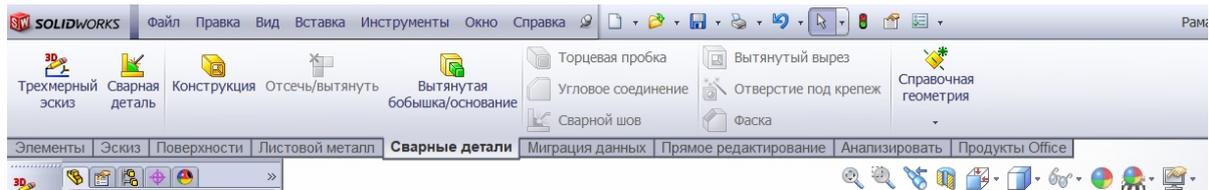


Рис. 11. Библиотека «Сварные детали»

Вызвать библиотеку можно нажав правой клавишей мышки на закладках библиотек и поставив галочку напротив соответствующей библиотеки. Аналогично можно вызвать меню библиотеки нажав правой клавишей мыши на свободном пространстве верхнего меню и поставить галочку напротив нужного пункта.

Воспользуемся функцией «Конструкция» 

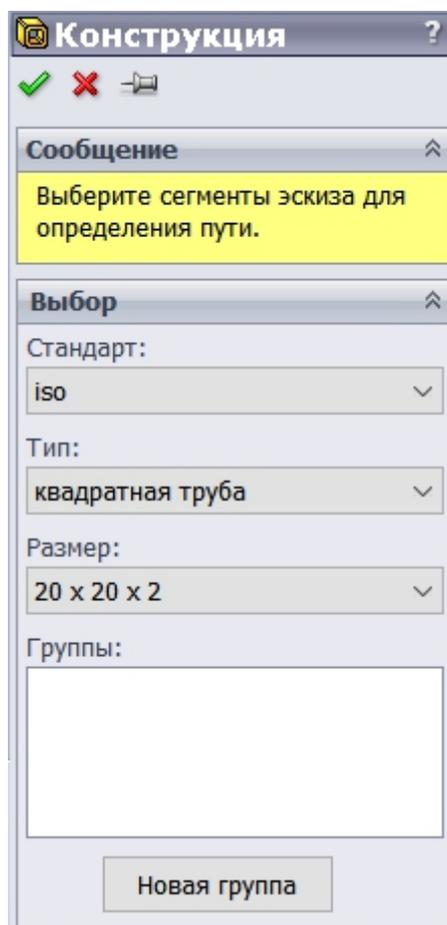


Рис. 12. Панель свойств функции «Конструкции»

Для начала проектирования выберем стандарт, профиль и размер металлопроката. Изначально SolidWorks предоставляет ограниченный

набор профилей, но его можно расширить, вычертив и сохранив в библиотеке необходимые профили или найти (купить) уже готовые библиотеки.

Выполним конструкцию из квадратного профиля 40×40×4 по стандарту iso. Для этого выберем данные в соответствующих полях.

Далее выберем направляющие, на месте которых мы строим профили. При необходимости можем разбить элементы на группы. Это помогает облегчить форматирование при большом количестве элементов, тем самым экономя время при проектировании.

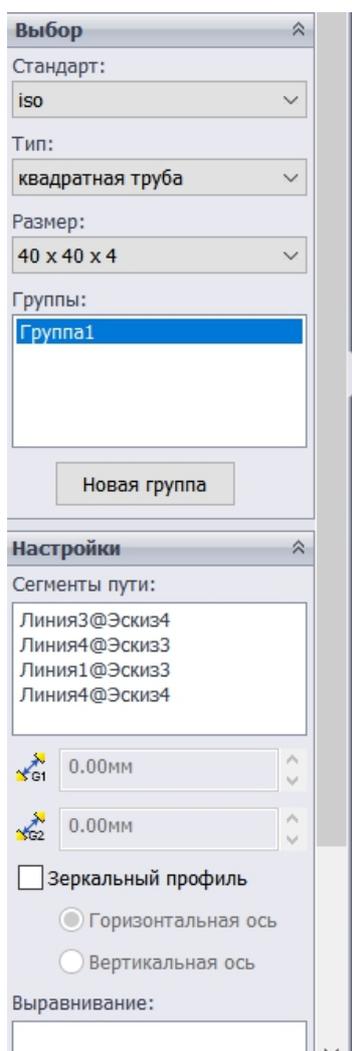


Рис. 13.

Выделим три группы: стойки, верхний ярус и нижний ярус. И подтвердим операцию. В итоге получим металлоконструкцию как на рисунке 14.

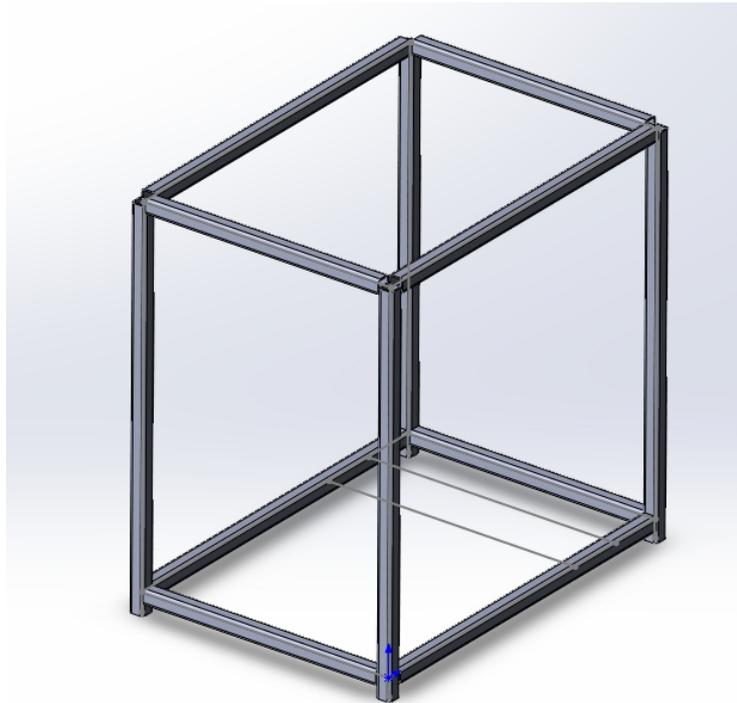
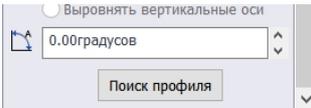


Рис. 14. Металлоконструкция

Далее необходимо правильно позиционировать элементы друг относительно друга и задать необходимую разделку, для обеспечения необходимого примыкания кромок деталей.

Как видно из рисунка 14 элементы верхнего яруса расположены выше образующей. Чтобы изменить их положение, необходимо вызвать

элемент на редактирование  выбрав из контекстного меню команду «Редактировать определение». В нижней части панели свойств

выберем функцию «Поиск профиля» . В результате появится эскиз профиля с ключевыми точками (рис. 15), которые мы можем использовать для позиционирования элементов.

Для просмотра результата попробуйте несколько вариантов позиционирования. Выберите один, удовлетворяющий заданным условиям.

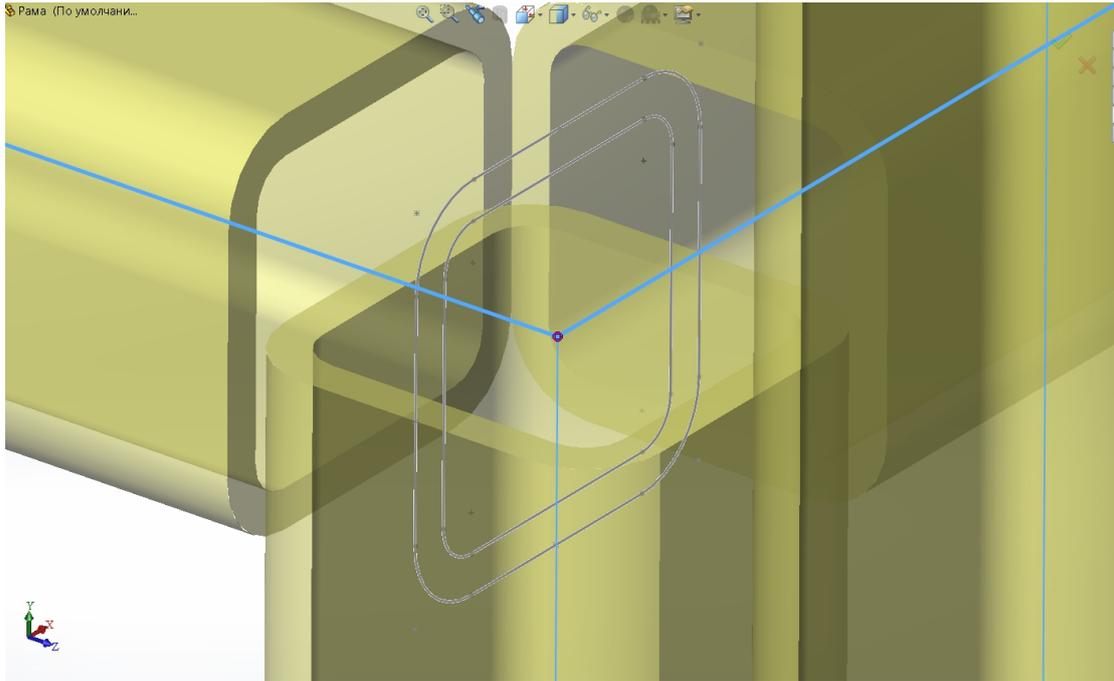


Рис. 15. Позиционирование профиля

Важно! Если, Вы, делили профили на группы, то при манипуляциях убедитесь, что выбрана нужная группа элементов.

Позиционируем элементы, как показано на рисунке 16.

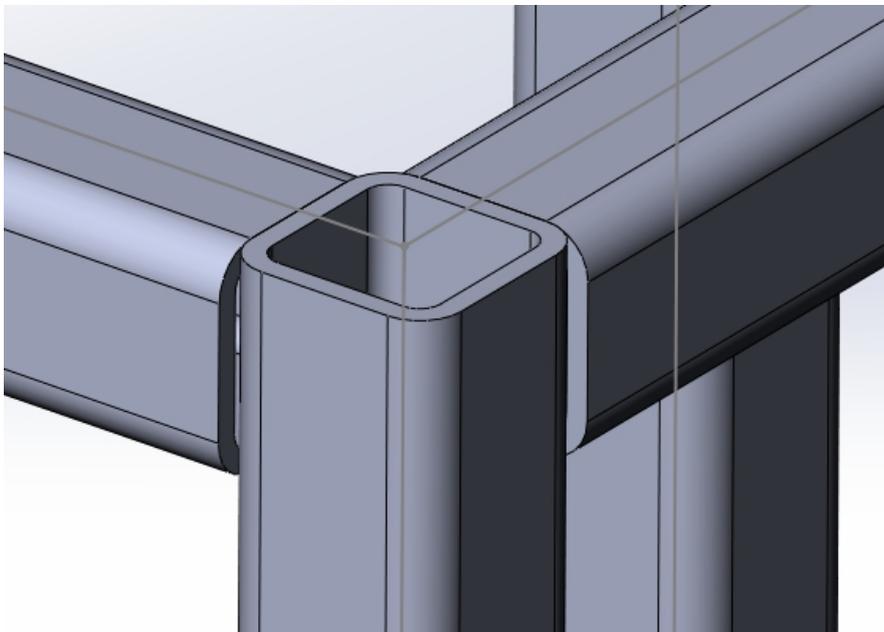


Рис. 16. Сопряжение элементов

При необходимости позиционируйте другие элементы.

Добавим на нижний ярус две перекладины. Выполним элементы из прямоугольной трубы размером 50×30×2,6 по стандарту iso.

Для этого опять воспользуемся командой «Конструкция» из библиотеки «Сварные детали». Выберем две оставшиеся направляющие и укажем стандарт и профиль (рис. 17).

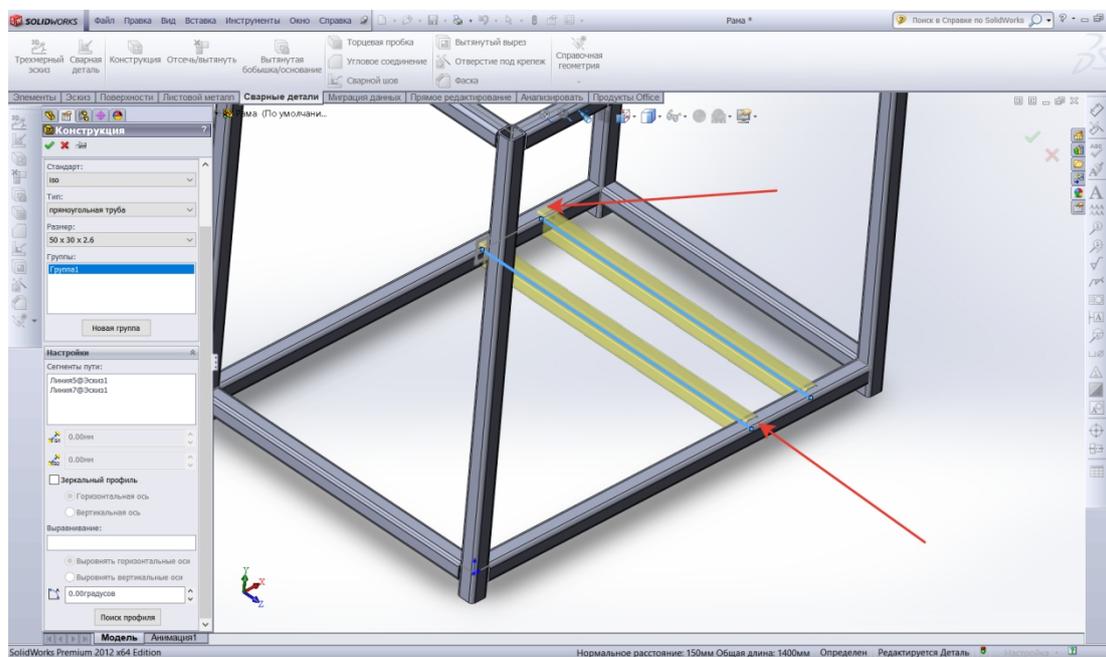


Рис. 17. Добавление перекладин

Обратите внимание, что профили по умолчанию расположены несколько не правильно: профиль необходимо повернуть на 90°, при необходимости спозиционировать с другими элементами и необходимо обрезать профили, чтобы не было пересечений с другими элементами.

Для поворота элементов зададим нужный угол в панели свойств



Для обрезки элементов воспользуемся командой



«Отсечь/вытянуть» библиотеки «Сварные детали».

Для этого выберем команду. В панели свойств заполним необходимые поля (рис. 18). В качестве обрезаемых тел выберем две перемычки. В качестве границы отсечения выберем «Грань/плоскость» и укажем грань профильной трубы. При необходимости фигурной

разделки кромок удобно использовать форму границы отсечения «Тело». В данном примере такой необходимости нет. Если плоскостей отсечения несколько их нужно указать все, либо повторить операцию несколько раз.

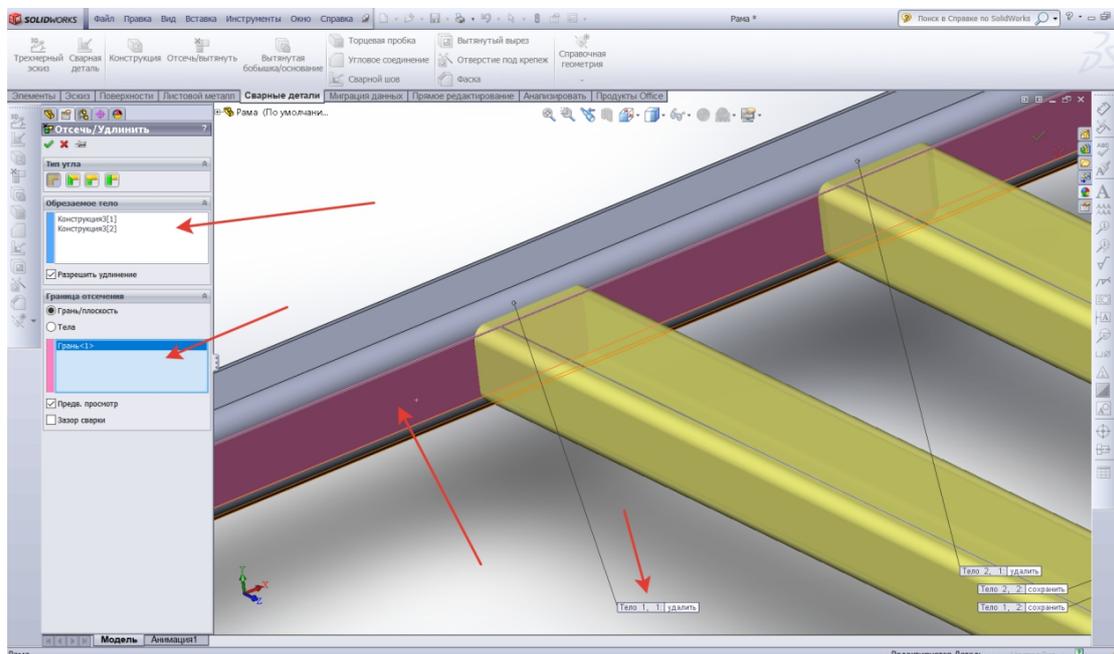


Рис. 18. Обрезка элементов

Необходимо заметить, что в ходе операции происходит рассечение объекта на составляющие, после чего ненужные части удаляются. Необходимо обращать внимание на подсказки выводимые программой, где показаны какие элементы создаются в ходе выполнения операции и какие из них будут удалены.

Последним этапом необходимо выполнить торцевые пробки для стоек, как показано на рисунке 1.

Для этого служит одноимённая команда из рассматриваемой библиотеки.  Торцевая пробка

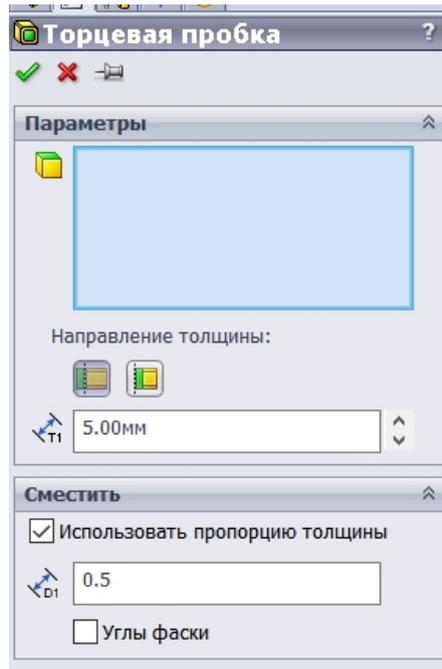


Рис. 19. Панель свойств «Торцевая пробка»

Для добавления торцевой пробки необходимо указать торцевую поверхность трубы, для которой выполняем пробку.

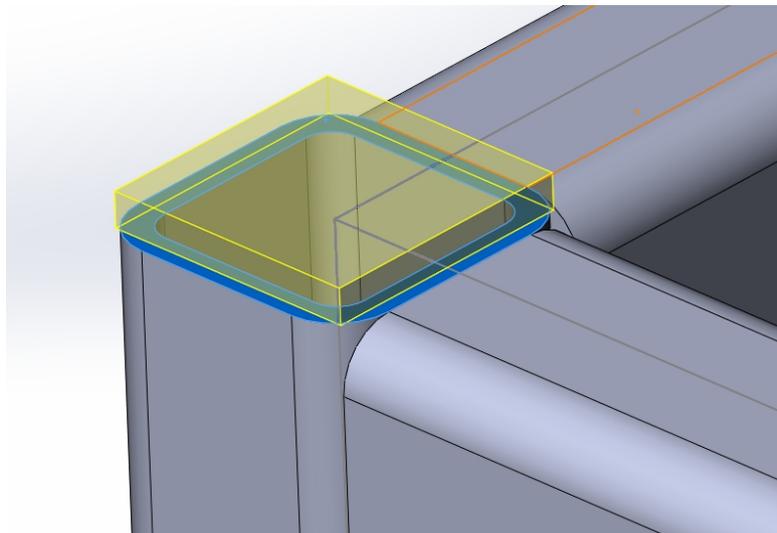


Рис. 20. Добавление торцевой пробки

На панели свойств можно дополнительно задать вид пробки (внутренняя/внешняя) и размеры.

Подтвердим результаты проектирования. Должна получиться конструкция как на рисунке 21.

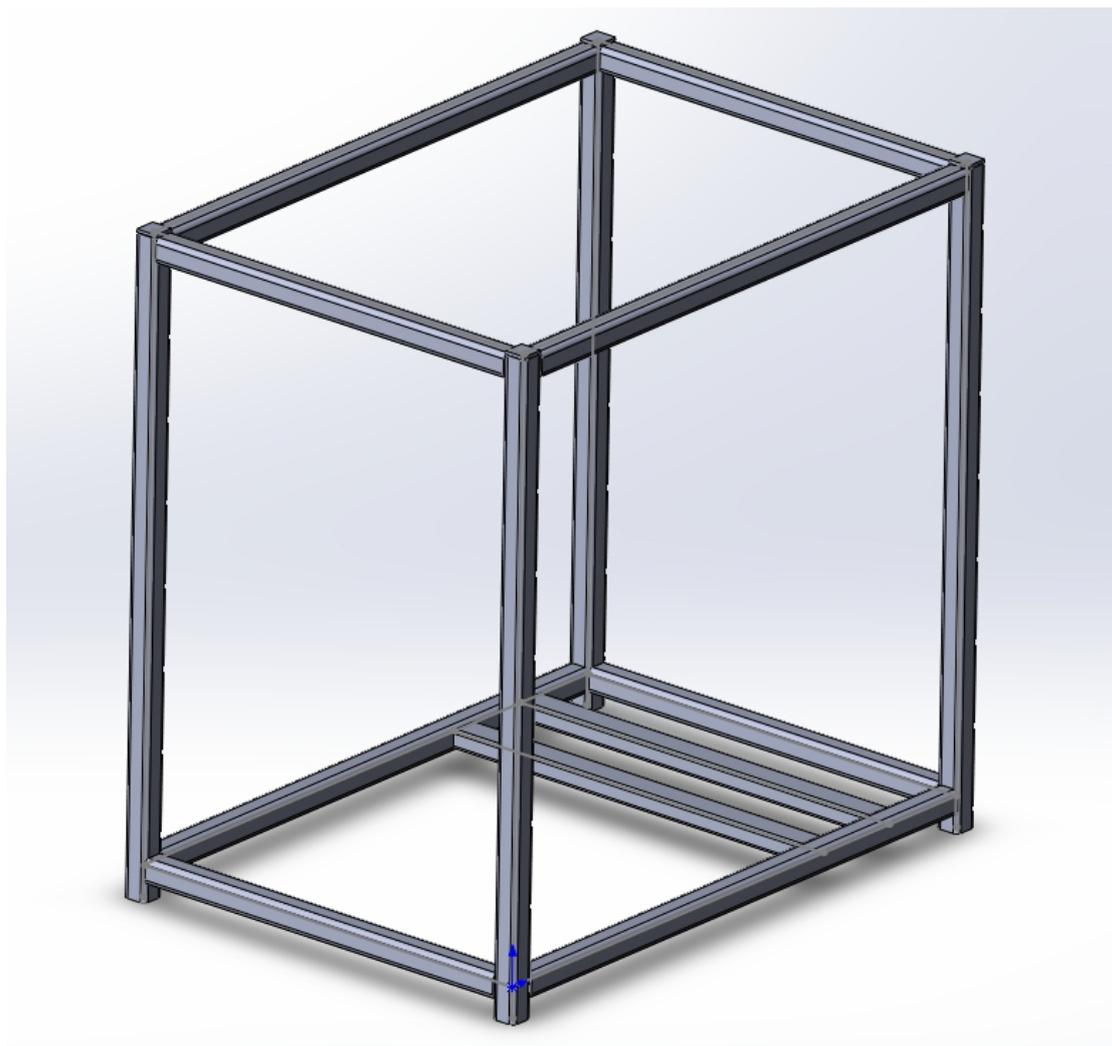


Рис. 21. Результат проектирования

По умолчанию SolidWorks отображает большое количество информации. Система фильтров позволяет скрыть/отобразить элементы нужные для работы



Воспользуемся фильтрами и скроем отображение эскизов и центральных точек.

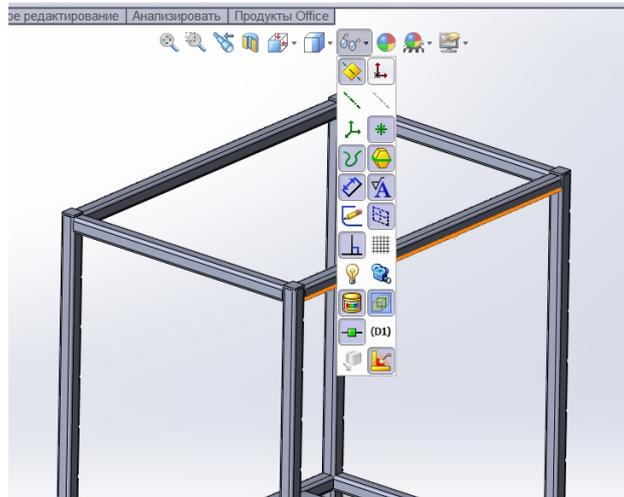


Рис. 22. Фильтры отображения

Оформление документации

После разработки трёхмерного объекта металлоконструкции зачастую требуется выполнить рабочие чертежи по стандартам ЕСКД.

Для вывода информации о модели в пространство чертежа выберем в меню «Файл» команду «Чертеж из детали». Если заранее формат новых чертежей не был задан, выберем из предложенного SolidWorks списка шаблон «a3_gost_sch1», что соответствует чертежу первого листа формата А3 по ЕСКД.

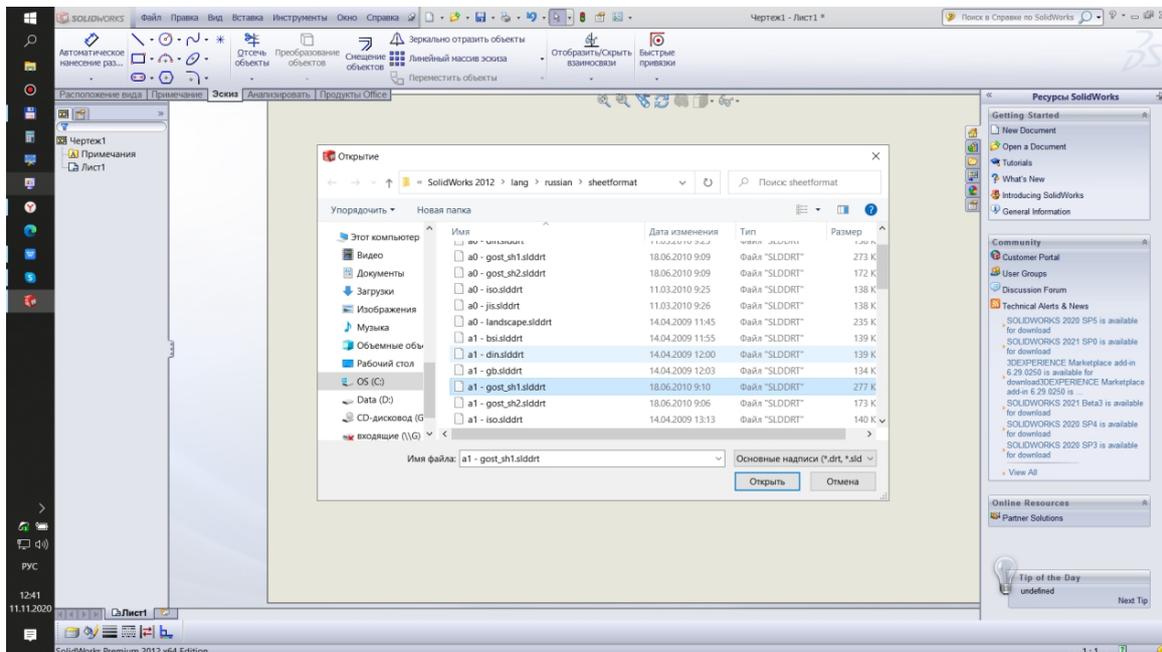


Рис. 23. Выбор шаблона чертежа

Перетащим из появившегося в правой части экрана окна необходимые виды на пространство листа и разместим их, что бы получилось как на рисунке 24.

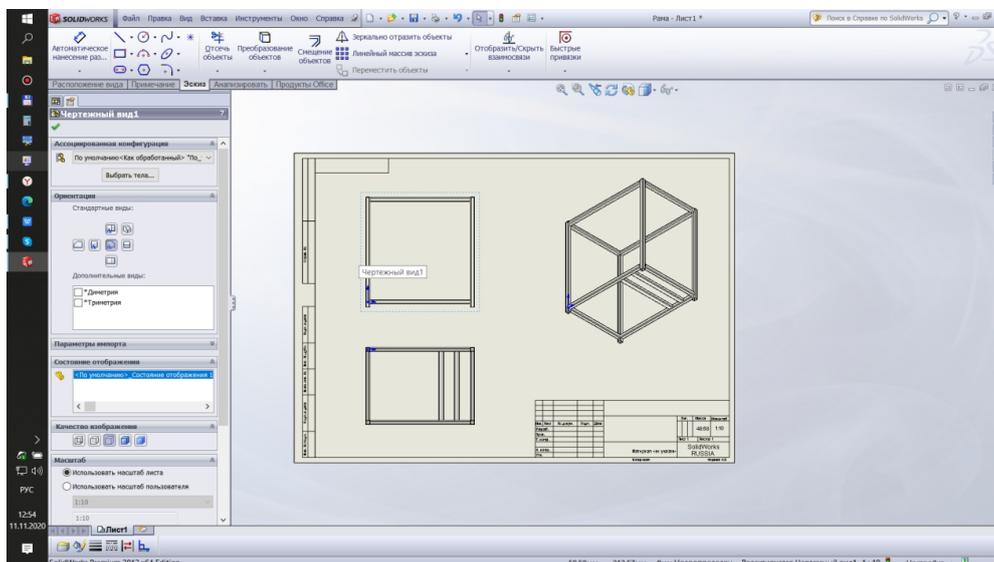


Рис. 24. Оформление чертежа

Если предварительно шаблоны не были настроены, то по умолчанию масштаб чертежа 1:20. При необходимости масштаб можно изменить в панели свойств выбрав нужный вид. Либо применить общий масштаб листа. Общий масштаб листа можно редактировать в панели свойств листа. Здесь же можно управлять листами входящими в комплект документов.

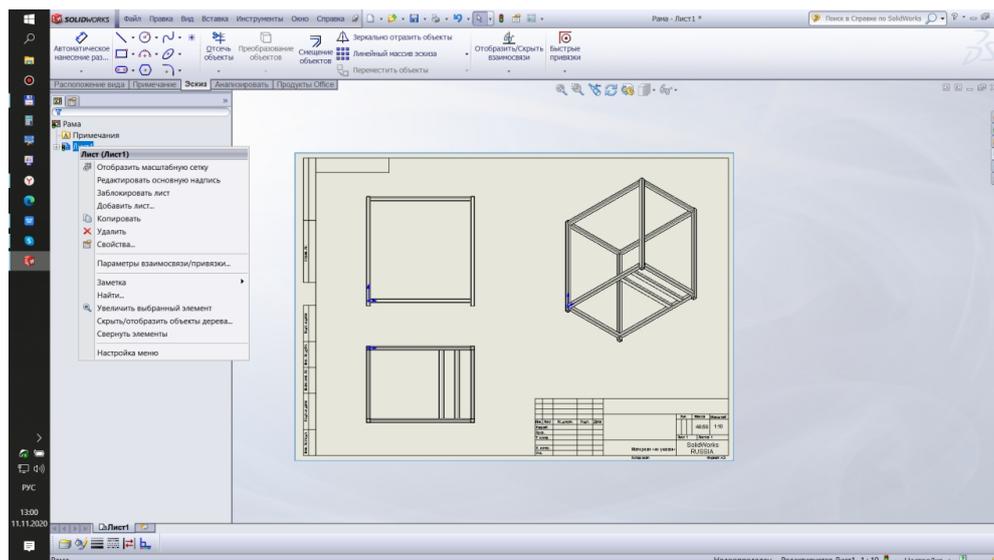
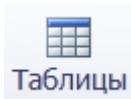


Рис. 25. Управление листами

Добавим сведения об элементах металлоконструкции. Это можно выполнить выбрав в панели инструментов вкладку «Примечания»



команду «Таблицы». Добавим на лист «Таблицу вырезов сварного изделия» (рис. 26).

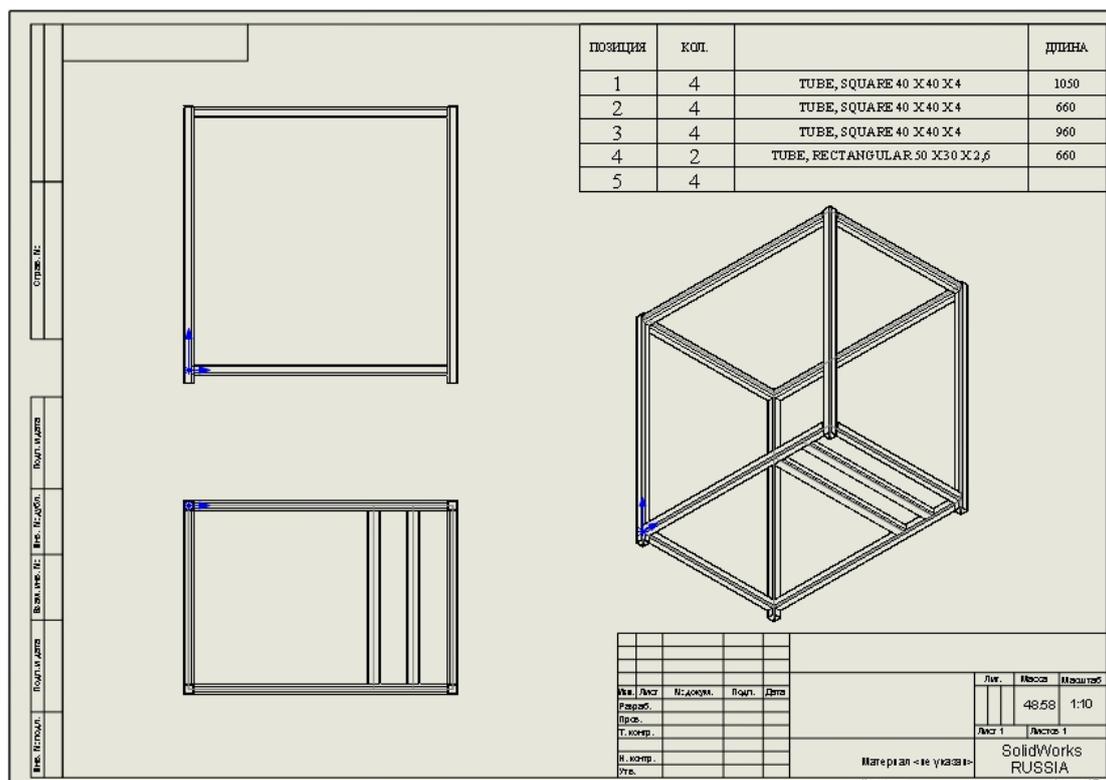


Рис. 26. Добавление таблицы вырезов

Как видно из рисунка таблица содержит колонки позиция, количество и длина необходимые для отображения, но необходимо отметить, что все поля в SolidWorks являются настраиваемыми. По необходимости можно выводить дополнительную информацию, необходимую для данных условий.

Аналогично работе с 3D графикой в пространстве чертежа по умолчанию отображено много информации, которую можно контролировать при помощи фильтров отображения. Скроем информацию о эскизах и центральных точках.

Настроим отображения примечаний для чертежа. Для этого вызовем свойства документа, нажав правой клавишей мыши на обозначении модели в дереве построения.

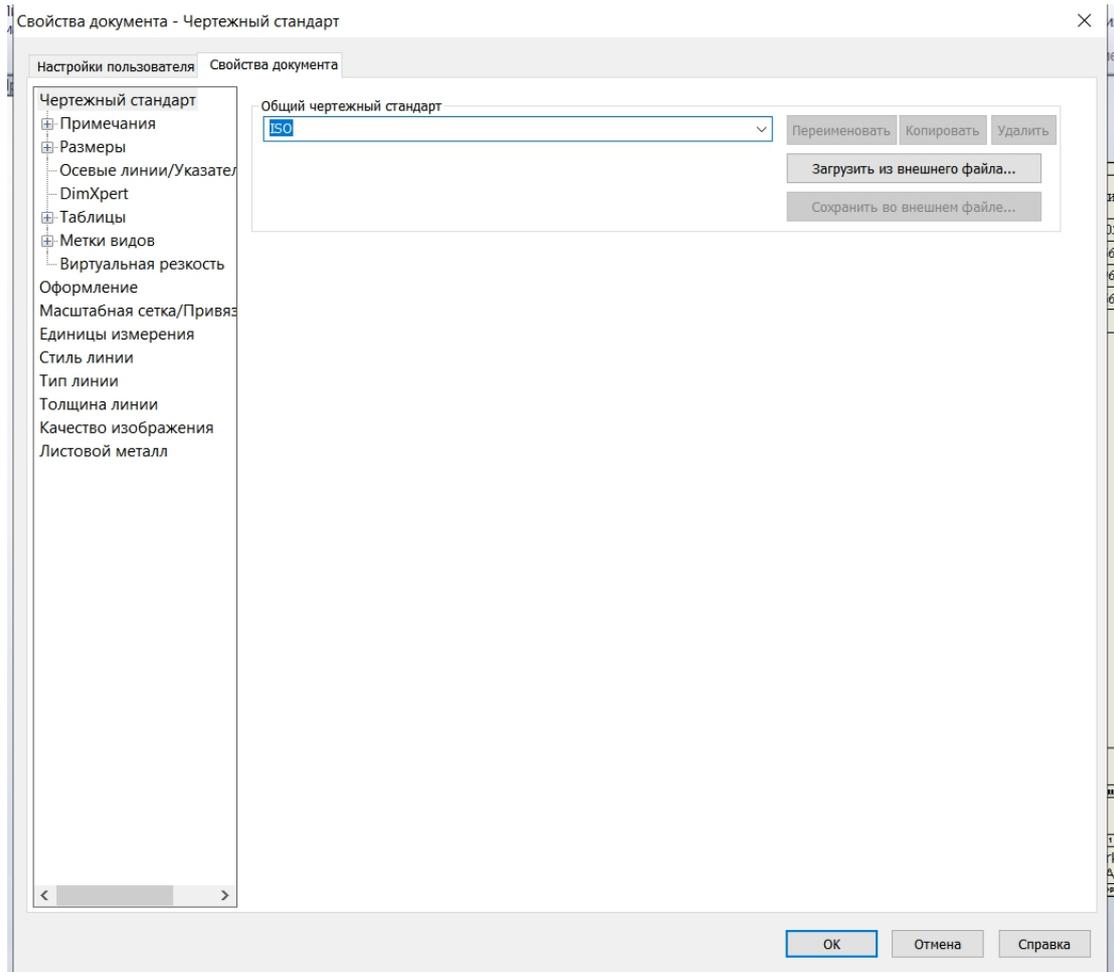
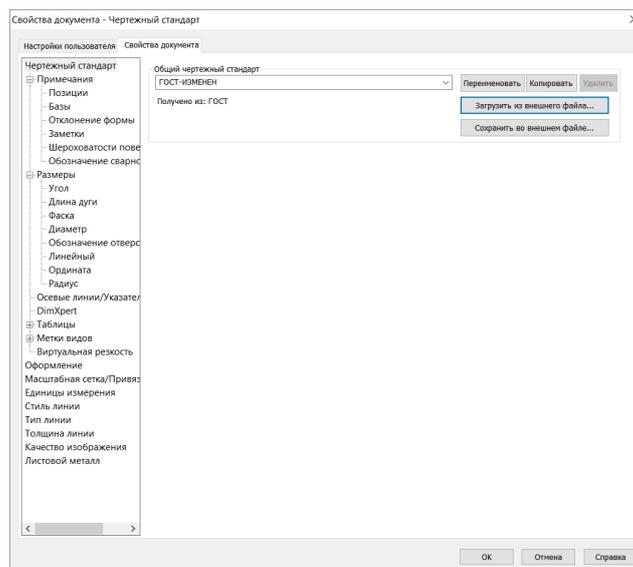


Рис. 27. Свойства документа

Настроим систему для работы по стандартам ГОСТ. Внесём следующие изменения (рис. 28).



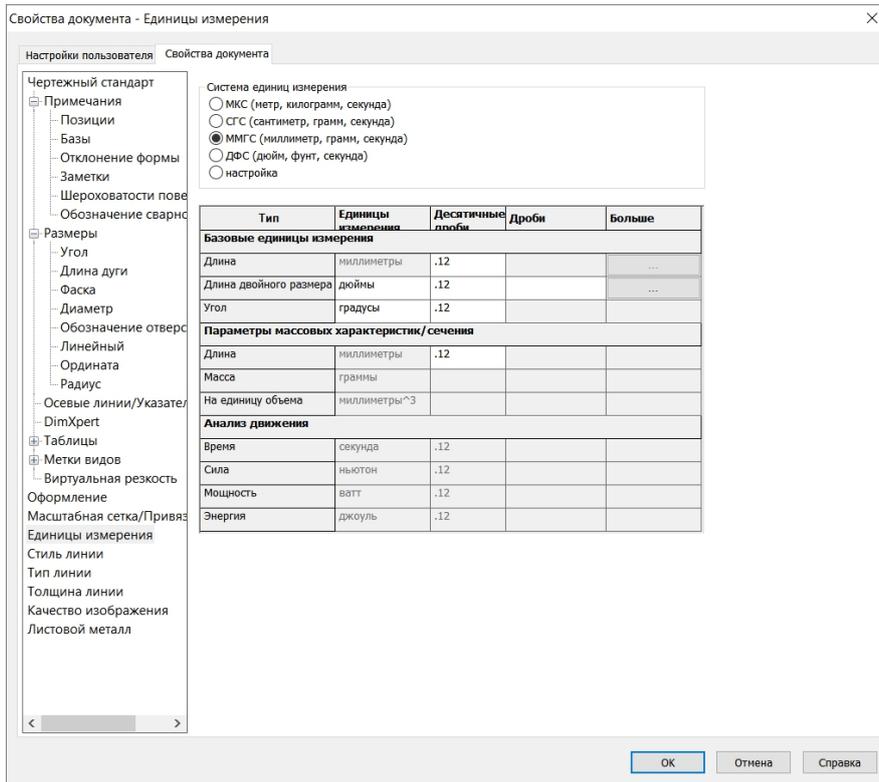
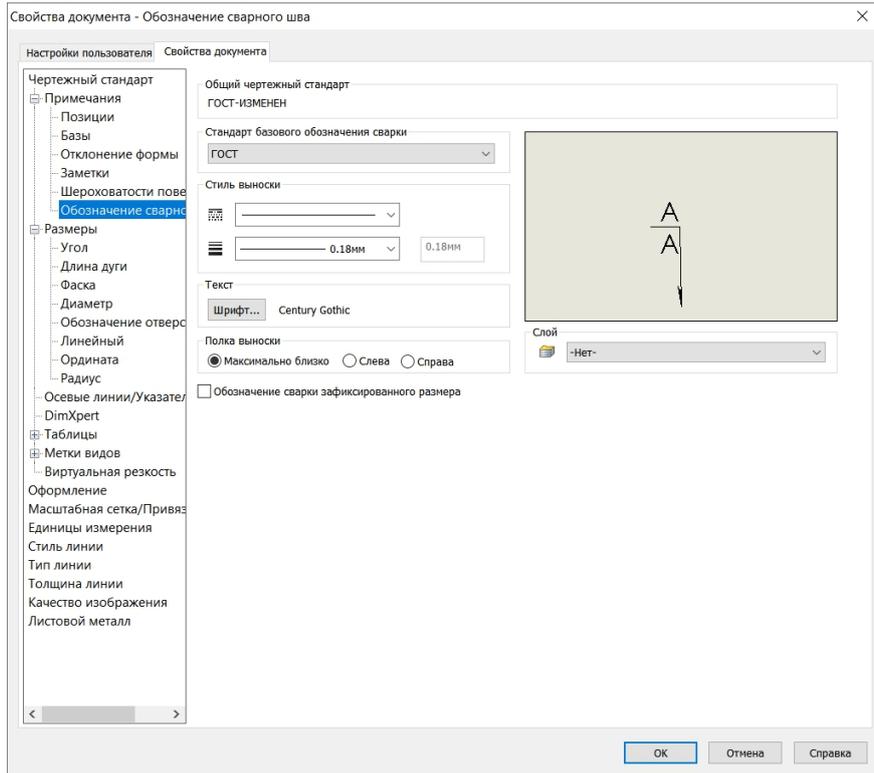


Рис. 28. Настройка свойств документа

Теперь воспользуемся командами раздела «Примечания», для оформления чертежа (рис. 29).

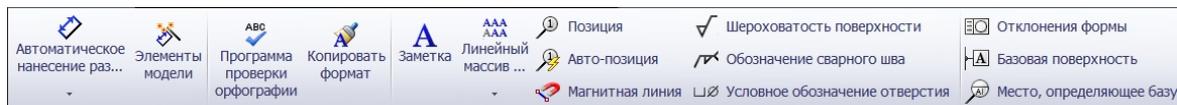


Рис. 29. Меню «Примечания»

Воспользуемся автопроставкой позиций для данного задания. Выберем команду «Авто-позиция» и укажем графический вид на чертеже, на котором нужно проставить позиции. Другим вариантом может служить команда «Позиция». В этом случае мы должны указать последовательно все элементы для которых проставляем позиции на соответствующих видах. Для данного примера проставим позиции на аксонометрической проекции.

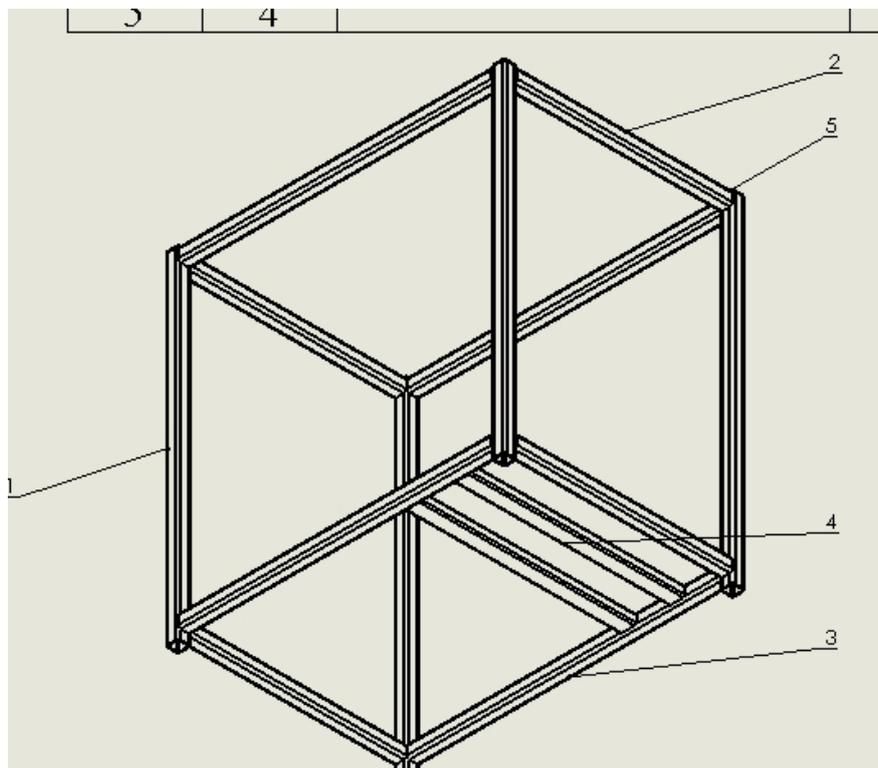


Рис. 30. Авто расстановка позиций

Для обозначения сварных соединений воспользуемся командой «Обозначение сварного шва». При выборе команды открывается окно со свойствами сварного соединения по ГОСТ для заполнения.

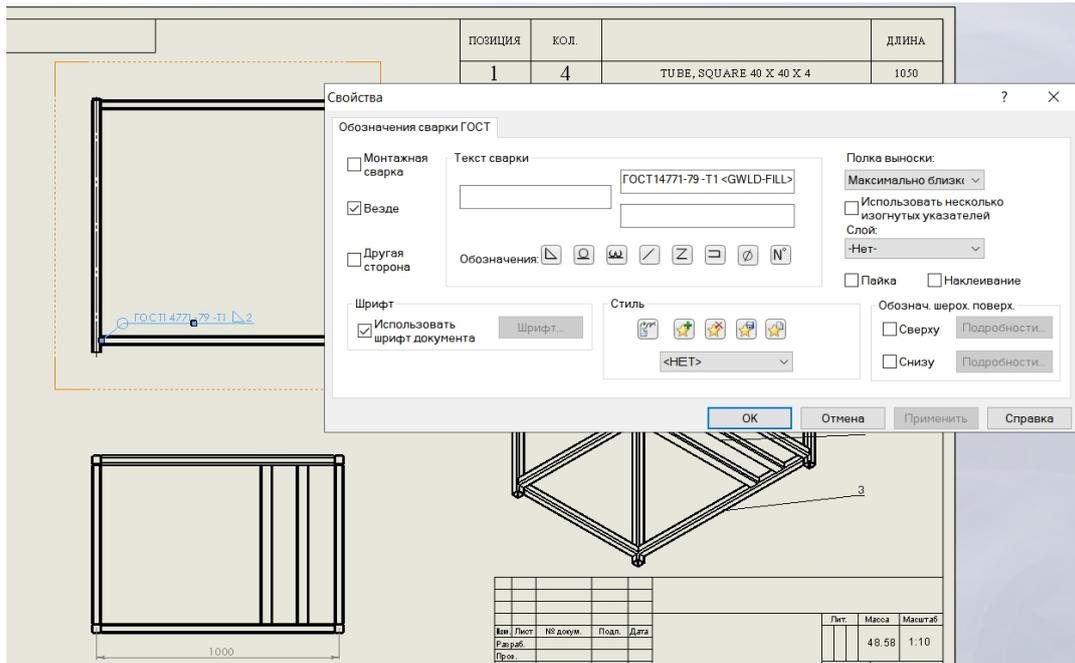


Рис. 31. Обозначение сварного шва

В завершении работы должен получиться готовый рабочий чертёж, снабжённый всей необходимой информацией.

5 Структура отчёта

Отчёт является документом, свидетельствующим о выполнении студентом практической работы, и должен включать:

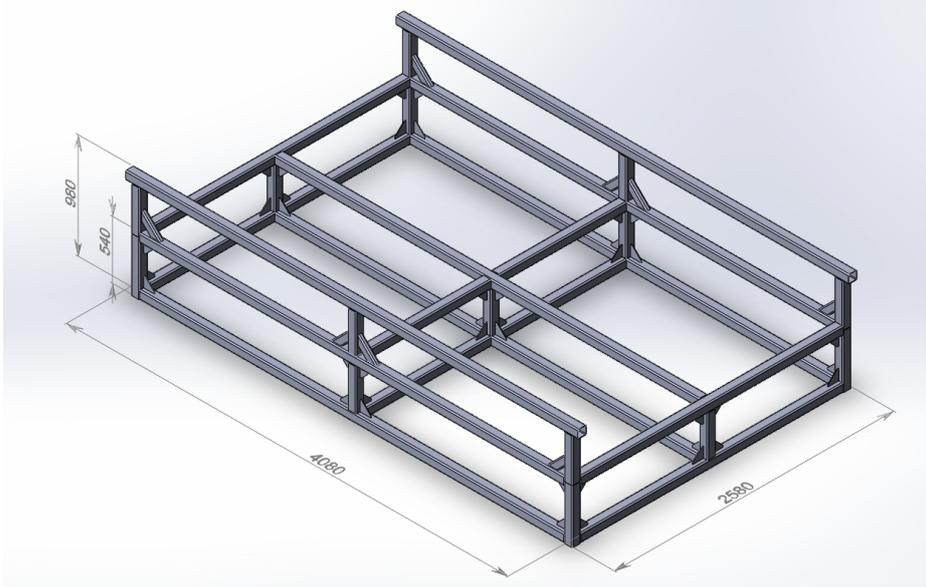
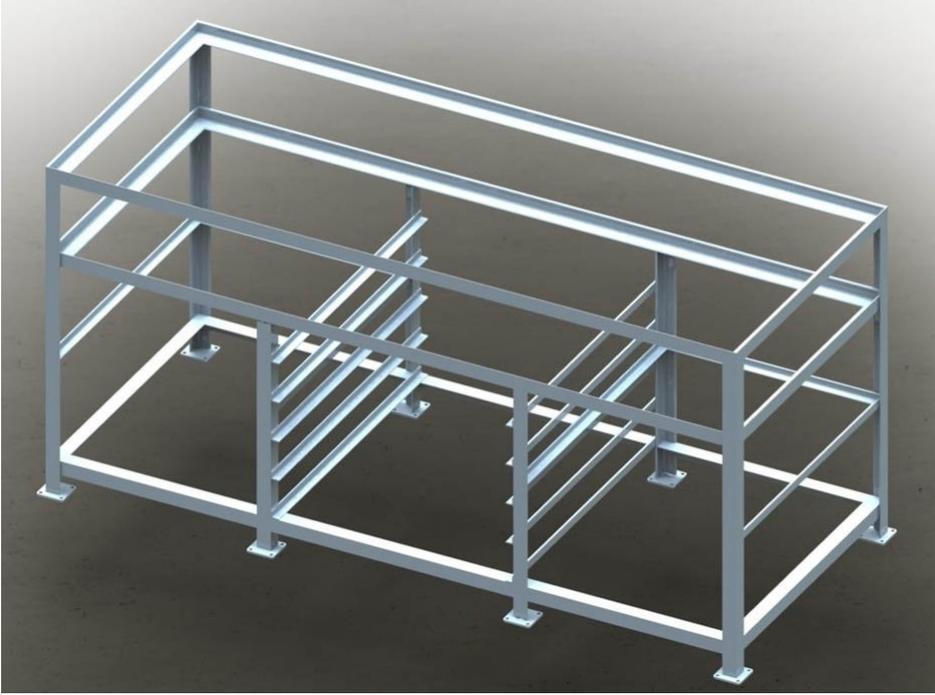
- титульный лист;
- 3D модель;
- оформленный чертёж изделия;
- общий вывод.

6 Список литературы

1. 1 Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – Спб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

2. 2 Прохоренко В.П. SolidWorks Практическое руководство. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. – 448 с.

7 Варианты заданий

<i>№ варианта</i>	<i>Задание</i>
1	 <p>A 3D perspective view of a metal frame structure. The structure consists of a rectangular base with a grid of horizontal and vertical bars. A vertical bar is positioned at the back, and a horizontal bar is positioned at the top. Dimensions are indicated: 4080 (length), 2580 (width), 560 (height of the back vertical bar), and 540 (height of the top horizontal bar).</p>
2	 <p>A 3D perspective view of a metal frame structure. The structure consists of a rectangular base with a grid of horizontal and vertical bars. The bars are arranged in a grid pattern, with a vertical bar at the back and a horizontal bar at the top. The structure is supported by four legs.</p>

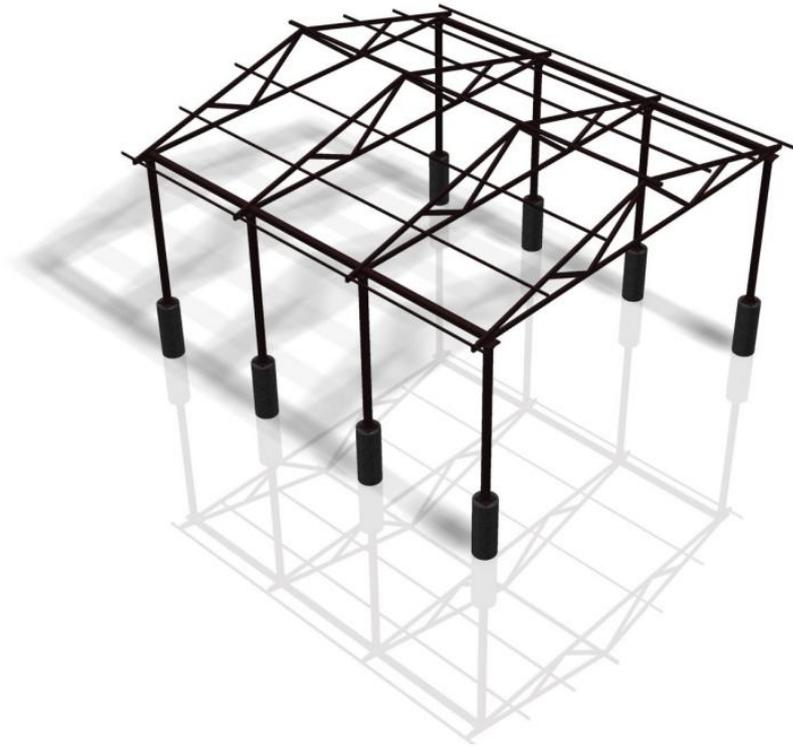
3



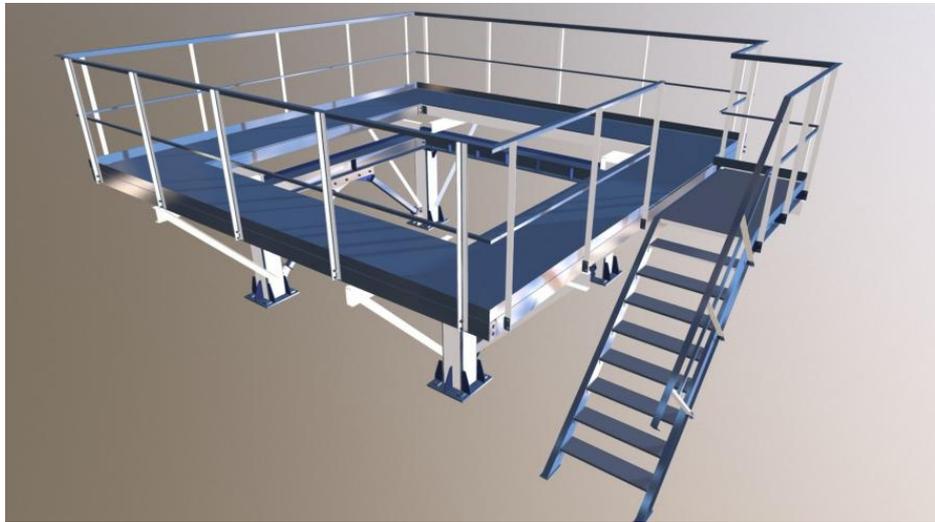
4



5



6



7



8



9



10



ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В SOLID WORKS

Методические указания к выполнению практической работы
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Составители

Крюков Артем Викторович

Подписано к печати

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68

Тираж 100 экз. Заказ 302. Цена свободная

ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.

652050, Юрга, ул. Московская, 17