

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

О. Н. Щербина
Е. С. Саноцкая
О. А. Кулыгина

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей
7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»,
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»,
6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области строительства и архитектуры*

УДК 744:624.14 (075.8)
ББК 30.119я7
Щ64

Р е ц е н з е н т ы:
Г. И. Касперов, Д. Г. Пахомчик

Щербина, О. Н.
Щ64 Технический рисунок. Металлические конструкции : учебно-методическое пособие для студентов специальностей 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений», 6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью», 6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность» / О. Н. Щербина, Е. С. Саноцкая, О. А. Кулыгина. – Минск : БНТУ, 2025. – 27 с.
ISBN 978-985-31-0115-7.

Настоящее методическое пособие предназначено для студентов строительных специальностей дневной формы обучения и представляет собой комплект индивидуальных заданий с методическими указаниями по их выполнению по разделу «Технический рисунок».

В нем рассмотрены основные принципы выполнения заданий «Изображение узлов металлических конструкций», входящих в рабочую программу для специальностей: «Строительство зданий и сооружений», «Экспертиза и управление недвижимостью» и «Инженерно-педагогическая деятельность».

Даны сведения, необходимые для построения узлов в аксонометрических проекциях и указаны практические приемы нанесения светотени при выявлении объема.

УДК 744:624.14(075.8)
ББК 30.119я7

ISBN 978-985-31-0115-7

© Щербина О. Н., Саноцкая Е. С.,
Кулыгина О. А., 2025
© Белорусский национальный
технический университет, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Человеческое сознание имеет две стороны – созерцательную и творческую. Человек познает для того, чтобы созидать. Творческий труд носит в основном коллективный характер, требующий общения между людьми. Это требование породило речь, с помощью которой можно передать мысль. А как передать зрительный образ? Появился рисунок – изображение объемных предметов, вначале на скале, затем на папирусе, пергаменте, холсте... Развитие промышленности осложнило задачу – изображение следовало передать метрически точно... Так, по плану города мы не можем определить высоту зданий, по изображению фасада крепостной стены нельзя судить о ее толщине. Иными словами, трехмерное изображение предметов на двухмерном носителе требовало дополнительных знаний и приемов изображения. Зародился чертеж. И если чертеж – это воплощение мысли конструктора в линии, руководство к действию для рабочего, средство общения для технически грамотных людей, то технический рисунок – это средство выражения творческой мысли.

Рисунок как одна из форм отображения действительности имеет большое значение в творческой деятельности каждого специалиста, а особенно в работе инженера-строителя, поскольку занятие техническим рисунком способствует развитию объемно-пространственного воображения, учит видеть существующее или проектируемое, изображенное на чертеже или эскизе.

В практической деятельности инженера-строителя необходимы как навыки рисования, так и теоретические знания основ строительства. Обучение рисованию развивает зрительную память и пространственное мышление, глазомер и профессиональную наблюдательность, способствует эстетическому восприятию, учит точно и правильно оценивать соотношение пропорций предмета и форму сложных пространственных конструкций.

Инженер-конструктор должен владеть рисованием, уметь выполнять рисунки строительных деталей и узлов конструкций, с тем чтобы в необходимых случаях мог разобраться в устройстве сложных конструктивных узлов или выразить графически свои предложения на строительном объекте, доходчиво и просто донести задание рабочему-строителю.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «УЗЕЛ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФЕРМЫ»

Технический рисунок металлической конструкции на примере узла стропильной фермы изображается «с натуры».

Перед началом работы рекомендуется ознакомиться с объектом (в данном конкретном случае с металлической фермой), рассмотреть его со всех сторон, сделать анализ элементов, составляющих конструкцию. На рис. 1 показано, как выглядит решетчатая стропильная ферма.

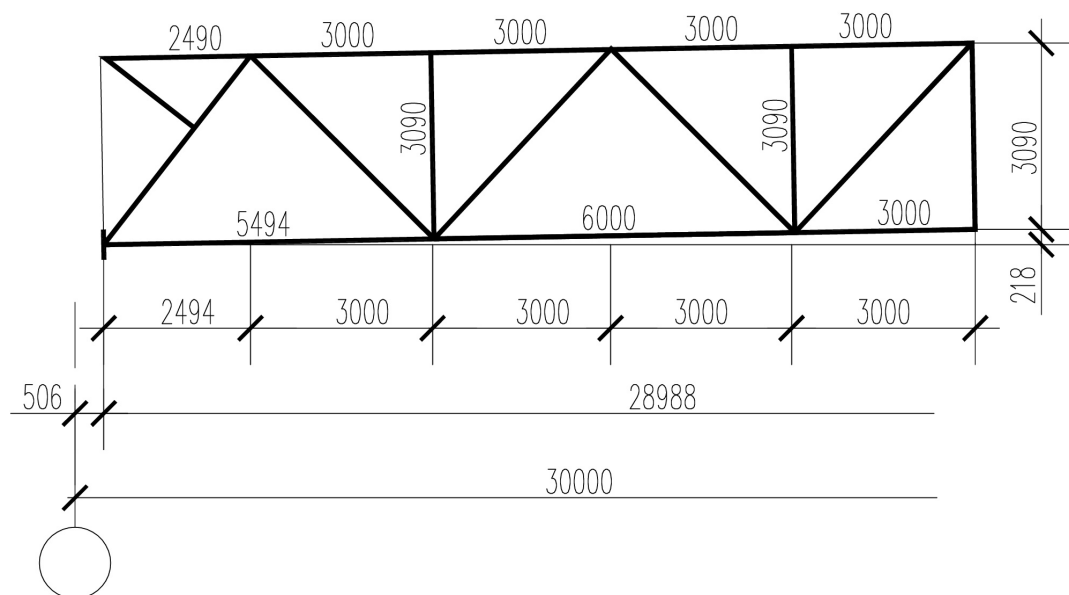


Рис. 1. Геометрическая схема фермы ФС1

Предлагается изобразить только один узел. Стержневая конструкция состоит из нижнего пояса, перпендикулярной ему стойки и двух раскосов. Все элементы приварены к узловой фасонке. Прибегнем к ряду условностей для того, чтобы упростить работу и обойтись минимальными средствами и в короткий срок. Одна из условностей – все составляющие узла выполнены из равнополочных сдвоенных (спаренных) уголков, вторая условность – раскосы расположены к нижнему поясу под углом 45° (рис. 2, а).

У металлических уголков есть центр масс или же центр тяжести, с нанесения которых и начинается рисунок. Главное условие металлических конструкций – центры тяжести должны пересекаться в одной узловой точке.

При горизонтальной компоновке листа формата А3 в левом верхнем углу рисуем оси аксонометрической проекции, в которой будем непосредственно рисовать. Предлагается аксонометрическая проекция, используемая чаще всего, – прямоугольная изометрия. Ось z располагается вертикально, оси x и y под углом 30° относительно горизонтальной линии. Отношение катетов 5:3 дает углы при гипотенузе 30° и 60° . Откладываем пять одинаковых отрезков в обе стороны по три отрезка вниз. Проводим оси x влево и y вправо.

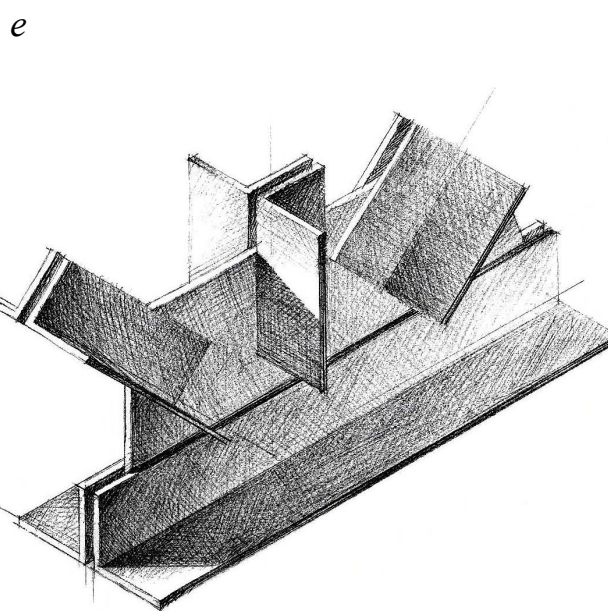
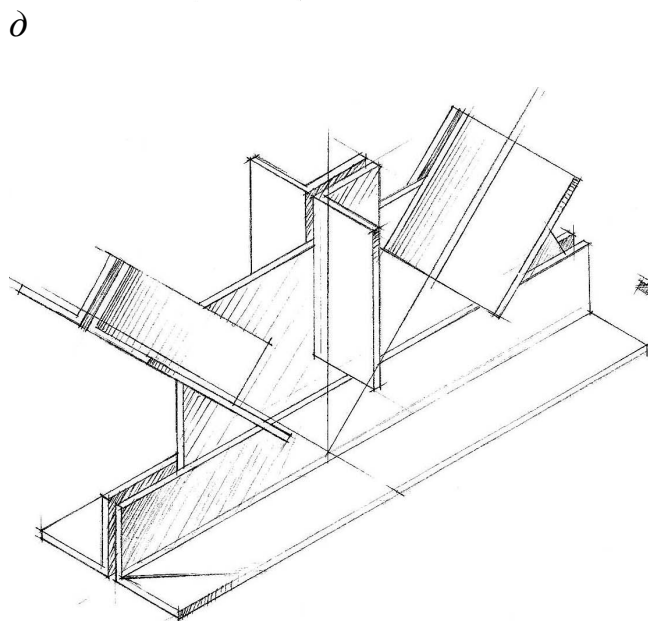
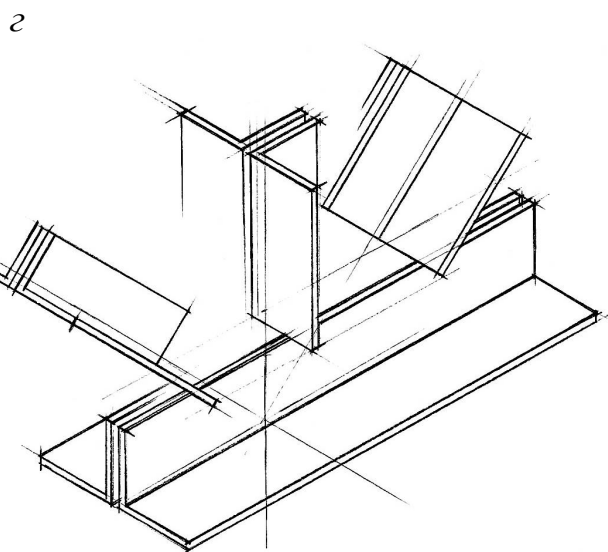
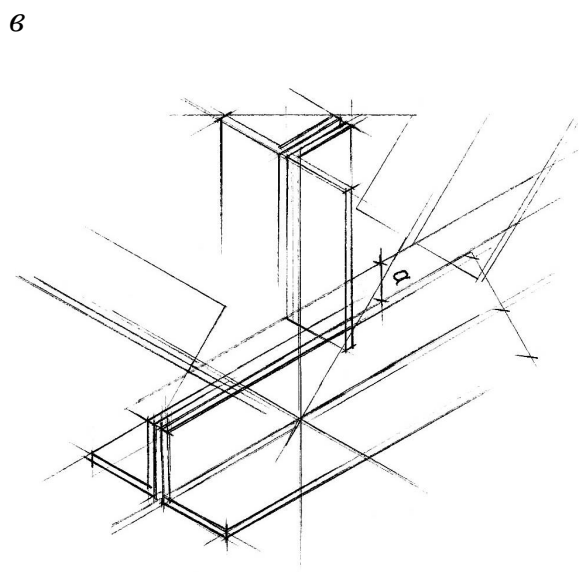
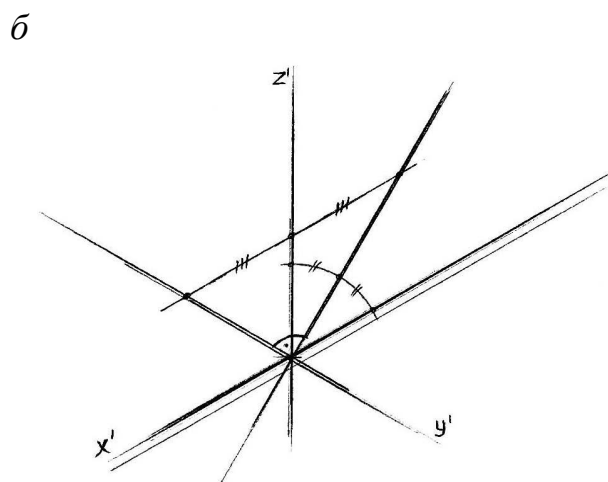
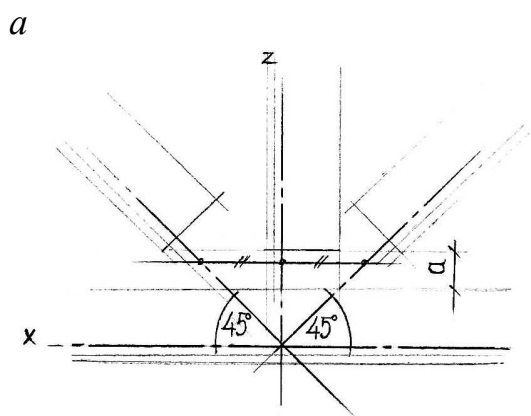


Рис. 2. Рисунок узла металлической конструкции с натуры

Переходим на основное поле чертежа, где и будем рисовать непосредственно сам узел металлической конструкции. Два сантиметра слева – нерабочая зона, предназначенная для брошюровки. Далее, отступив от мнимой границы расстояние, приблизительно равное $1/3$ оставшейся длины формата, проводим вертикальную линию (ось z). $1/3$ от высоты формата – место пересечения аксонометрических осей x и y . Направление осей и элементов рисунка регулярно проверяем по аксонометрической схеме в левом верхнем углу (катаем карандаш плоскопараллельным перемещением). Если все правильно сделали, должна получиться симметричная снежинка – каждая ось делит противоположащий угол пополам, и все углы равны между собой по 60° .

Рассмотрим направления элементов узла. По оси x укладывается нижний пояс, стойка совпадает по направлению с осью z , левый раскос располагается под углом 45° , значит делит угол между осями x и z пополам, т. е. совпадает с осью y . Правый раскос тоже делит угол между x и z пополам. Для того, чтобы разделить угол пополам, необходимо провести дугу в любом месте и поделить пополам ее, а потом провести через полученную точку дополнительную ось для правого раскоса. После нехитрых математических действий получаем ($30^\circ + 60^\circ$), что правый раскос располагается под прямым углом к оси y .

Для проверки правильности построений можно провести в любом месте линию параллельно оси x . Расстояния от оси z до каждого из раскосов должны быть равны (рис. 2, б).

Продолжаем рисунок – привязываем к осям элементы (уголки). От оси x вниз откладываем примерно 1 см и проводим линию параллельно оси x . Первый размер всегда произвольный, последующие размеры откладываются пропорционально ему. В этой связи ширину полочки уголков предлагается откладывать по 3–4 см, а толщину – 3–4 мм. Также толщина фасонки (куска листового металла, к которому привариваются элементы) будет равна толщине уголков – 3–4 мм. От этой линии откладываем 3–4 см и тоже проводим линию параллельно оси x . Это получилась полочка, привариваемая к фасонке, и достраиваем ту, которая идет ей перпендикулярно. Три получившиеся линии должны идти на одинаковом расстоянии друг от друга. Так как изображается только узел, то обрывать элементы можно условно в любом месте. Сами стержни гораздо длиннее, чем мы их рисуем. Обрезаются они под прямым углом на одинаковом расстоянии (рис. 2, в). Левый край нижнего пояса оформляется, не доходя до границы формата примерно 1,5 см. Все линии уголков параллельны осям аксонометрическим, и необходимо помнить, что уголков два. Если уголки равнополочные, как в нашем случае, линии полочек в заданной аксонометрии совпадают. Справа тоже условно обрезаем уголки, не доводя до границы формата на пару см. Далее проводим линию на расстоянии 8–10 мм от уголка. Это так называемая дистанция a (отбойник). Ниже этой границы опускать уголки нельзя.

Вырисовываем стойку. От оси вправо откладываем привязку к центру масс (примерно 1 см), проводим линию параллельно оси z . Все остальные линии стойки также параллельны осям аксонометрическим, и не забываем, что угол-

ков два. Проверяем себя на правильность построения. В прямоугольной изометрии симметричные точки приходят на одну вертикаль или горизонталь.

Итак – левый раскос. От оси вниз все тот же размер привязки – 1 см. Размеры в аксонометрии, откладываемые не по направлениям осей, не сохраняют натуральных размеров, но искажения будут незначительные, что не учитывается в рисунке.

Левый раскос изображаем по оси y и обрезаем уголки под прямым углом или параллельно соседнему раскосу, что одно и то же. Привариваемая к фасонке полочка будет выглядеть как прямоугольник. Вторая совпадет с осью y . И опять не забываем, что уголков два.

Для правого раскоса проводим линию на расстоянии 1 см вниз от оси, и от нее вверх и вниз еще две линии параллельно на дистанции ширины полочки 3–4 см. Обрезаем перпендикулярно, т. е. параллельно соседнему раскосу. Не доводим рисунок на пару см до границы формата (рис. 2, *з*). Последний этап работы – объединение всех частей узловой фасонкой. Последний раз проверяем себя на качество компоновки, правильность построения, соблюдение пропорций. На этом построение заканчивается.

Для выявления объема наносится штриховка равномерно по всему рисунку, чтобы в любой момент времени готовность работы была одинаковой (рис. 2, *д*). Убедившись в правильности работы, необходимо довести изображение до логического завершения (рис. 2, *е*).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «ИЗОБРАЖЕНИЕ УЗЛА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО ЧЕРТЕЖУ»

Приступая к изображению узла металлической конструкции, необходимо внимательно ознакомиться с заданием. К этому времени необходимо обладать определенными знаниями и навыками. Это знание законов композиции, компоновки и построения изображений, знание строительных конструкций, а также развитое образное воображение, глазомер и уверенная работа карандашом. Без какой-либо из составляющих работу будет выполнить затруднительно.

Первый этап работы – определить, каким образом будет располагаться бумага формата А3 (чаще в горизонтально-направленном положении). Следует помнить, что слева необходимо оставить пару сантиметров для брошюровки листов в альбом – это нерабочая зона формата.

Переход к самой ответственной части работы – выбор рациональной аксонометрической проекции для того, чтобы минимальными средствами и в короткий срок справиться с задачей, – это первое, и второе – максимально точно изобразить направления осей выбранной аксонометрии в левом верхнем углу формата.

Схема должна занимать пространство приблизительно равное площади квадрата со сторонами 7×7 см. От правильности ее изображения зависит правильность изображения непосредственно самого узла. В процессе выполнения задания необходимо постоянно обращаться к схеме для проверки точности хода работы.

На основной рисунок отводится около 75 % оставшейся площади. Иными словами, необходимо держаться «золотой середины», избегая двух крайностей: во-первых, когда изображению «тесно» на листе бумаги, во-вторых, наличие так называемого «гуляющего пространства листа». Чтобы подстраховаться в правильности выбранного масштаба, можно слегка очертить границы рабочего поля (сохранить дистанцию от краев бумаги 4–5 см).

Следующий этап – смело, одним движением немного правее настоящей середины листа провести вертикальную линию, что соответствует аксонометрической оси z . Снизу, на расстоянии приблизительно $1/3$ от высоты формата, поставить точку, которая будет точкой пересечения осей аксонометрии. Теперь, приложив карандаш к схематическим осям (карандаш не должен быть коротким), плавно скользить им, не отрывая от бумаги, до поставленной точки, и через нее провести линию параллельно выбранной оси. Повторить процедуру еще раз с оставшейся осью. После каждого сделанного шага полезно проверять себя на точность – лишний раз скользить карандашом по бумаге от схемы к непосредственно изображению и делать корректировку (легче это делать в начале работы) (рис. 3, а).

Далее намечаются оси основных конструктивных элементов.

Очередной этап – наметить основные объемные формы конструкции. Первый размер всегда произвольный, зависящий только от ранее выбранного масштаба. Все остальные – строго пропорциональные (рис. 3, б).

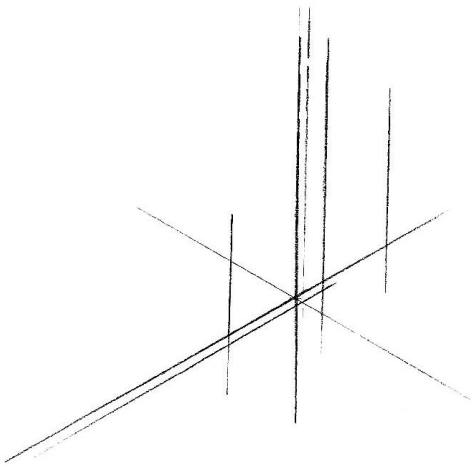
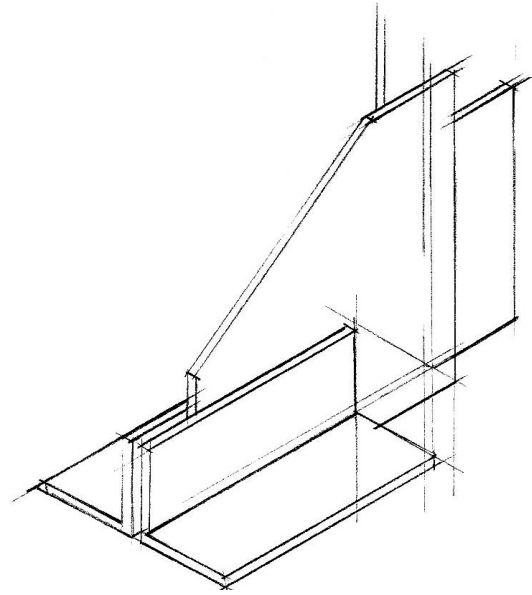
a*б*

Рис. 3. набросок узла металлической конструкции по чертежу

Далее необходимо окончательно уточнить основные габариты конструктивных элементов, ранее только намеченных. Убедившись в правильности хода выполнения работы, перейти к более детальной проработке изображения. Прорисовать более мелкие детали узла (рис. 4, *a*).

Последний этап – обобщение объемной формы конструкции и нанесение светотени с помощью техники штриховки либо шрафировки (последнее для технического рисунка более уместно). Ни в коем случае не использовать яркую обводку контура рисунка. Этот прием не дает возможности объемного восприятия. Грани набираются исключительно за счет светотеней (рис. 4, *б*).

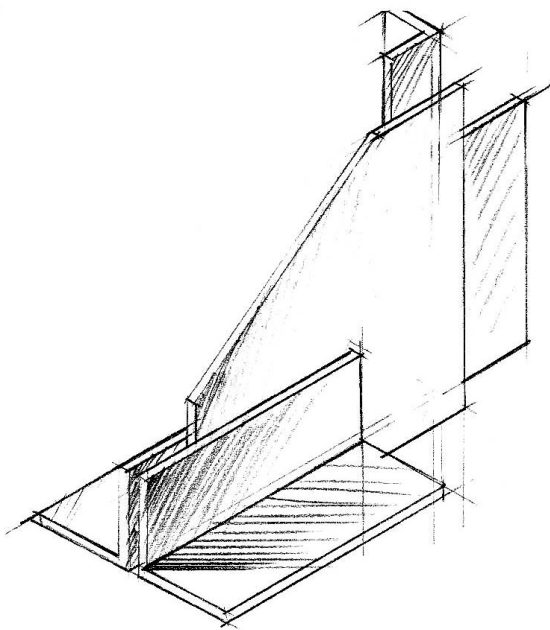
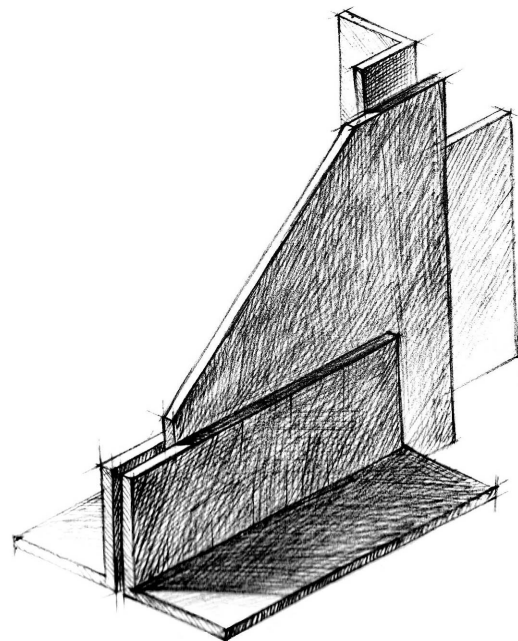
a*б*

Рис. 4. Рисунок узла металлической конструкции по чертежу

При передаче светотени штриховкой надо постепенно прорабатывать рисунок по всей его площади и все время следить за правильностью соотношений – свет, тень, полутень, блик, определив при этом самое светлое и самое темное место.

На рис. 5 – образец выполнения рисунка металлической стропильной фермы.

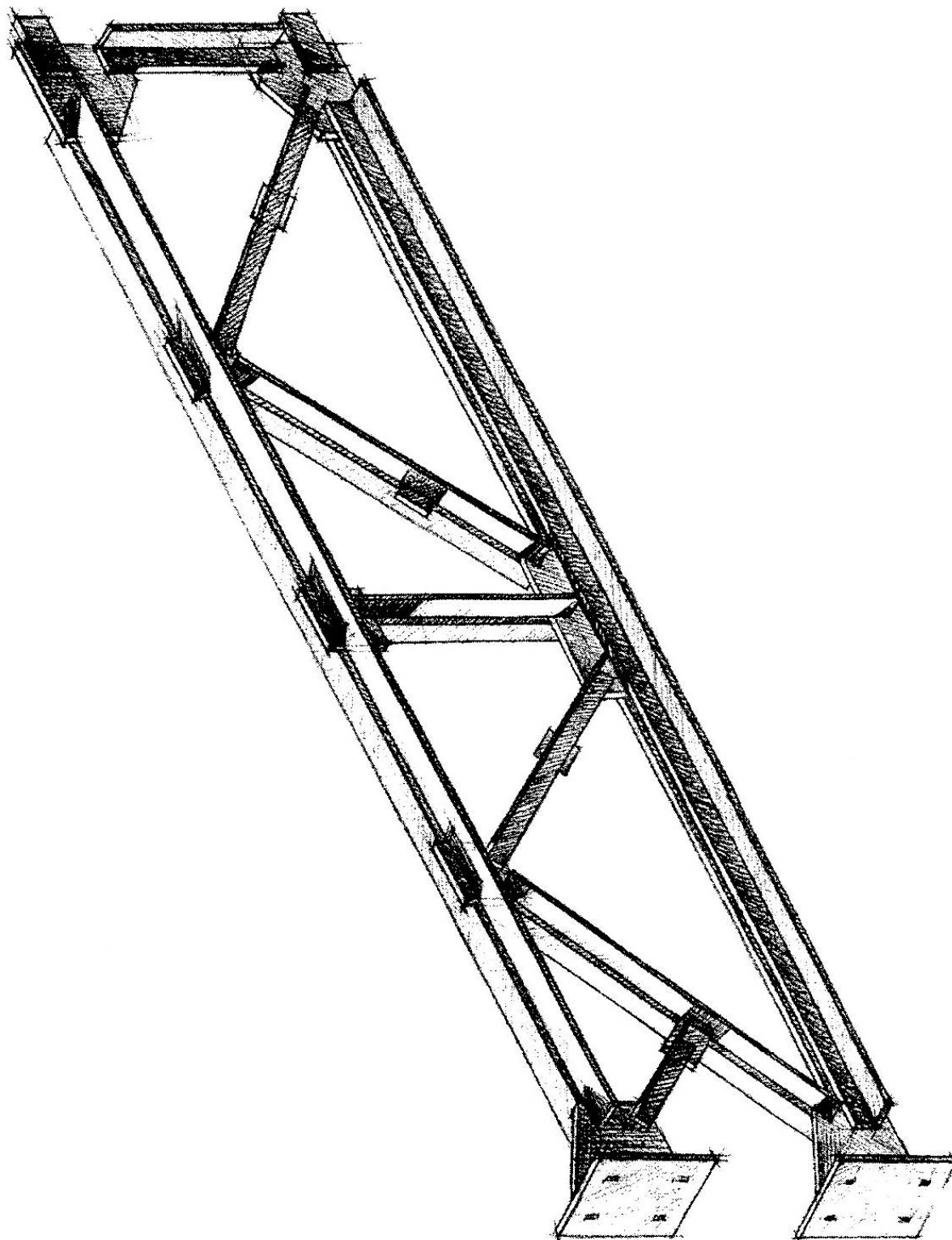


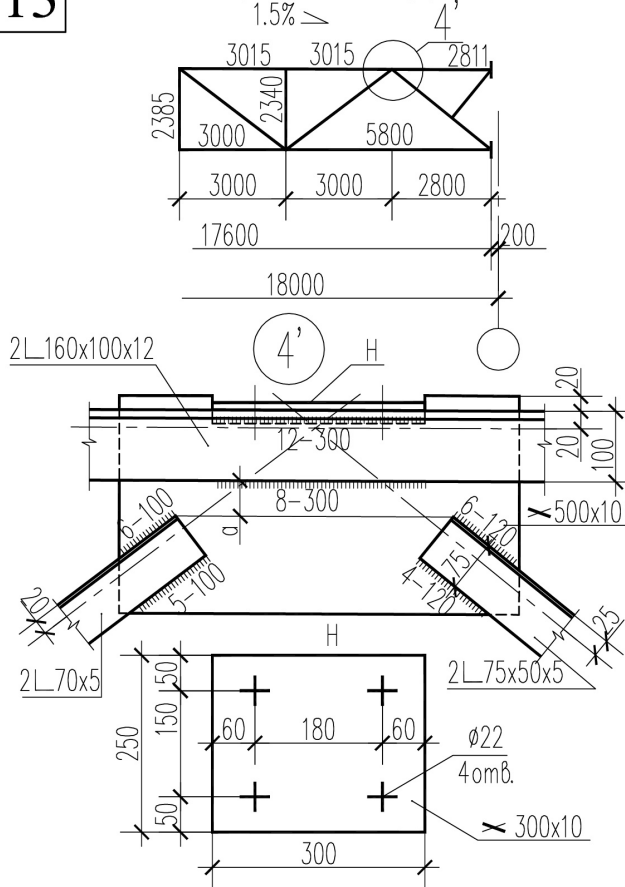
Рис. 5. Образец выполнения рисунка металлической стропильной фермы

**ВАРИАНТЫ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

Простые узлы металлических конструкций

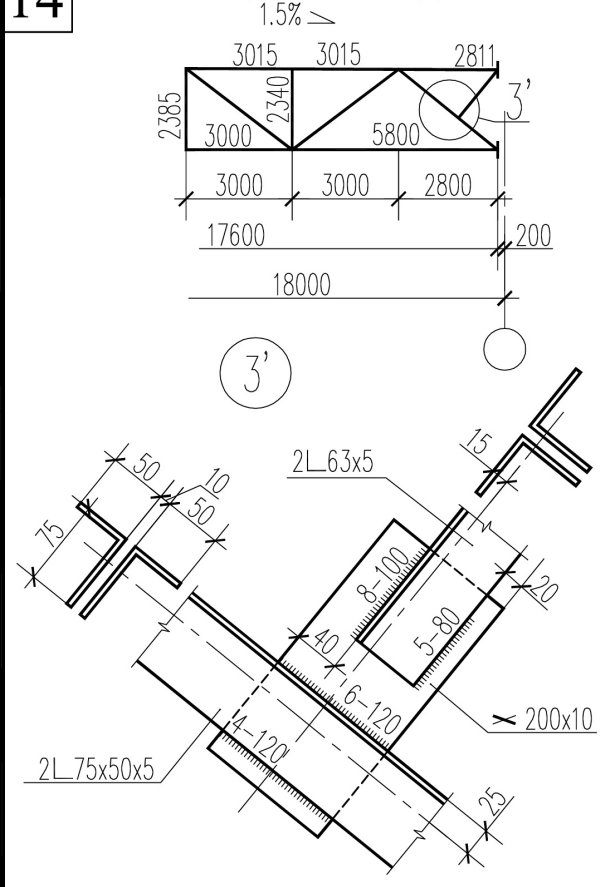
13

Геометрическая схема фермы ФС1



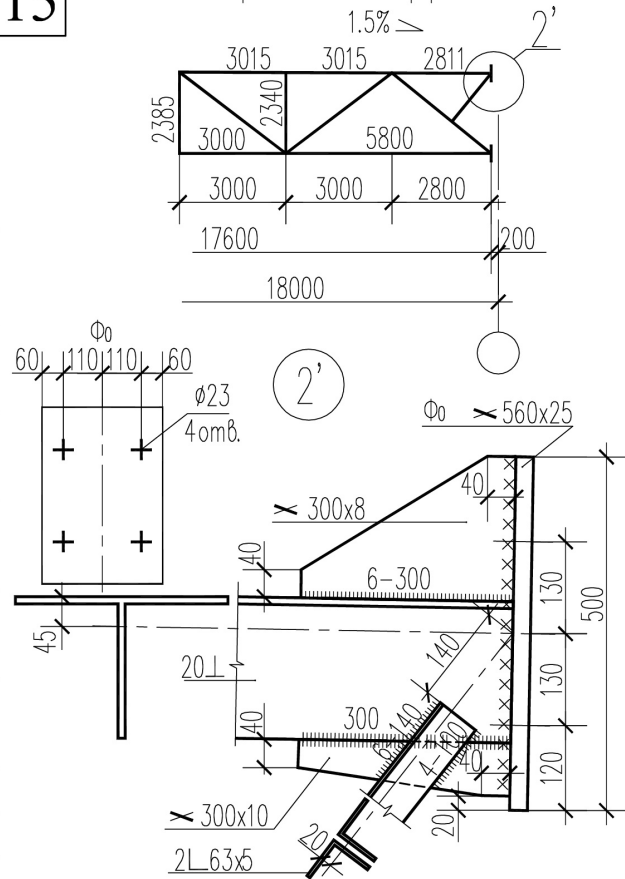
14

Геометрическая схема фермы ФС1



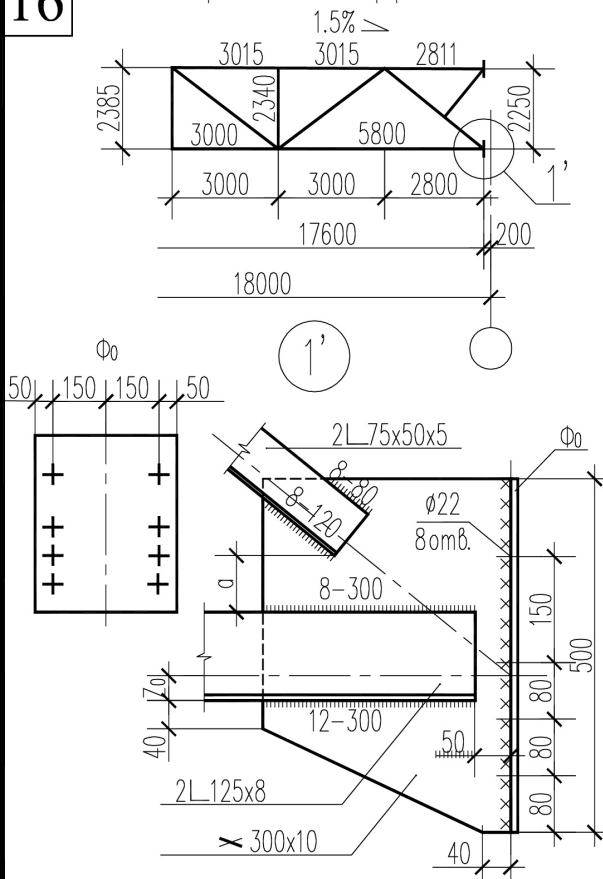
15

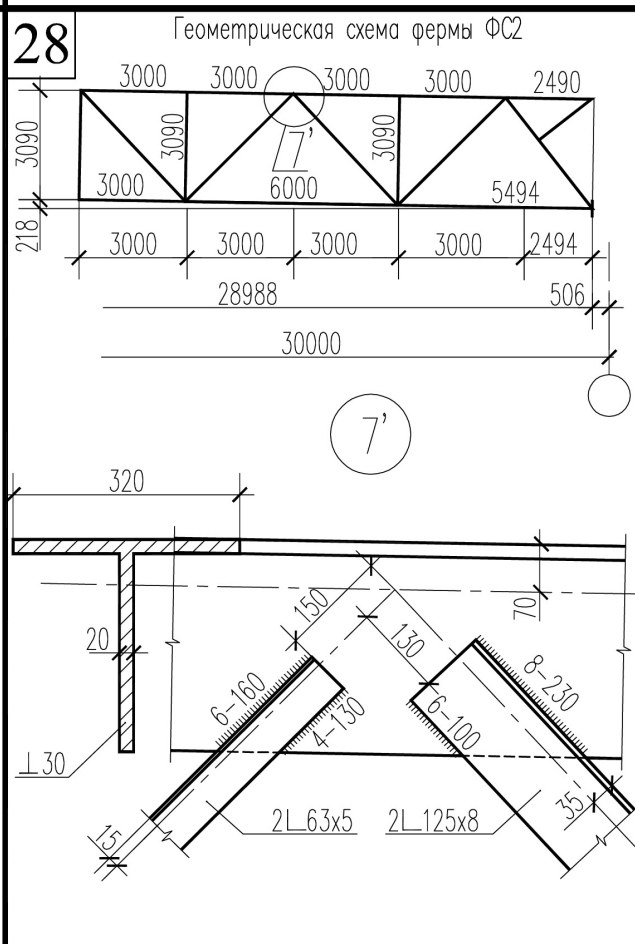
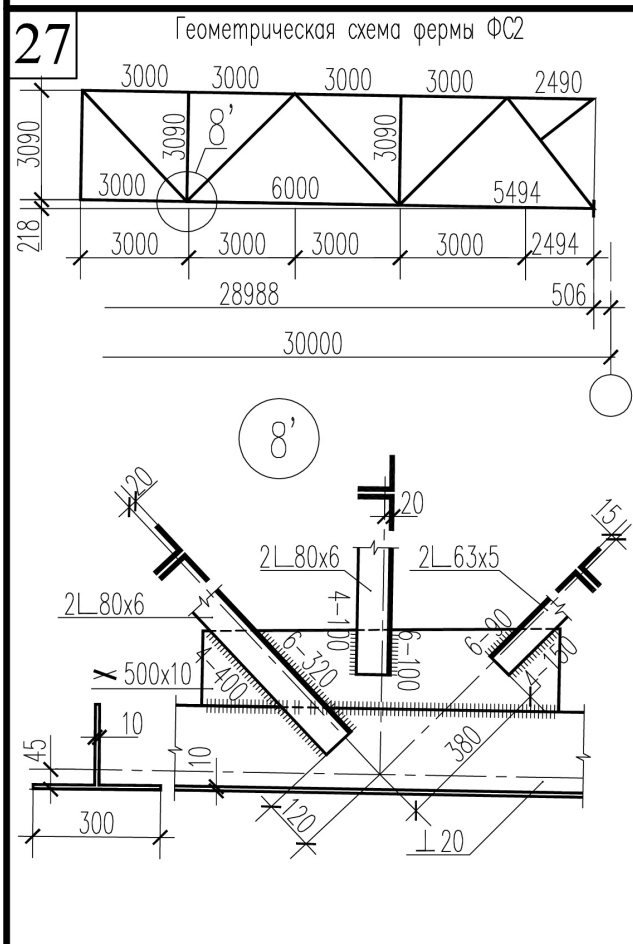
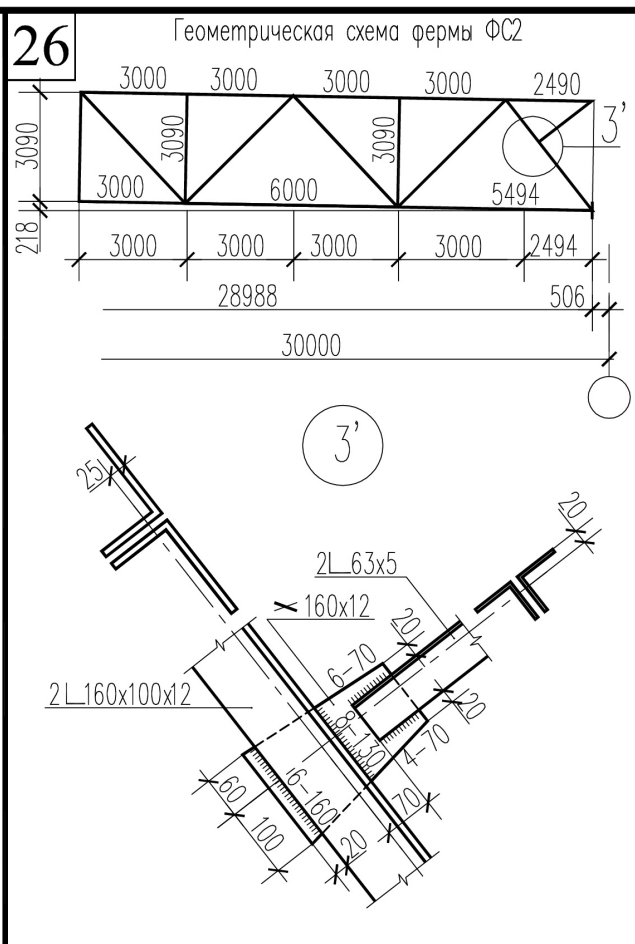
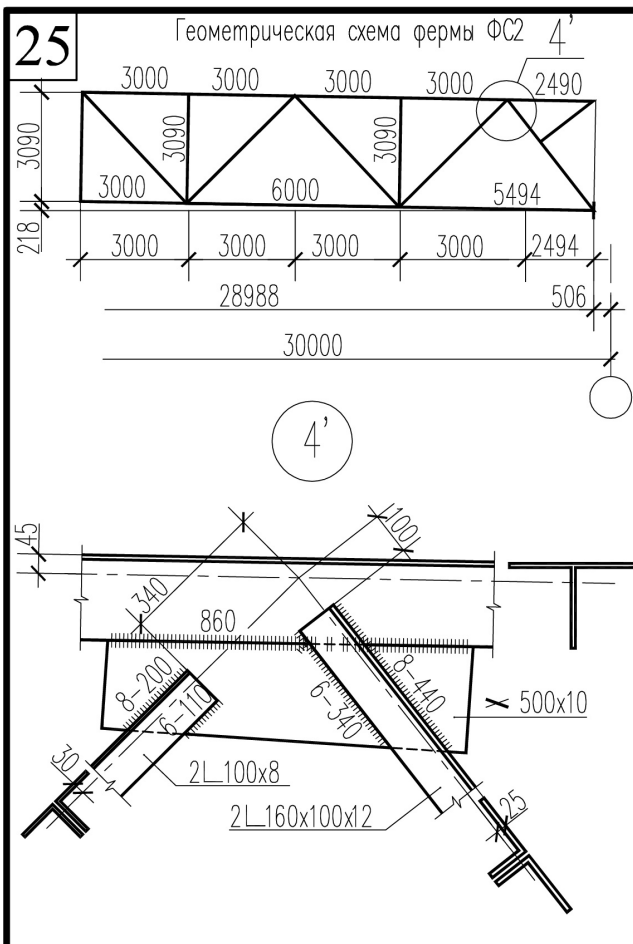
Геометрическая схема фермы ФС1



16

Геометрическая схема фермы ФС1

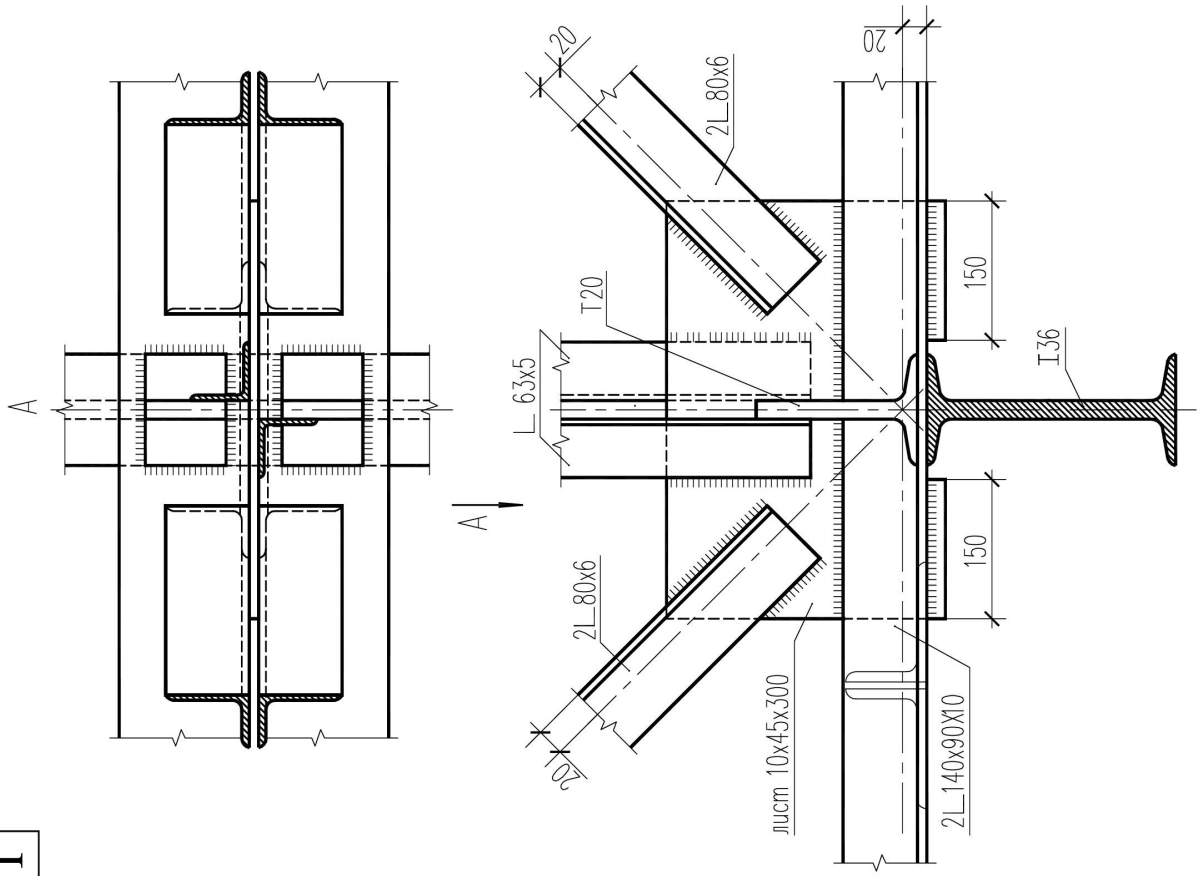




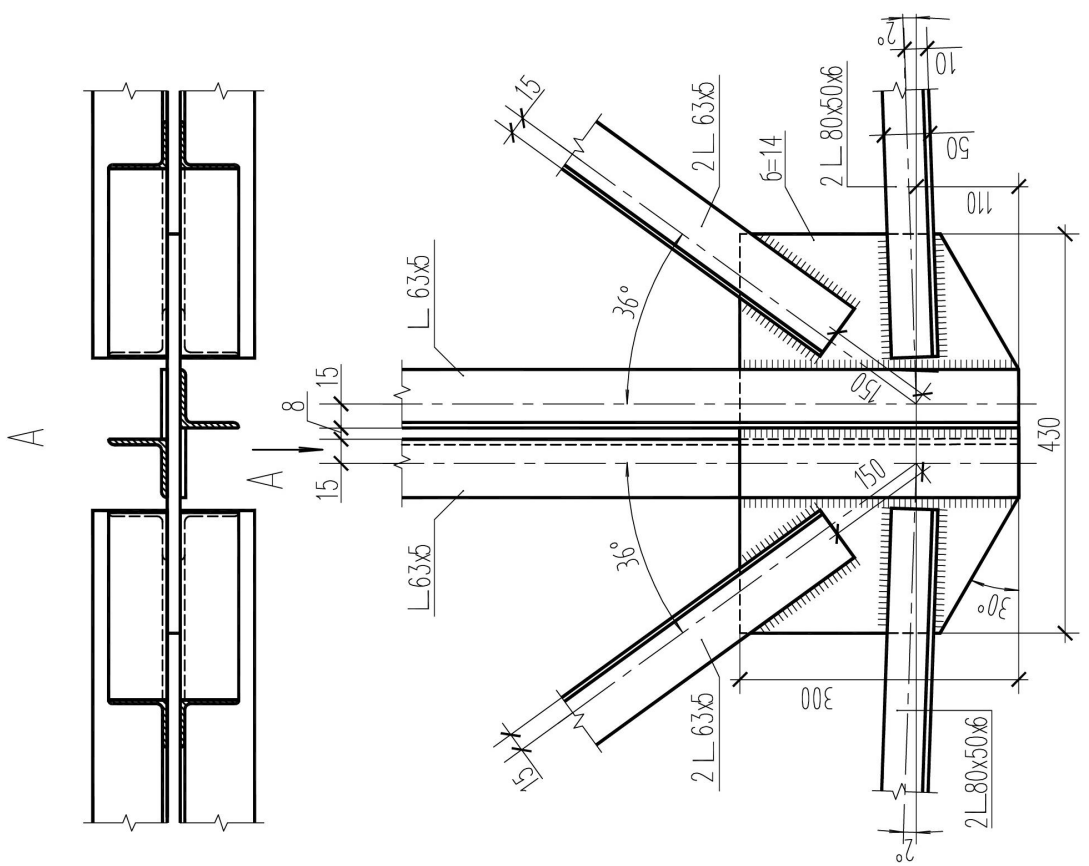
**ВАРИАНТЫ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

Сложные узлы металлических конструкций

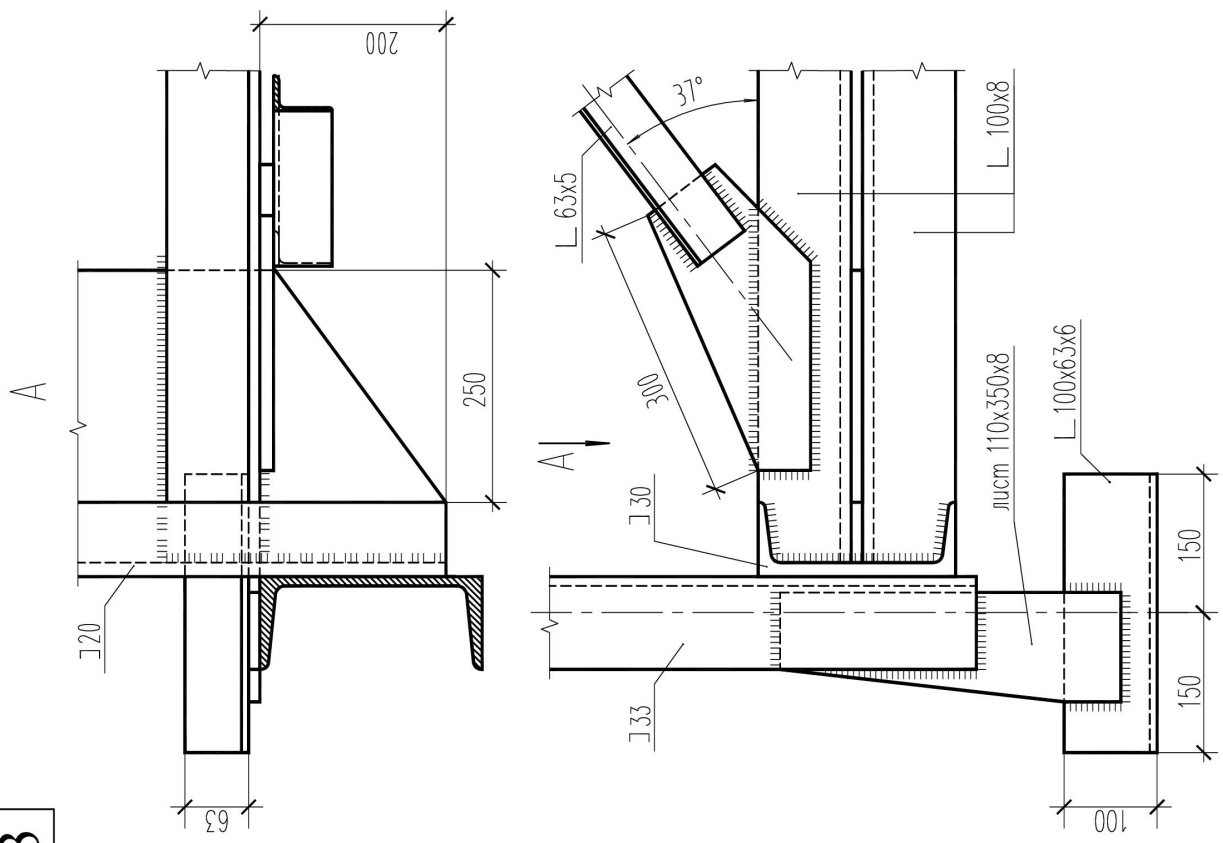
1



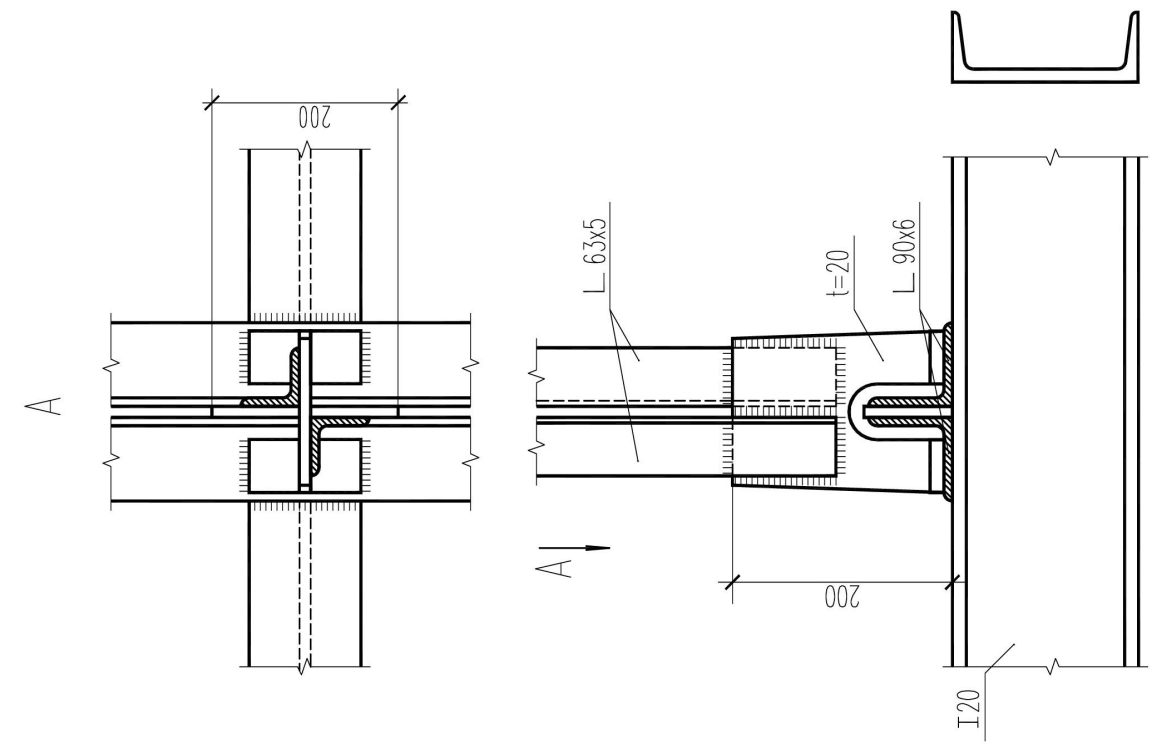
2



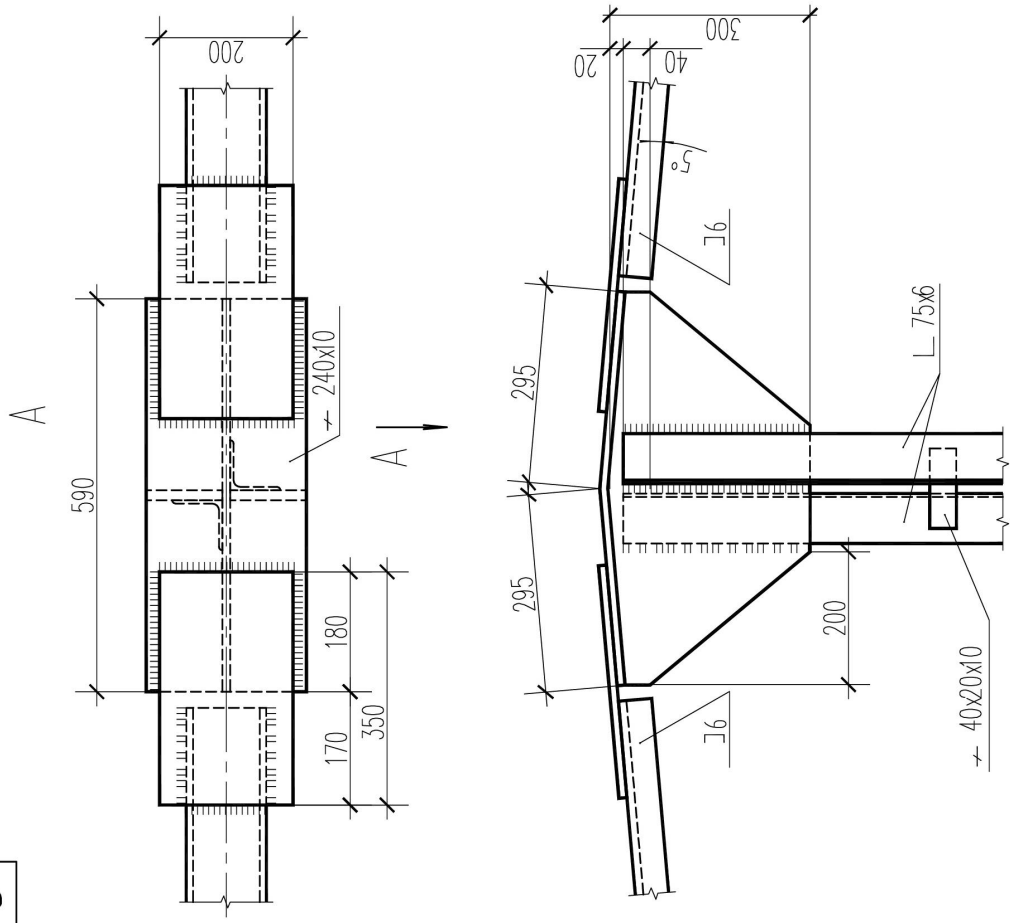
3



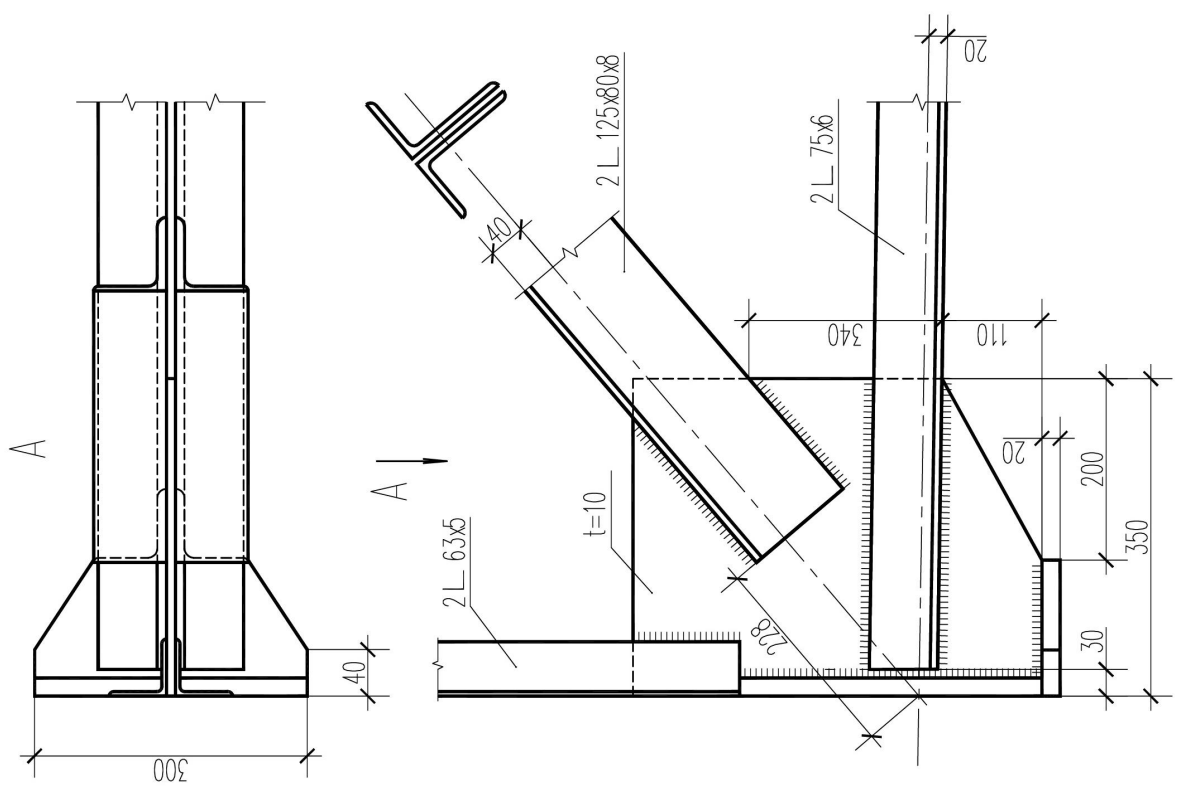
4



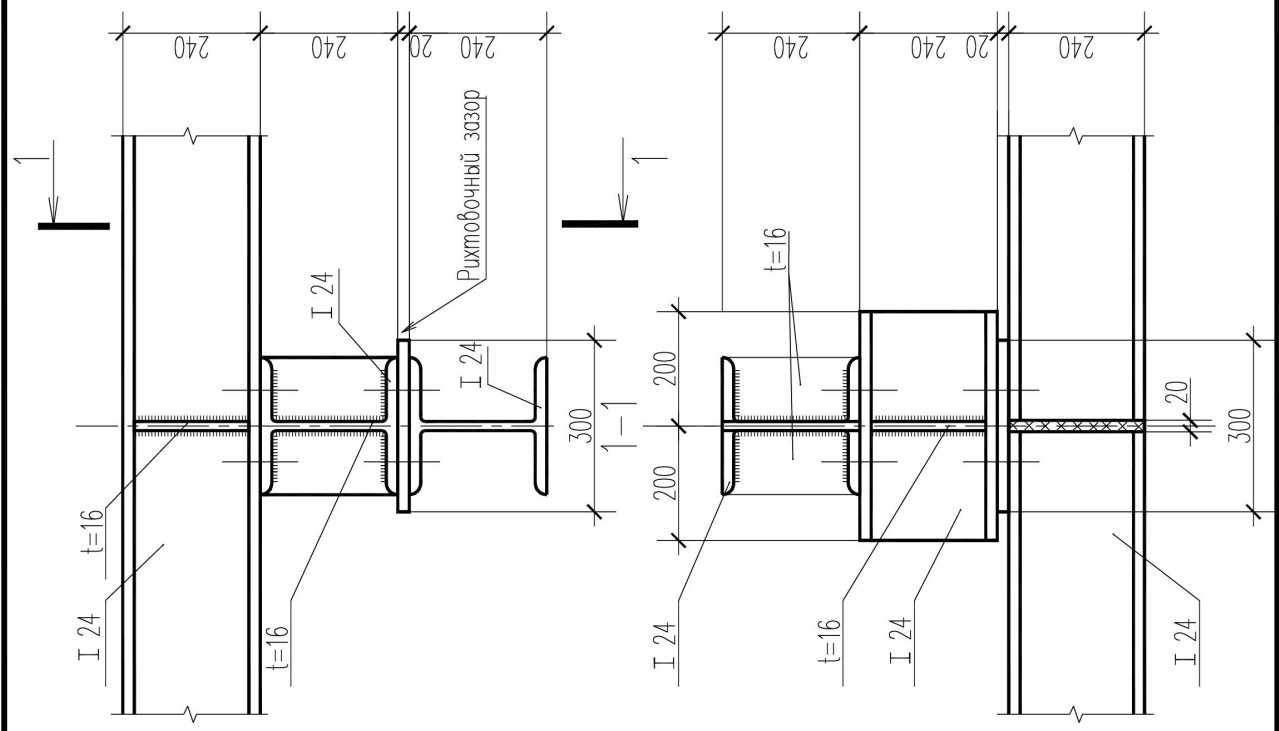
5



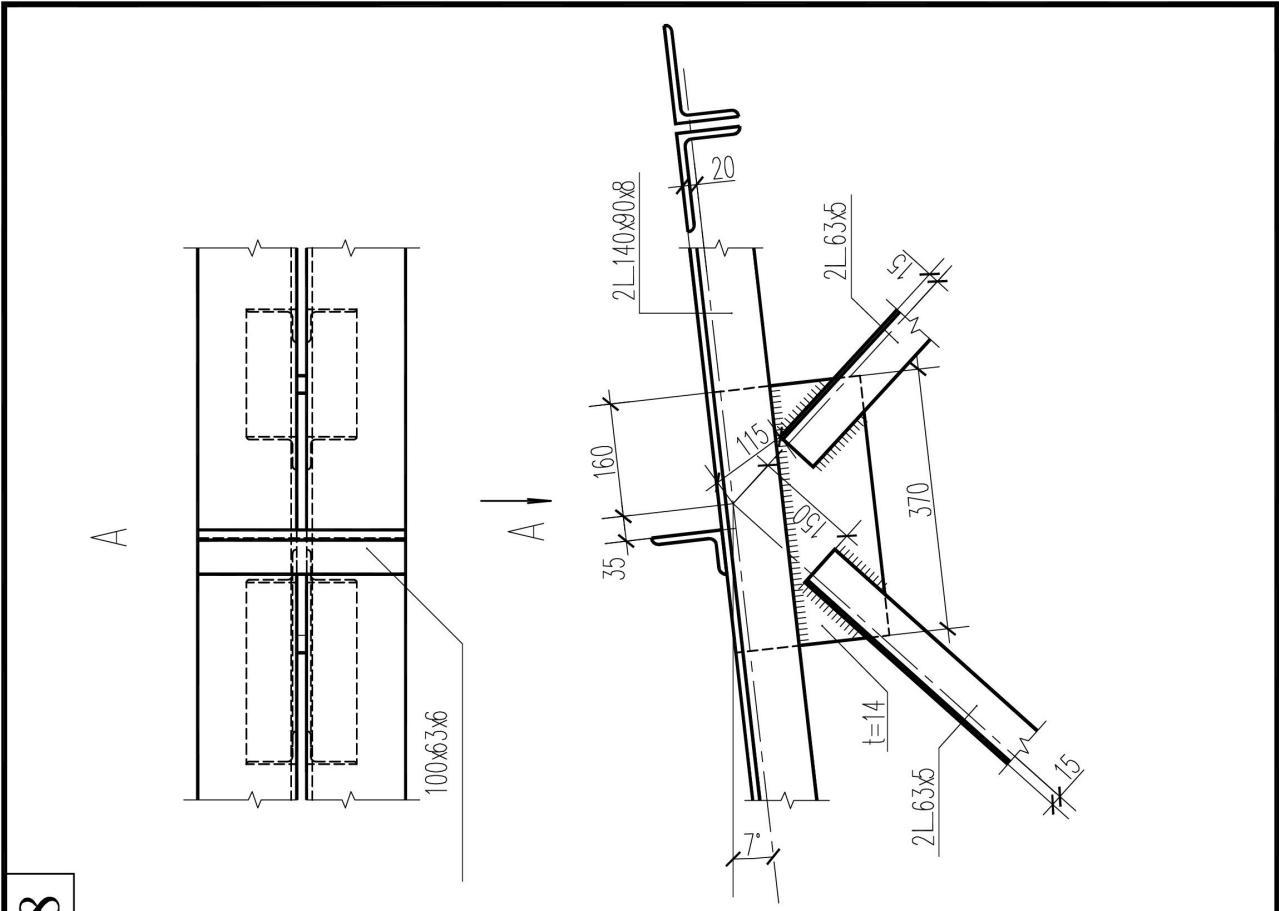
6



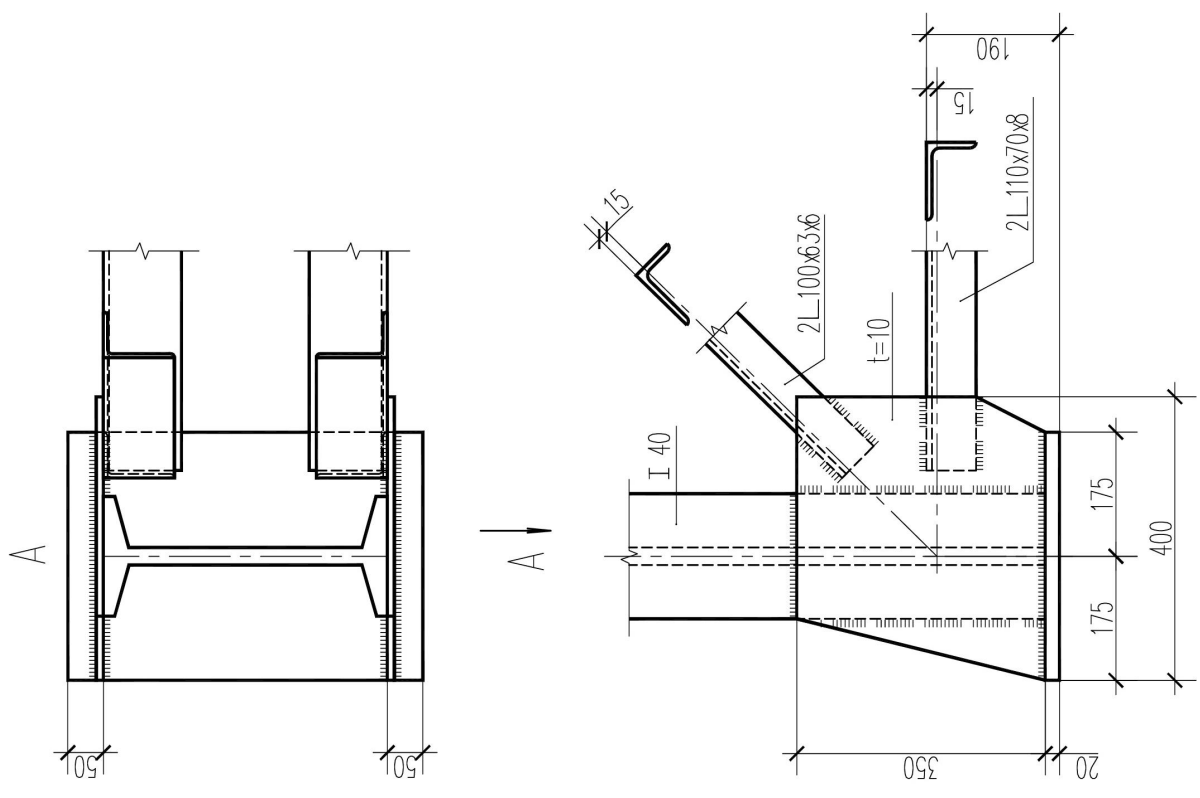
7



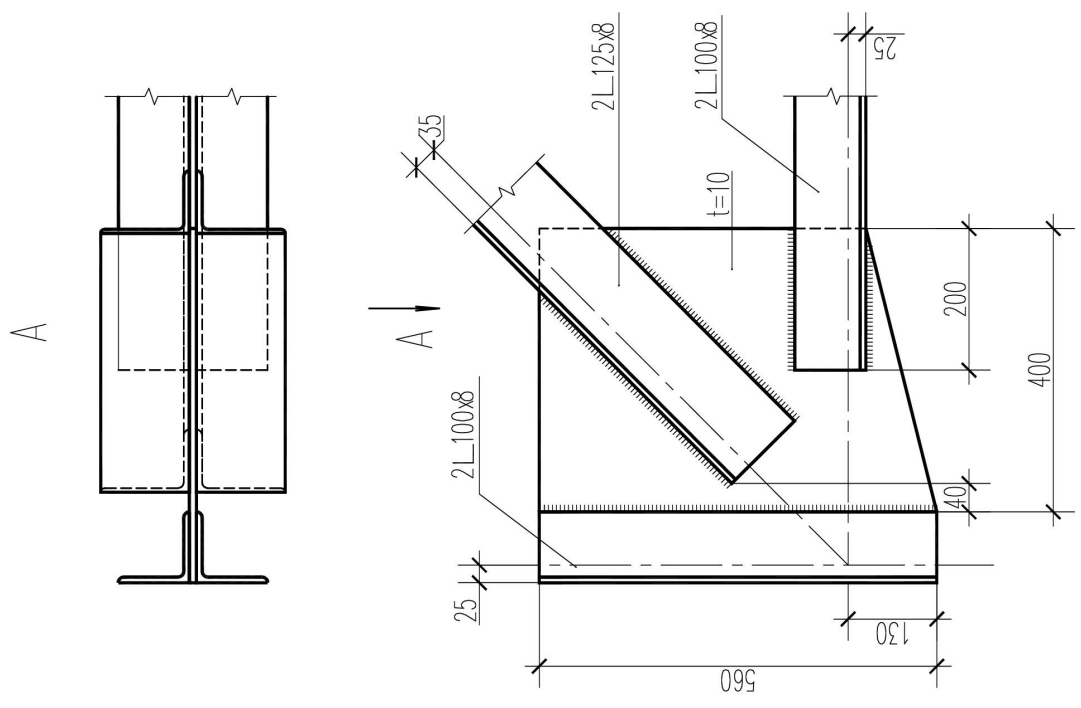
8



9



10



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Анисимов, Н. Н. Основы рисования / Н. Н. Анисимов. – М. : Стройиздат, 1974. – 156 с.
2. Брилинг, Н. С. Черчение : учебное пособие для средних специальных учебных заведений / Н. С. Брилинг. – М. : Стройиздат, 1989. – С. 114–129, 172–188.
3. Короев, Ю. И. Строительное черчение и рисование / Ю. И. Короев. – М. : Высшая школа, 1983. – С. 49–59, 244–277.
4. Пугачев, А. С. Техническое рисование / А. С. Пугачев, Л. П. Никольский. – М. : Машиностроение, 1976. – 162 с.
5. Щербина, В. В. Построение технического рисунка / В. В. Щербина. – Киев : Вища школа, 1980. – 144 с.

Дополнительная литература

1. Кириллов, А. Ф. Черчение и рисование / А. Ф. Кириллов. – М. : Высшая школа, 1980. – 375 с.
2. Шевелев, И. Ш. Принцип пропорции / И. Ш. Шевелев. – М. : Стройиздат, 1986. – 200 с.
3. Костерин, Н. П. Учебное рисование / Н. П. Костерин. – М. : Просвещение, 1980. – 272 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Последовательность выполнения задания «Узел металлической фермы»	4
Последовательность выполнения задания «Изображение узла металлической конструкции по чертежу»	8
Приложение 1. Варианты индивидуальных заданий. Простые узлы металлических конструкций	11
Приложение 2. Варианты индивидуальных заданий. Сложные узлы металлических конструкций	20
Рекомендуемая литература	26

Учебное издание

ЩЕРБИНА Ольга Николаевна
САНОЦКАЯ Елена Сергеевна
КУЛЫГИНА Ольга Анатольевна

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей
7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»,
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»,
6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность»

Редактор *К. С. Мельникова*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 15.01.2025. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,60. Тираж 200. Заказ 720.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.