

Autodesk Robot Structural Analysis, AutoCAD Structural Detailing Проектирование и расчет металлоконструкций

Введение

Главной тенденцией сегодняшнего дня является то, что пользователей уже не устраивают разрозненные программы узкого целевого назначения. Архитекторы, проектировщики и конструкторы хотят иметь инструмент, который позволяет работать над проектом сооружения, как с одним объектом. При этом, каждый должен иметь возможность вносить свой вклад, свои изменения. Эти изменения немедленно должны становиться достоянием всех остальных членов проектной группы. Такой подход существенно уменьшает трудозатраты, связанные с передачей данных от одного специалиста к другому. Снимаются многие проблемы согласований, исчезают технические ошибки. Такая технология проектирования базируется на единой Информационной Модели Здания — Building Information Model (BIM).

BIM предоставляет полный набор сведений о конструкции проектируемого объекта, его размерах, количественных характеристиках и стадиях проектирования.

Ранее разрозненные программные продукты объединены в единый комплекс со схожим интерфейсом и возможностью передачи данных из одной целевой программы в другую. BIM от Autodesk это:

- Autodesk Revit Architecture
- Autodesk Revit Structure
- Autodesk Robot Structural Analysis
- AutoCAD Structural Detailing (составная часть Revit Structure Suite)
- Autodesk Revit MEP

Autodesk Revit Architecture позволяет сформировать архитектурный облик здания, получить архитектурно-планировочные чертежи, разместить объект на строительной площадке, создать реальный тонированный вид объекта и многое другое, необходимое на стадии архитектурного проектирования. В Autodesk Revit Structure можно выделить в конструкционной схеме — расчетную. Указать опоры, определить нагрузки и нагрузки, выполнить контроль правильности расчетной схемы. Наконец, передать расчетную схему в Autodesk Robot Structural Analysis (RSA) для статического расчета конструкции. В RSA, по результатам статического расчета, можно выполнить проектирование стальных и железобетонных элементов. Результаты проектирования можно передать в AutoCAD Structural Detailing (ASD — программа для подготовки чертежной документации), которая имеет модули для работы с чертежами стальных и железобетонных конструкций. Либо можно обновить модель сооружения в Revit для принятия решений со стороны архитектора. Реализованную модель можно передать конструкторам инженерных сетей. Для работы с инженерными сетями предназначена Autodesk Revit MEP.

И все это работа с одним объектом. Нет необходимости в передаче информации на бумажном носителе. Или на разрозненных файлах типа dwg, doc, xls, bmp, jpg и т.п. Все согласование ведется на уровне файлов, отслеживающих сделанные изменения автоматически.

Настоящий документ призван помочь пользователю познакомиться с высокотехнологичными и интересными программными продуктами. В качестве примера будет рассмотрен проект стальной конструкции. Модель сооружения будет создана в расчетном комплексе Autodesk Robot Structural Analysis. После выполнения статического расчета будет выполнен подбор сечений элементов конструкции, расчет узлового соединения. Финальные рабочие чертежи будут подготовлены в AutoCAD Structural Detailing (составная часть AutoCAD Revit Structure Suite).

Материалы, предлагаемые в данном тест-драйве, содержат файлы с готовыми результатами, полученными на каждом этапе работы. Пользователю рекомендуется завершать каждое упражнение полностью. Тем не менее, в любой момент можно загрузить исходный файл для текущего упражнения.

Важно! Для работы с файлами примеров разархивируйте [td9_files.exe](#) на жёсткий диск своего компьютера в **C:\test-drives\RSA_ASD**

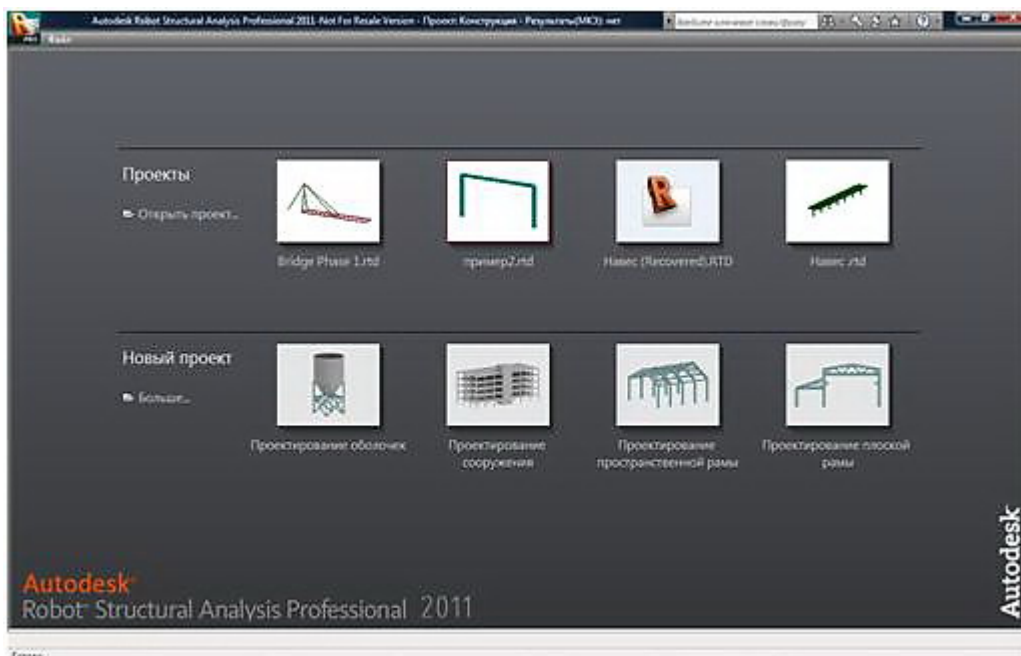
Авторы

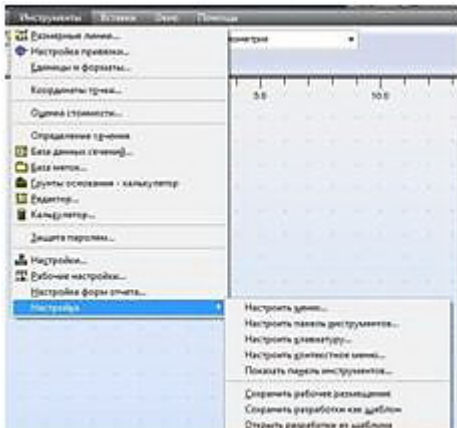
Компания Autodesk выражает благодарность за разработку тест-драйва Николаю Адамчуку, доценту кафедры «Инженерные конструкции и водные исследования» Одесского Национального морского университета, к.т.н., руководителю учебного центра авторизованного партнера Autodesk компании «Ар-Кадия» (Одесса).

Интерфейс и настройки программы Robot Structural Analysis

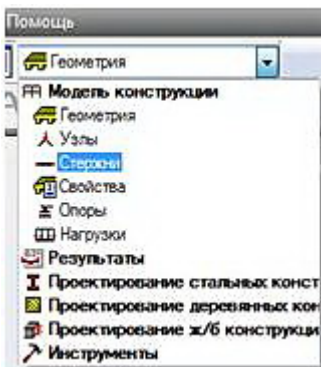


После запуска программы на выполнение (например, щелчка на иконке на рабочем столе компьютера) открывается стартовое окно программы. Оно разделено на две части: верхняя — для ранее созданных проектов, и нижняя — для создания нового проекта. Начнем с нового проекта и выберем картинку с надписью «Проектирование оболочек».

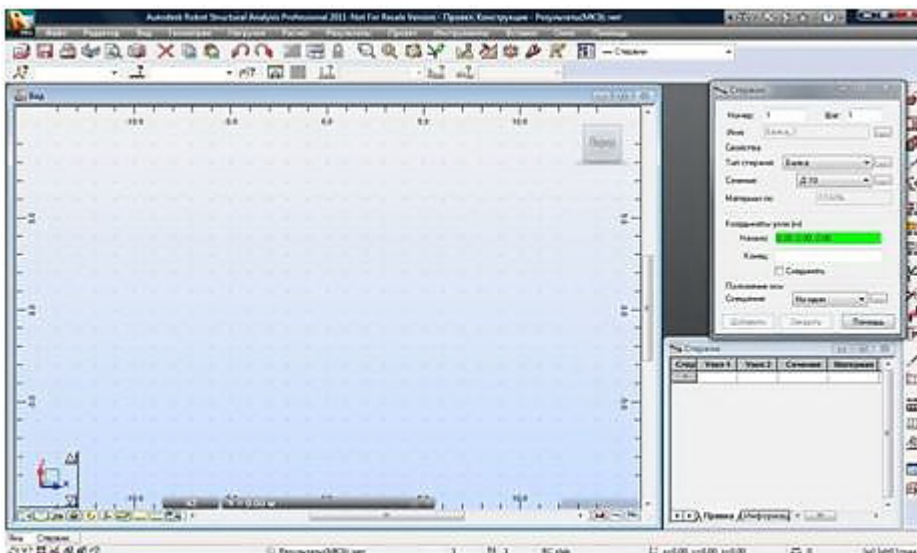




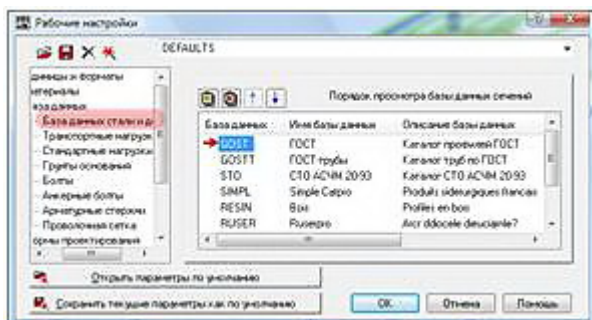
Интерфейс программы традиционен и состоит из меню, **Инспектора объектов**, окна визуализации, ряда кнопочных панелей и набора инструментальных панелей. Пользователь может по своему усмотрению настроить общий вид интерфейса программы через меню *Инструменты->Настройка*.



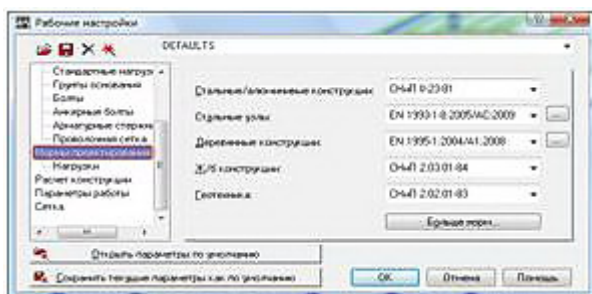
Обычно диалоговые окна открываются, сворачиваются и закрываются путем нажатия на соответствующие кнопки в верхнем правом углу окна. Но есть одно исключение. В RSA существует система автоматического открывания сразу нескольких диалоговых окон, необходимых на определенном этапе работы. Например, если пользователь переходит к этапу работы со стержнями, то можно выбрать данный этап из выпадающего списка. Сразу открывается три диалоговых окна: окно просмотра, диалоговое окно для стержней и таблица стержней. Эти окна закрыть нельзя. Их можно сворачивать или разворачивать на весь экран. Поэтому обращайте внимание на наименование опции в выпадающем списке. Для возврата к исходному окну просмотра следует выбрать пункт «Геометрия».



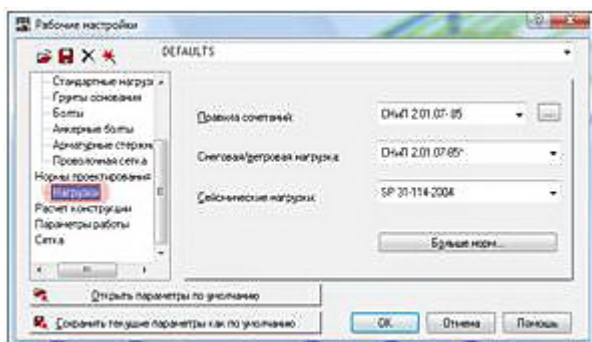
Для управления параметрами текущего файла следует открыть пункт меню *Инструменты->Рабочие настройки*. Учитывая характер предстоящей работы, нас будут интересовать базы данных стальных профилей, нормы проектирования стальных конструкций, а также нормы для расчетных сочетаний нагрузжений.



Убедитесь в том, что подключена база данных ГОСТ (GOST), которая будет использоваться в работе. При необходимости можно подключить базы данных профилей других стран и организовать порядок представления баз. Данный порядок будет поддерживаться при выборе профилей и их подборе в блоке проектирования стальных элементов.



В разделе *Нормы проектирования* проверьте подключение текущих норм — СНИП II-23-81. При необходимости проектирования по другим нормам (например, европейским) выберите нужные нормы из списка. Или, если необходимых норм в списке не оказалось, щелкните на кнопке *Больше норм* и подключите их.



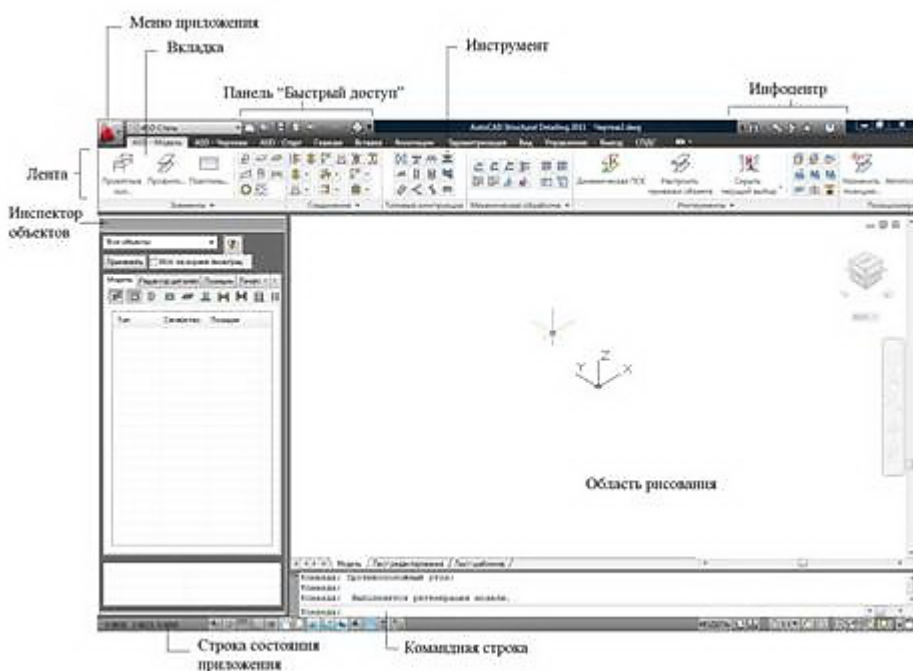
В разделе *Нагрузки* проверьте подключение норм по сочетаниям, снеговым/ветровым нагрузкам, сейсмическому воздействию.

Интерфейс программы AutoCAD Structural Detailing (Revit Structure Suite)

AutoCAD Structural Detailing (далее ASD) состоит из трех частей. Модуль сталь, который нам необходим — один из них. Но возможно, что программа использовалась ранее для других модулей, например железобетона. Т.к. при повторном запуске открывается последний загруженный модуль, то перед началом работы убедитесь в том, что загружен нужный модуль.

Примечание: для работы с программой необходимы навыки элементарной работы с AutoCAD.

Запустите программу на выполнение. Интерфейс программы для стали должен выглядеть как на приведенном ниже рисунке. Если это не так, перейдите в меню на вкладку *ASD Старт*, выберите модуль *Сталь* и откройте новый файл.



Основные элементы интерфейса программы с которыми мы будем оперировать в процессе работы, представлены выше на рисунке. К ним можно отнести:

- Основное меню в виде ленты.

Лента автоматически создается при создании или открытии файла. Она содержит все инструменты, необходимые для создания проекта. Ленту можно адаптировать к собственным потребностям, изменяя состояние ее отображения и порядок панелей, которые содержат инструменты.

- Меню приложения.

При щелчке на кнопке  открывается меню, которое открывает доступ ко многим обычным операциям работы с файлами.

- Панель быстрого доступа.

На этой панели отображаются команды, позволяющие отменить или повторить (восстановить) изменения в файле. При необходимости на панель можно вынести кнопки операций, наиболее часто вызываемых пользователем.

- Инспектор объектов.

На закладке *Модель* отображается информация обо всех объектах, создаваемых в модели. Закладки *Редактор деталей*, *Позиции*, *Печать* и пр. используются в работе для анализа узловых соединений, подготовке чертежей и выдаче готовой документации.

- Область рисования.

Область служит для работы с элементами пространственной модели конструкции и чертежами.

- Командная строка.

При использовании ряда инструментов в командной строке появляются запросы и команды по выполняемым операциям. При работе следите за сообщениями в данной строке.

Упражнение 1. Генерация рамной конструкции

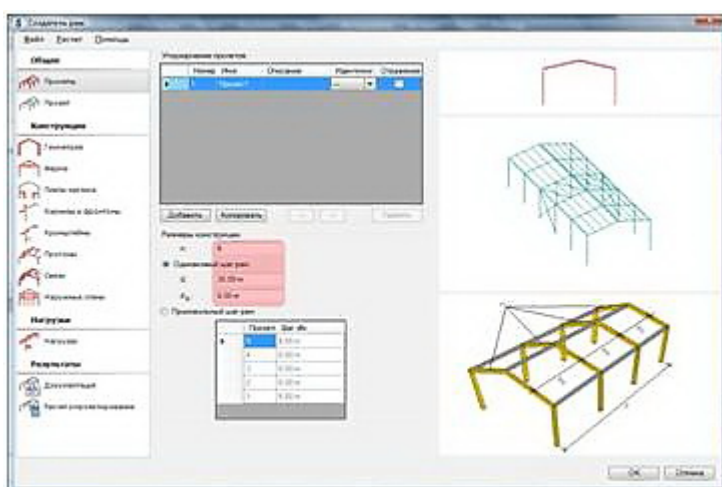
В данном упражнении создадим рамную конструкцию. Для этого воспользуемся специальной программой-генератором. Запустим ее из меню *Вставки->Создатель рам*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex1/1.avi](#).

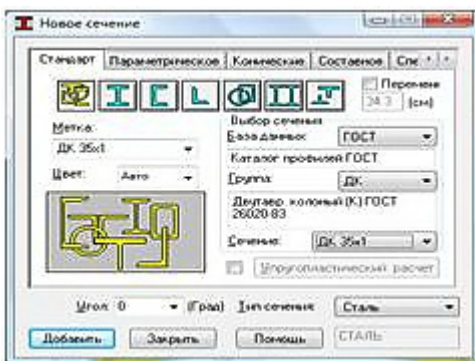
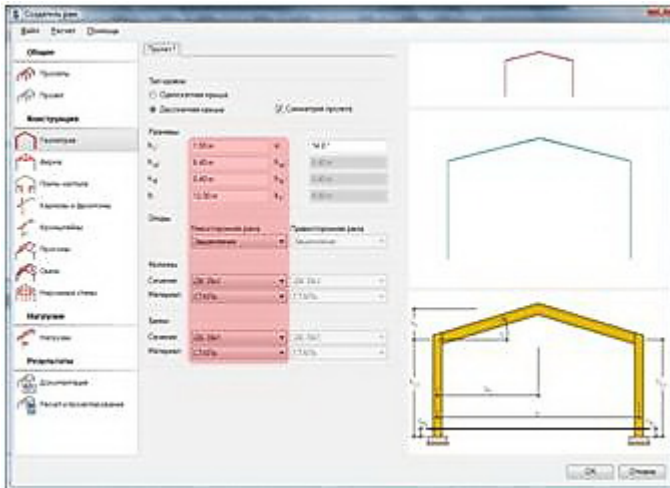
Примечание: для того чтобы воспользоваться дополнительным приложением, оно должно быть установлено. Если это не так — Упражнение 1 можно пропустить и перейти сразу к Упражнению 2, где будет загружен файл из папки готовых упражнений. Дополнительные приложения доступны участникам программы подписки (Subscription program). Данные приложения скачиваются с Центра подписки.

На закладке *Пролеты* в области *Размеры* конструкции заполните поля, как показано на рисунке ниже.

Примечание: Упражнение 1 можно выполнить в ускоренном режиме, если воспользоваться готовым файлом с настроенными параметрами. Для этого в меню Создателя рам выберите Файл->Открыть. В папке готовых упражнений найдите файл Рама.rxd. Откройте данный файл. Нажмите кнопку ОК и перейдите в конец упражнения.

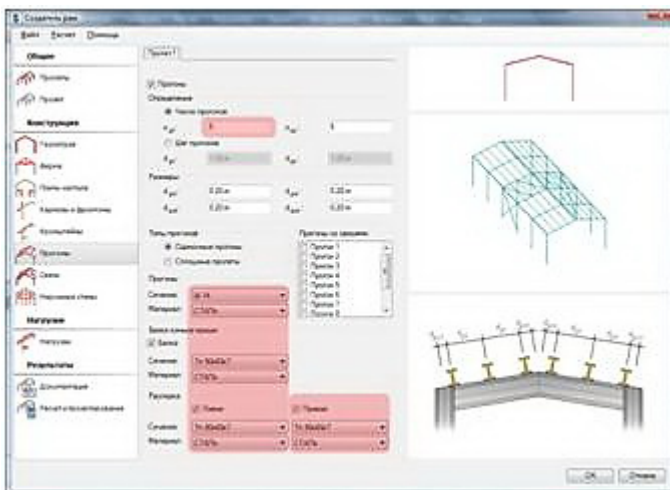


На закладке *Геометрия*:

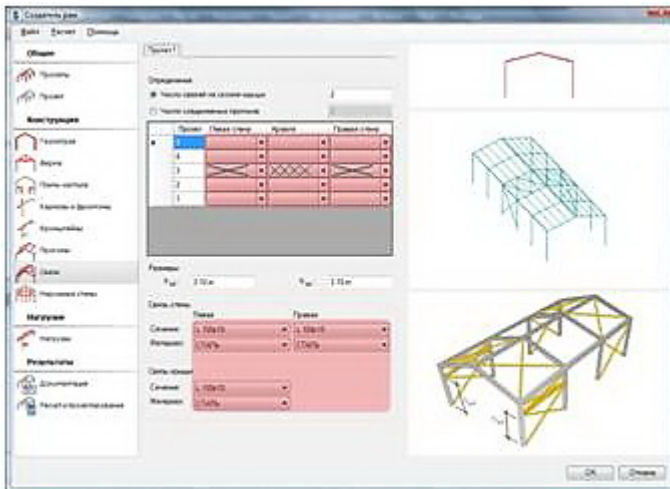


Если при выборе сечения колонны или балки нужного сечения в списке не оказалось, выберите из выпадающего списка пункт *Больше* и затем, используя диалоговое окно **Новое сечение**, добавьте в список доступных сечений новые сечения, нажимая каждый раз кнопку *Добавить*. Завершив пополнение списка сечений нажмите кнопку *Закрыть*.

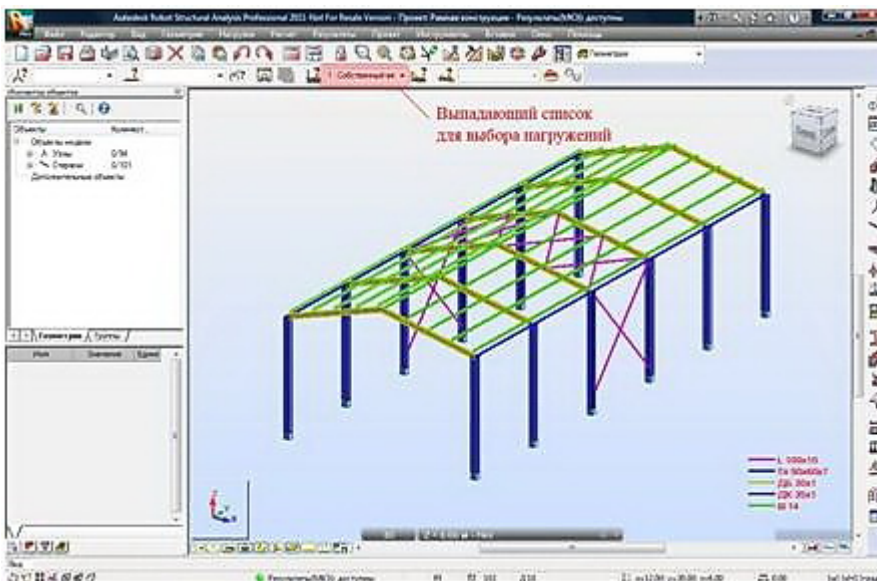
На закладке *Прогоны* настройте параметры следующим образом:



На закладке *Связи*:



По завершении настройки параметров нажмите кнопку ОК. Диалоговое окно генератора закроется. Как результат получим готовую конструкцию с результатами статического расчета. Автоматически создается нагружение *Собственный вес*, включающее собственный вес сооружения.



Сохраните полученный результат, как файл с именем, например *Рамная конструкция.rtd* в любом удобном месте.


Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex1/1.avi](#).

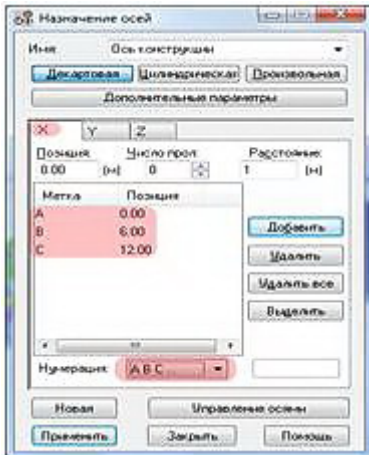
Упражнение 2. Оси конструкции

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 1 или откройте файл *Рамная конструкция.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

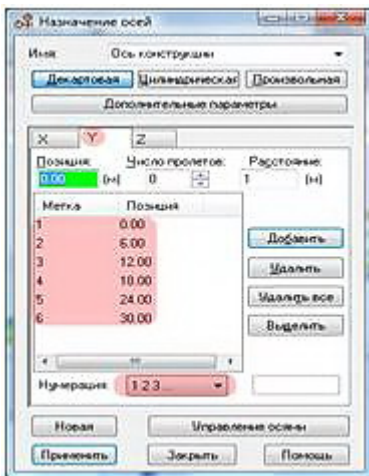
Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex2/1.avi](#).

Для удобства работы с моделью, а также с целью последующего использования осей при подготовке чертежной

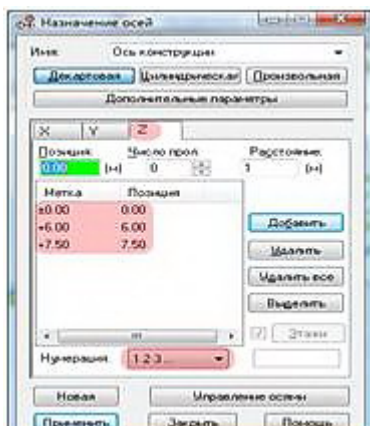
документации создадим координационные оси. Щелкните на кнопке  (инструментальная панель на правой стороне экрана или в меню *Геометрия->Назначение осей*). В открывшемся диалоговом окне построим оси X, Y, Z. Обратите внимание на значение поля *Нумерация*.



Введите последовательно в поле *Позиция* значения 0, 6 и 12, нажимая каждый раз кнопку *Вставить*.

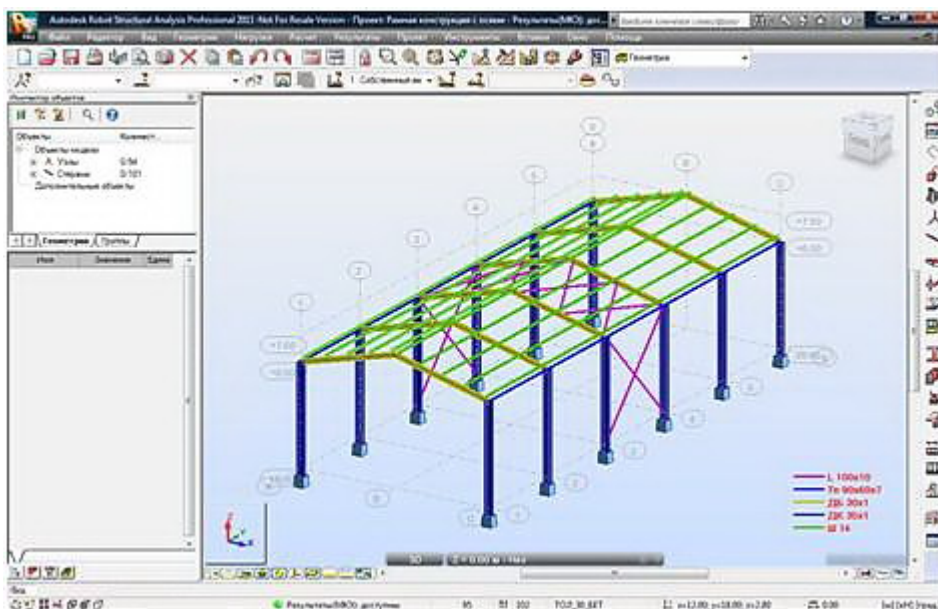


Введите в поле *Позиция* — 0, в поле *Число пролетов* — 5, а в поле *Расстояние* — 6. Нажмите на кнопку *Вставить*.



Для осей Z введите последовательно значения — 0, 6 и 7.5, нажимая каждый раз кнопку Вставить.

После нажатия на кнопки Применить и Закрыть получим оси:



Сохраните полученный результат, как файл с именем, например, *Рамная конструкция с осями.rtd* в любом удобном месте.

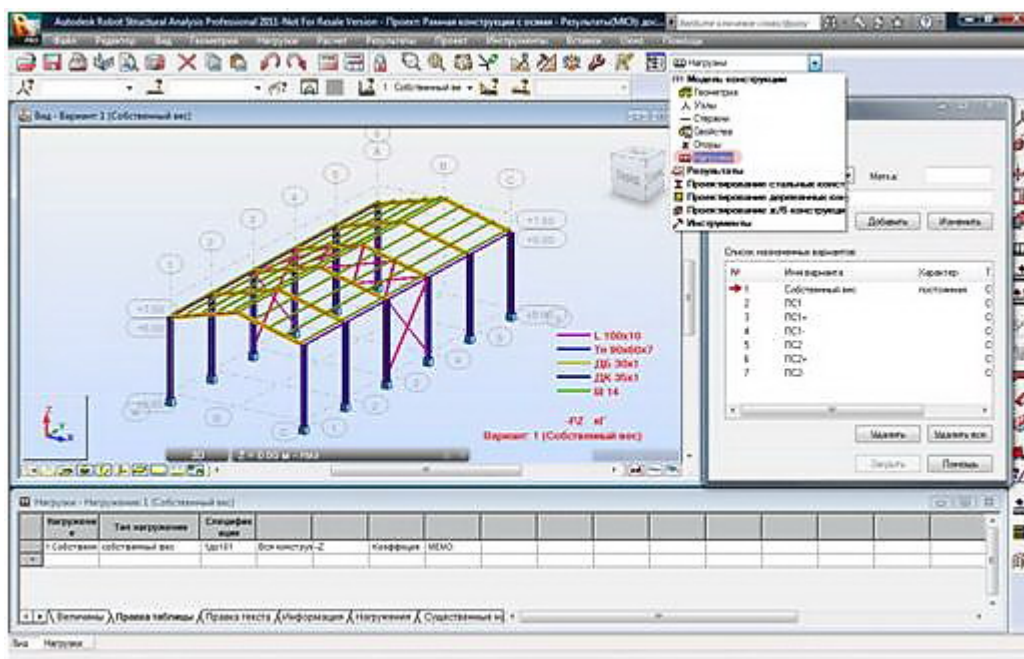
Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex2/1.avi](#).

Упражнение 3. Нагрузки и нагрузки

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 2, или откройте файл *Рамная конструкция с осями.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex3/1.avi](#).

Переключитесь в режим работы с нагрузками и нагрузками. Одновременно будут открыты три окна: окно просмотра, таблица с нагрузками, диалоговое окно **Варианты нагружений**.



[Создание нагрузений](#)

[Выбор стержней и назначение свойств](#)

[Создание нагрузок](#)

Создание нагрузений

Перейдите в окно **Варианты нагрузений**. В поле *Тип* выберем *пост_1.05*. В поле *Имя* введем *Собственный вес* и нажмем кнопку *Изменить*.

В поле *Тип* выбирается характер нагружения (постоянное, временное) с коэффициентом надежности по нагрузке, который будет учтен при автоматическом формировании расчетных сочетаний нагрузений. В случае создания комбинации вручную эти коэффициенты не учитываются. Рекомендуется задавать нормативные (эксплуатационные) значения нагрузок. Расчетные (предельные) значения нагрузок будут получены при создании сочетаний нагрузений — вручную или автоматически.

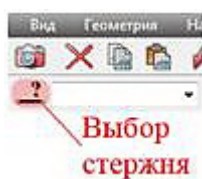
Введем в поле *Имя* значение *Ветер*. В поле *Тип* выберем *врем.кр._1.4* и нажмем кнопку *Новое*. Создается новое ветровое нагружение.

Введем в поле *Имя* значение *Снег*. В поле *Тип* выберем *врем.кр._1.4* и нажмем кнопку *Новое*. Создается новое снеговое нагружение.



Выбор стержней и назначение свойств

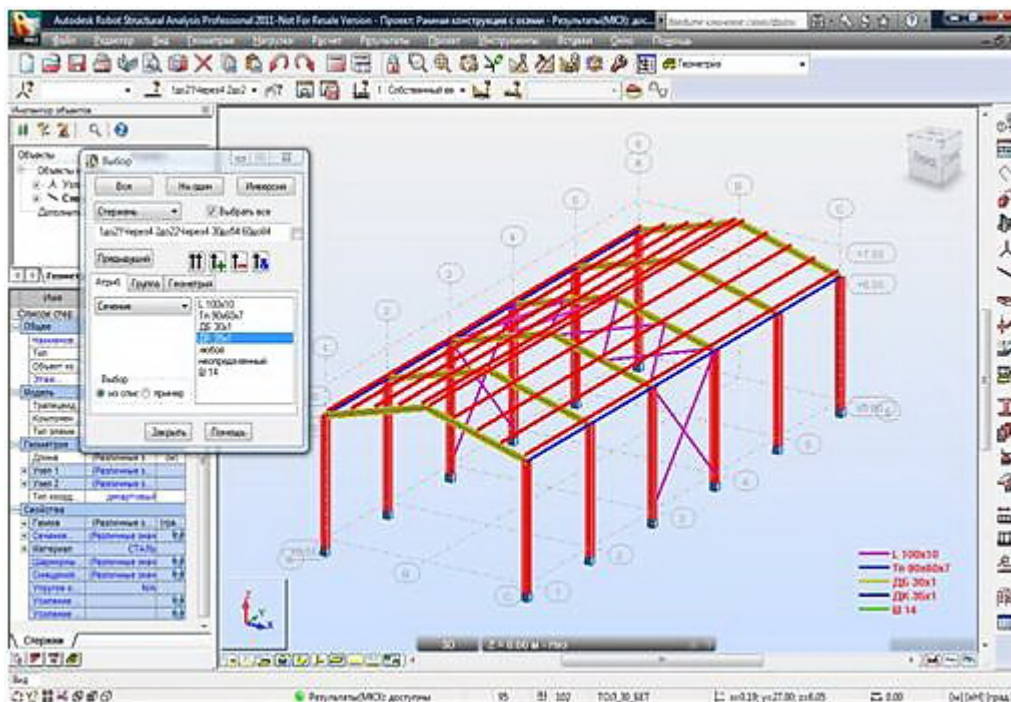
В программе имеется удобная опция, которая позволяет создать условную плоскость и приложить к ней распределенную нагрузку. Для стержней, лежащих в данной плоскости, автоматически создаются грузовые площади с расчетом нагрузки, приходящийся на стержень.

В данном примере внешняя нагрузка будет передаваться на прогоны (вес кровли, снега) и колонны (ветер). Чтобы было именно так, исключим для остальных стержней возможность передачи нагрузки от условной плоскости.



Выберем все стержни, кроме прогонов и колонн. Нужно отметить, что процедура выбора стержней по определенному признаку достаточно часто используется. Поэтому разберем ее подробно. Щелкните на кнопке Выбор стержня . В открывшемся диалоговом окне **Выбор** выберите сечение, принадлежащее колонне ДК35×1,

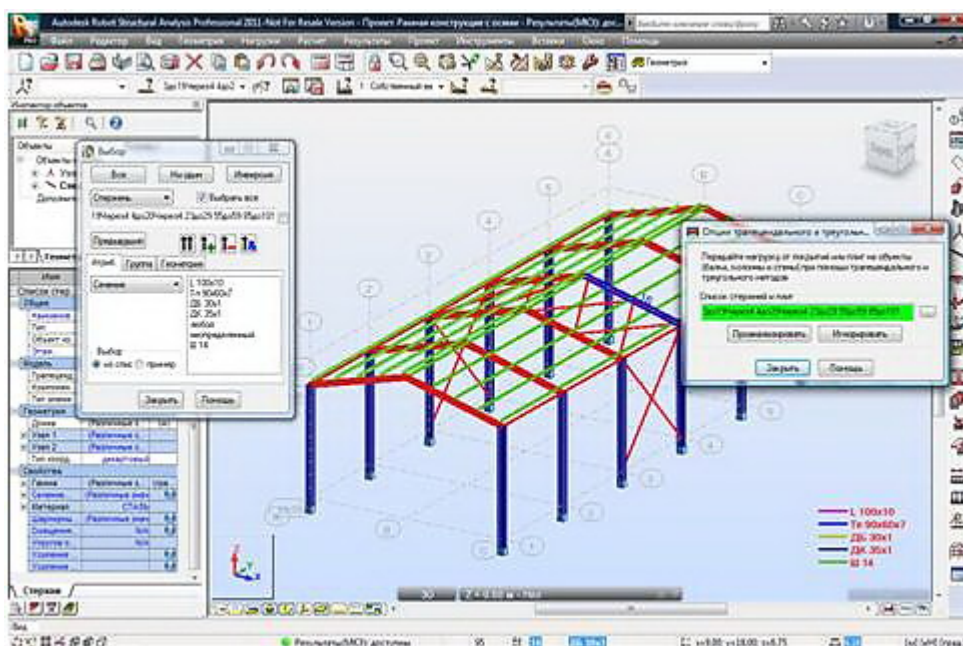
и нажмите кнопку  . Затем выберите сечение прогона Ш14 и нажмите кнопку  . Как результат будут выбраны колонны и прогоны.



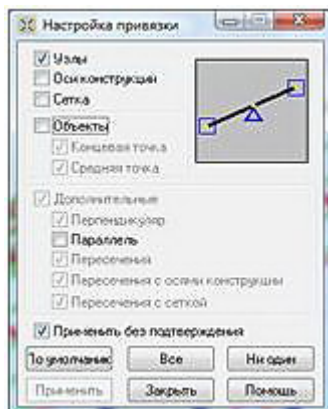
Затем нажмите кнопку Инверсия . Это приведет к тому, что будут выбраны все стержневые элементы кроме уже выбранных ранее.

Теперь изменим свойства для выбранных стержней. Из меню *Геометрия->Дополнительные атрибуты->Опции распределения нагрузок* откройте диалоговое окно, где в поле *Список стержней и плит* следует ввести номера уже выбранных стержневых элементов. Номера копируются из диалога *Выбор* в поле *Список стержней и плит* при

помощи сочетаний клавиш CTRL/C (копировать) и CTRL/V (вставить). После ввода номеров стержней нажмите кнопку Игнорировать и закройте текущие окна.




Создание нагрузок



Зададим для каждого нагружения необходимые значения нагрузок.


Чтобы было легче выбрать узлы и элементы, упростим отображение элементов конструкции в окне просмотра.

Щелкните на кнопке  в нижнем левом углу экрана.

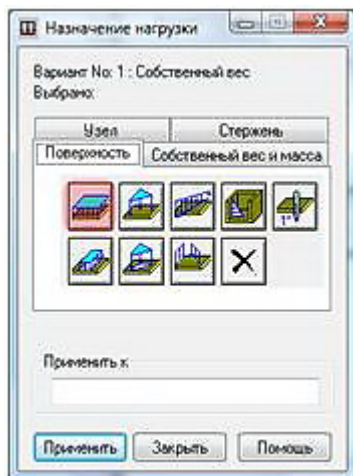
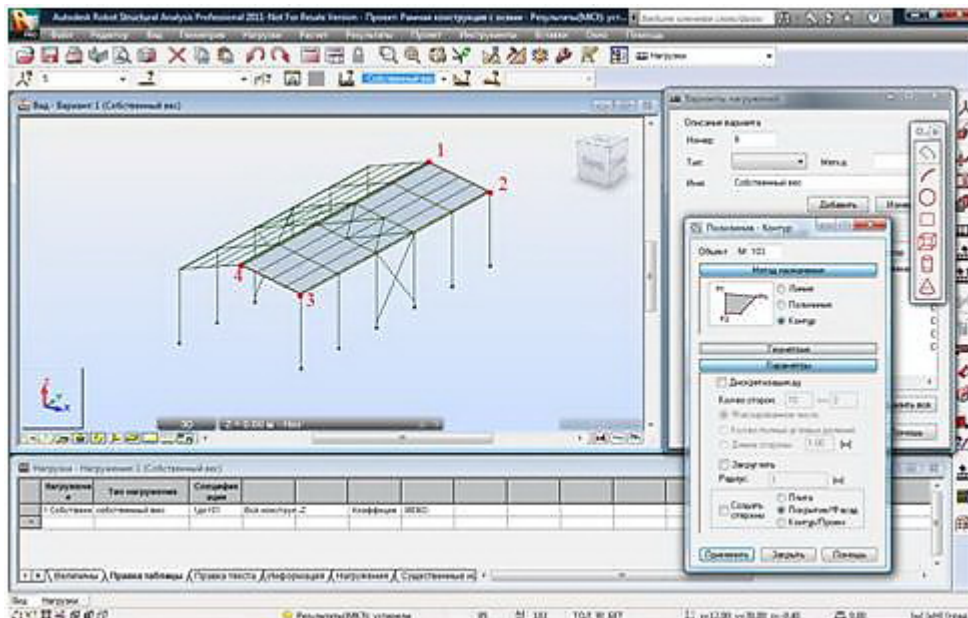
Для уверенного построения оставим в качестве привязки только узлы. Для этого щелкнем на кнопке  (в нижнем левом углу экрана) и в диалоговом окне оставим включенный флаг для поля Узлы.


Активируем *Собственный вес* как текущее нагружение. Для этого выберем его в выпадающем списке.

На одном из скатов кровли построим условную плоскость (покрытие) и приложим к ней нагрузку от кровли.

Щелкните на кнопке  **Полилиния-контур**. В диалоговом окне щелкните на кнопке **Параметры** и выберите радио-кнопку **Покрытие/Фасад**. Выберите последовательно точки-узлы будущей поверхности. Эти точки должны образовать замкнутый контур. Точка 1 выбирается дважды: как первая и последняя точка контура.

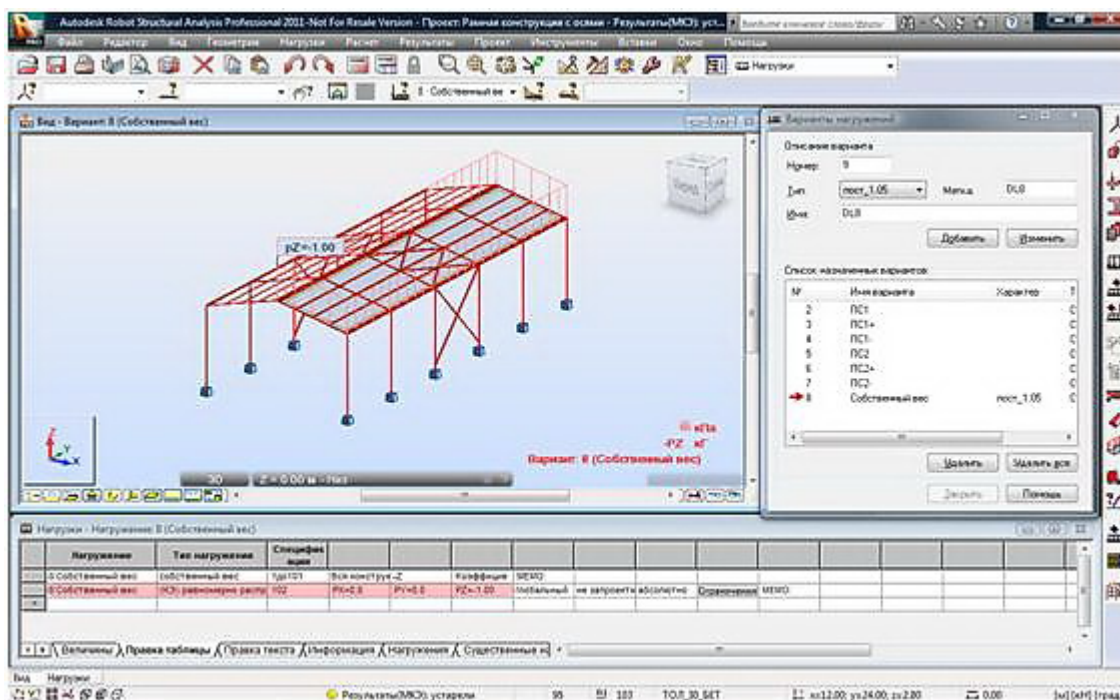
После формирования поверхности — окно **Полилиния-контур** можно закрыть.



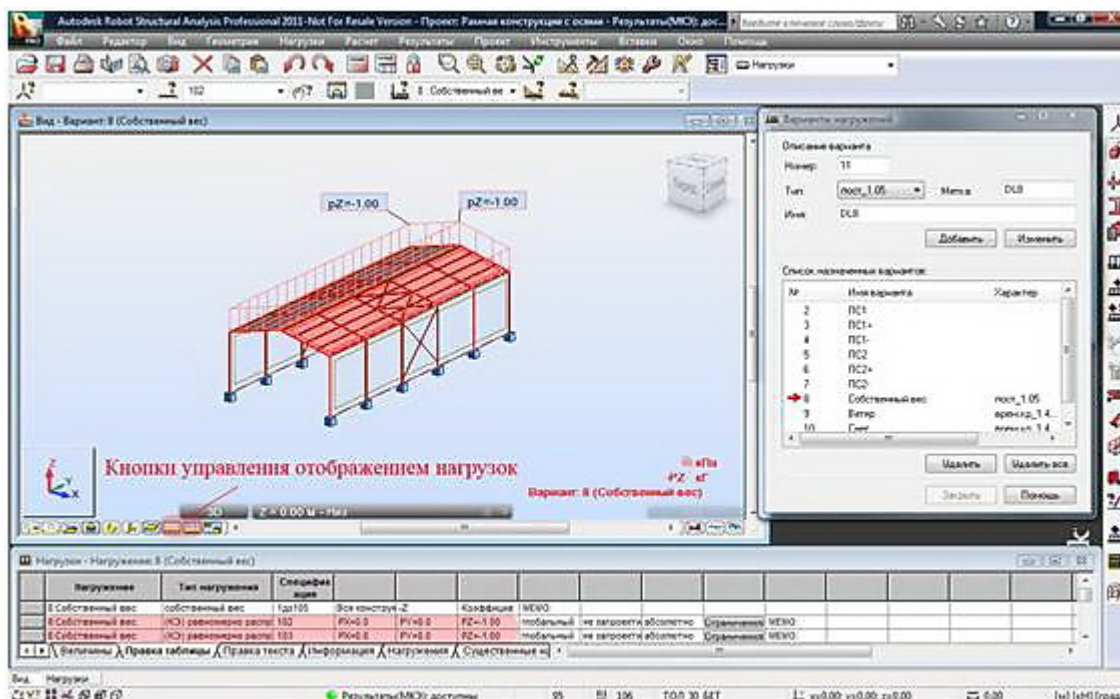
Нажмите на кнопку  **Назначение нагрузки**. Перейдите на закладку **Поверхность** и выберите иконку с типом **Нагрузка** — **распределенная по поверхности**.

В поле **Z** введите значение нагрузки **-1**.

Нажмите кнопку **Добавить** и выберите созданный ранее контур поверхности. В таблице нагрузок появится новая строка, содержащая информацию по созданной нагрузке — номер поверхности и значение нагрузки в колонке **PZ**.



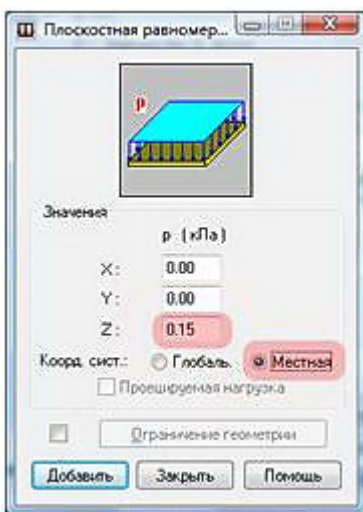
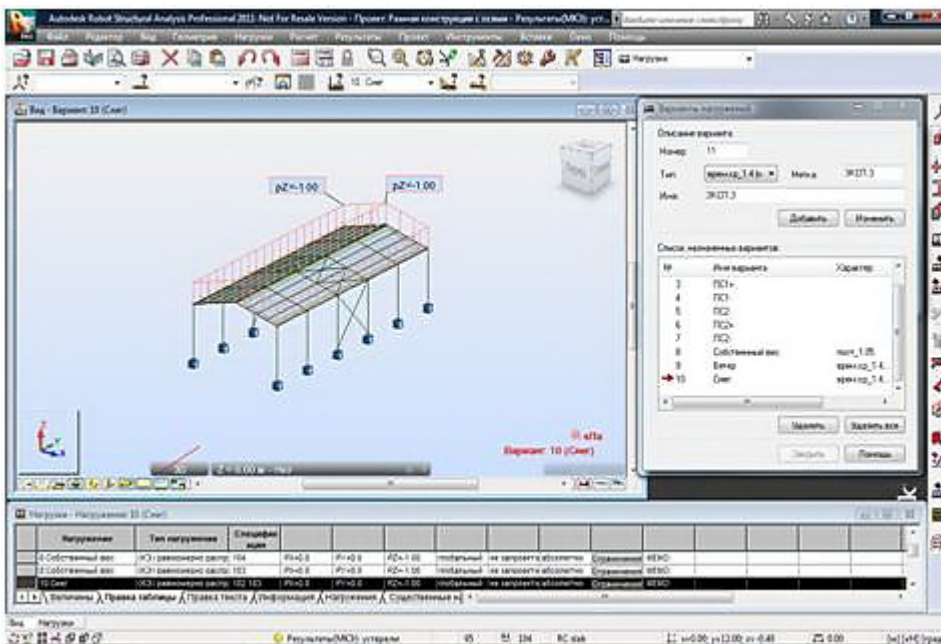
Выполните такие же построения на противоположной стороне кровли.



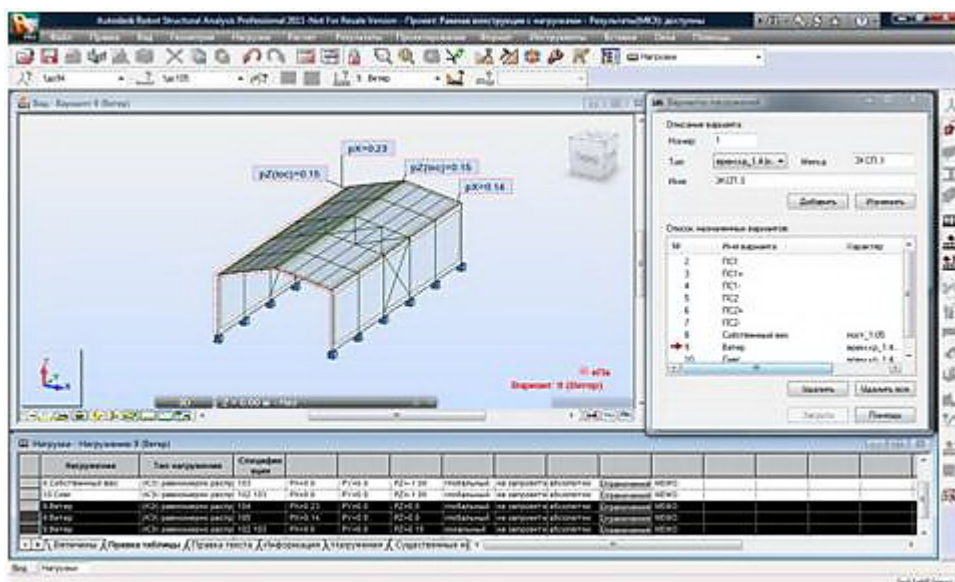
Активируем Снег как текущее нагружение. Для этого выберем его в выпадающем списке.

Для ранее созданных поверхностей, аналогично заданию нагрузки от кровли, приложим снеговую нагрузку такой же интенсивности. После назначения величины нагрузки, щелкните в поле *Применить* к и выберите обе поверхности

сразу, удерживая клавишу CTRL. Номера поверхностей автоматически указываются в поле. Нажмите кнопку Применить . Получим:



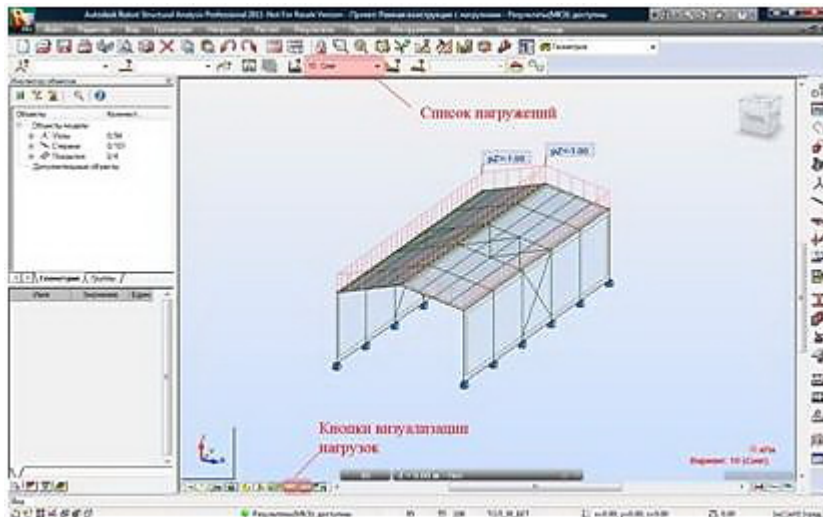
Активируем *Ветер* как текущее нагружение. Для этого выберем его в выпадающем списке. Как и в предыдущих случаях, создадим две поверхности — для наветренной и подветренной сторон и зададим нагрузку интенсивностью соответственно 0.23 кН/м² и 0.14 кН/м² по направлению оси X. Ветровую нагрузку на кровлю (0.15 кН/м²) приложим к созданным ранее поверхностям. При назначении нагрузки на кровлю в диалоговом окне **Назначение нагрузки** включите радио-кнопку **Местная система** . Получим:




Выберите исходный режим работы — *Геометрия* .

Можно проконтролировать созданные нагрузки и нагружения. Выберите поочередно нужное нагружение, включив визуализацию нагрузок при помощи кнопок в нижнем левом углу экрана.

Нагружения под именами ПС1 и ПС2 представляют собой комбинации нагружений для предельных состояний первой и второй групп.



В верхней строке экрана имеется сообщение, что *Результаты МКЭ устарели* . Запустите программу на расчет, нажав кнопку  . Появится сообщение, что *Результаты доступны* .

Сохраните полученный результат, как файл с именем, например *Рамная конструкция с нагрузками.rtd* в любом удобном месте.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex3/1.avi](#).

Упражнение 4. Сочетания нагрузжений и анализ результатов

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 3, или откройте файл *Рамная конструкция с нагрузками.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex4/1.avi](#).

Если в заголовке окна программы содержится надпись *Результаты (МКЭ): устарели*, запустите программу на расчет.

В RSA сочетания нагрузжений можно создать автоматически или вручную.

В данном примере включены автоматические сочетания.

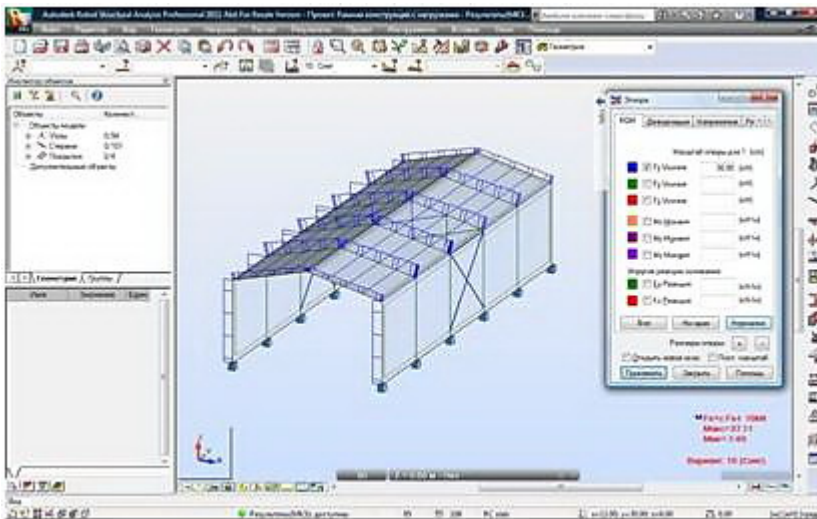
Программа создает возможные сочетания, которые можно увидеть в таблице *Нагрузки->Таблица сочетаний*. По умолчанию создаются сочетания для предельных состояний первой группы (ПС1) и второй (ПС2). В строках таблицы указываются номера нагрузжений, умноженные на коэффициенты надежности и коэффициенты сочетаний.

Сочетания/Составляющая	Определение
ПС1: 1	$0^*1.05 + 0^*1.40 + 10^*1.40$
ПС1: 2	$0^*1.05$
ПС1: 3	$0^*1.05 + 0^*1.40$
ПС1: 4	$0^*1.05 + 10^*1.40$
ПС1: 5	$0^*1.05 + 0^*1.26 + 10^*1.26$
ПС1: 6	$0^*1.05 + 0^*1.26$
ПС1: 7	$0^*1.05 + 10^*1.26$
ПС1: 8	$0^*0.95 + 0^*0.70 + 10^*0.70$
ПС1: 9	$0^*0.95$
ПС1: 10	$0^*0.95 + 0^*0.70$
ПС1: 11	$0^*0.95 + 10^*0.70$
ПС2: 1	$0^*1.00 + 0^*1.00 + 10^*1.00$
ПС2: 2	$0^*1.00$
ПС2: 3	$0^*1.00 + 0^*1.00$
ПС2: 4	$0^*1.00 + 10^*1.00$
ПС2: 5	$0^*1.00 + 0^*0.90 + 10^*0.90$
ПС2: 6	$0^*1.00 + 0^*0.90$
ПС2: 7	$0^*1.00 + 10^*0.90$
ПС2: 8	$0^*0.90 + 0^*0.50 + 10^*0.50$
ПС2: 9	$0^*0.90$
ПС2: 10	$0^*0.90 + 0^*0.50$
ПС2: 11	$0^*0.90 + 10^*0.50$

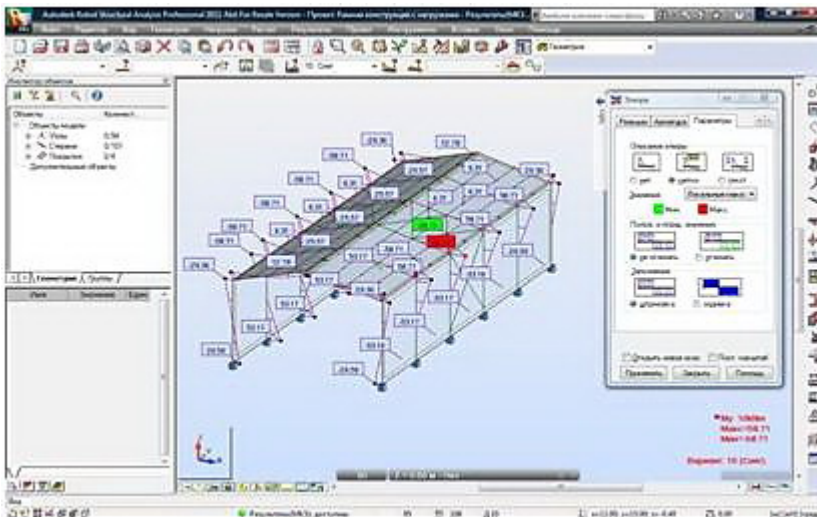
Результаты в графическом виде можно получить, выполнив в меню *Результаты->Эпюры*.

Для отображения нужного результата, например, эпюры моментов или продольного усилия, включите соответствующий флаг.

Fx — продольное усилие при снеговом нагружении:

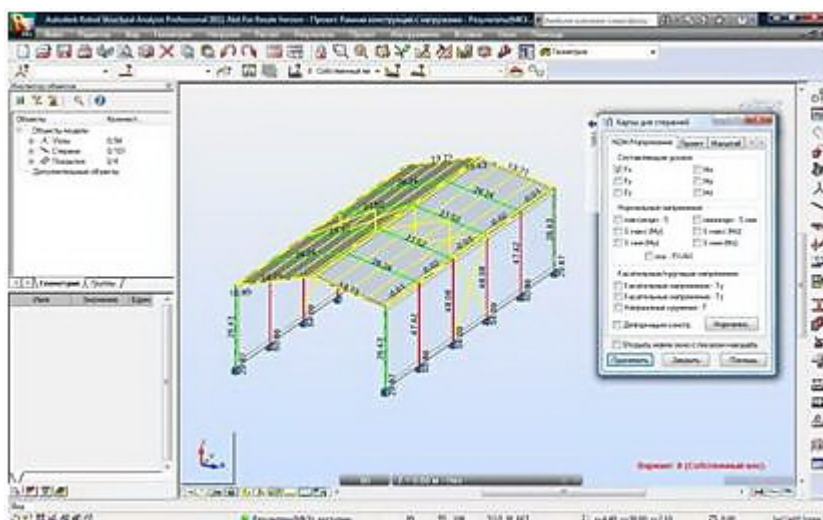


Му — эпюра моментов при снеговом нагружении:



Выполнив в меню *Результаты*->*Карты для стержней* можно получить:

Примечание: для корректного отображения эпюр используйте кнопку **Нормализовать** ; для цифровой подписи эпюр включите нужные флаги на вкладке **Параметры** текущего диалогового окна.

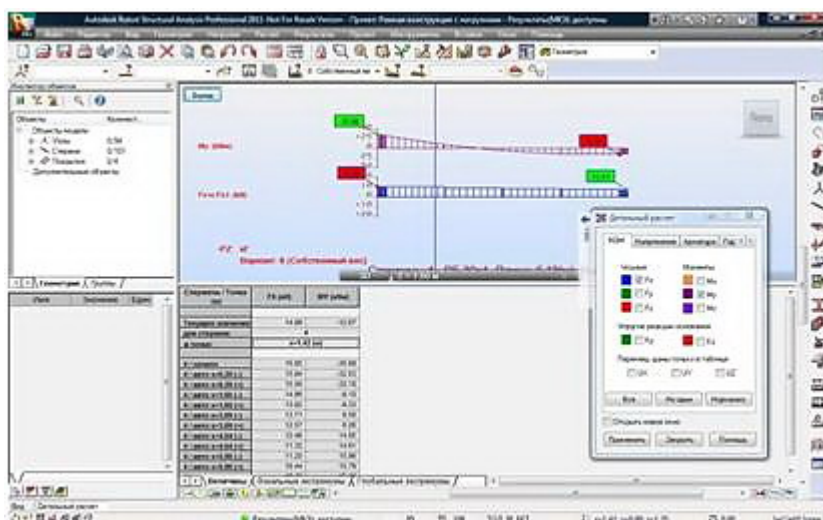


Результаты в табличном виде, например, для усилий, можно получить из меню *Результаты->Усилия*. Результаты получаем, выбирая в выпадающем списке нужное нагружение. При выборе нагружения ПС1+ получаем максимальное значение усилия со знаком «+», соответственно ПС1 — максимальное значение со знаком «-». На закладке *Огибающие* в колонке *Определение* показано для какого нагружения рассчитано усилие.

Стержень/Узел/Нагружение	Fx (кН)	Fy (кН)	Fz (кН)	Mx (кНм)	My (кНм)	Mz (кНм)	Определение
1/ 1/ ПС1+	57.34>>	0.01	-23.47	-0.00	71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
1/ 2/ ПС1+	58.11<<	0.01	-23.47	-0.00	-78.78	-0.00	0*1.05 + 10*1.40
1/ 6/ ПС1+	57.34	0.01>>	-23.47	-0.00	71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
1/ 6/ ПС1+	57.34	0.01<<	-23.47	-0.00	71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
1/ 6/ ПС1+	27.37	0.00	-4.24>>	-0.00	17.03	0.02	0*1.05 + 9*1.40
1/ 2/ ПС1+	19.72	0.00	-9.71<<	-0.00	-30.03	-0.00	0*0.95 + 9*0.70
1/ 6/ ПС1+	26.23	0.00	-5.61	-0.00>>	22.20	0.02	0*0.95 + 9*0.70
1/ 6/ ПС1+	26.23	0.00	-5.61	-0.00<<	22.20	0.02	0*0.95 + 9*0.70
1/ 6/ ПС1+	57.34	0.01	-23.47	-0.00	71.44>>	0.00	0*1.05 + 10*1.40
1/ 2/ ПС1+	20.14	0.00	-18.43	-0.00	-29.91<<	-0.00	0*1.05 + 9*1.40
1/ 6/ ПС1+	57.34	0.01	-23.47	-0.00	71.44	0.00>>	0*1.05 + 10*1.40
1/ 2/ ПС1+	19.72	0.00	-9.71	-0.00	-30.03	-0.00<<	0*0.95 + 9*0.70
2/ 2/ ПС1+	57.34>>	0.01	23.47	0.00	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 4/ ПС1+	58.11<<	0.01	23.47	0.00	78.78	-0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 2/ ПС1+	57.34	0.01>>	23.47	0.00	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 2/ ПС1+	57.34	0.01<<	23.47	0.00	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 3/ ПС1+	57.34	0.01	23.47>>	0.00	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 3/ ПС1+	57.34	0.01	23.47<<	0.00	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 3/ ПС1+	57.34	0.01	23.47	0.00>>	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 3/ ПС1+	57.34	0.01	23.47	0.00<<	-71.44	0.00	0*1.05 + 10*1.40
2/ 4/ ПС1+	50.11	0.01	23.47	0.00	78.78>>	-0.00	0*1.05 + 10*1.40
3/ 3/ ПС1+	26.23	0.00	35.71	0.00	-11.88	0.00	0*0.95 + 9*0.70

Анализ результатов для любого из стержней конструкции можно выполнить, если предварительно выбрать стержень, а затем из меню выполнить *Результаты->Детальный расчет*.

В таблице щелкните в поле *в точке*, затем переместите указатель мышки в окно просмотра — появится вертикальный луч, при передвижении которого можно считывать в таблице значение усилия.



Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex4/1.avi](#).

Упражнение 5. Проектирование элементов

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 4, или откройте файл *Рамная конструкция с нагрузками.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

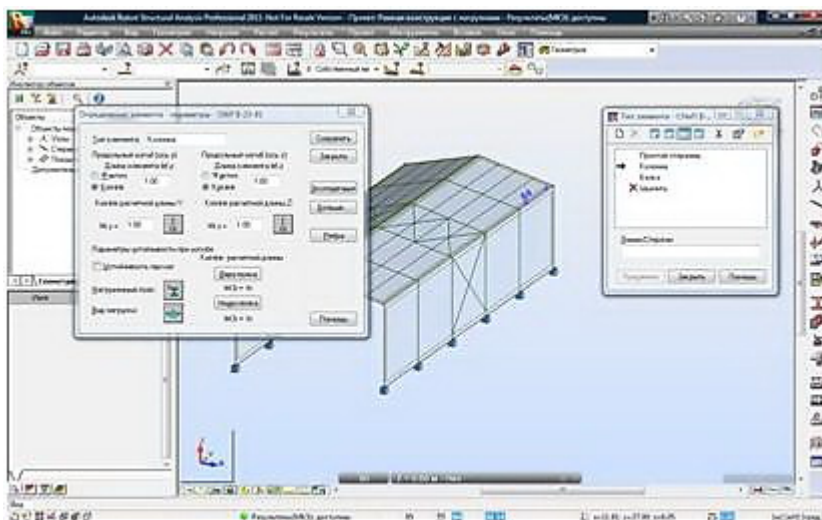
Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex5/1.avi](#).

Если в заголовке окна программы содержится надпись *Результаты (МКЭ): устарели*, запустите программу на расчет.

[Назначение типа стержня](#)
[Проектирование элементов](#)

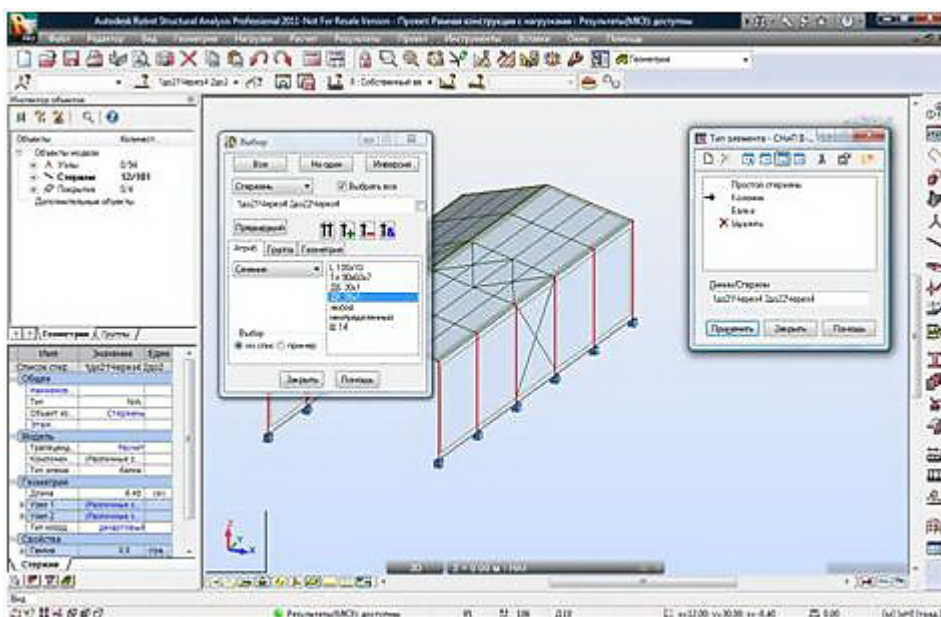
Назначение типа стержня

В RSA для стальных конструкций имеется модуль проектирования. Данный модуль выполняет проверку и подбор сечений для стержней, имеющих соответствующий тип. Тип стержня содержит ряд параметров необходимых для модуля проектирования и задается для выбранных стержней из меню *Проект->Расчет стальных элементов опции->Параметры норм*. По умолчанию имеется ряд типов для стальных стержней: *Простой стержень*, *Колонна*, *Балка*. Щелкните дважды на типе *Колонна*. Откроется диалоговое окно, в котором можно регулировать коэффициент расчетной длины, предельные прогибы и перемещения и пр.

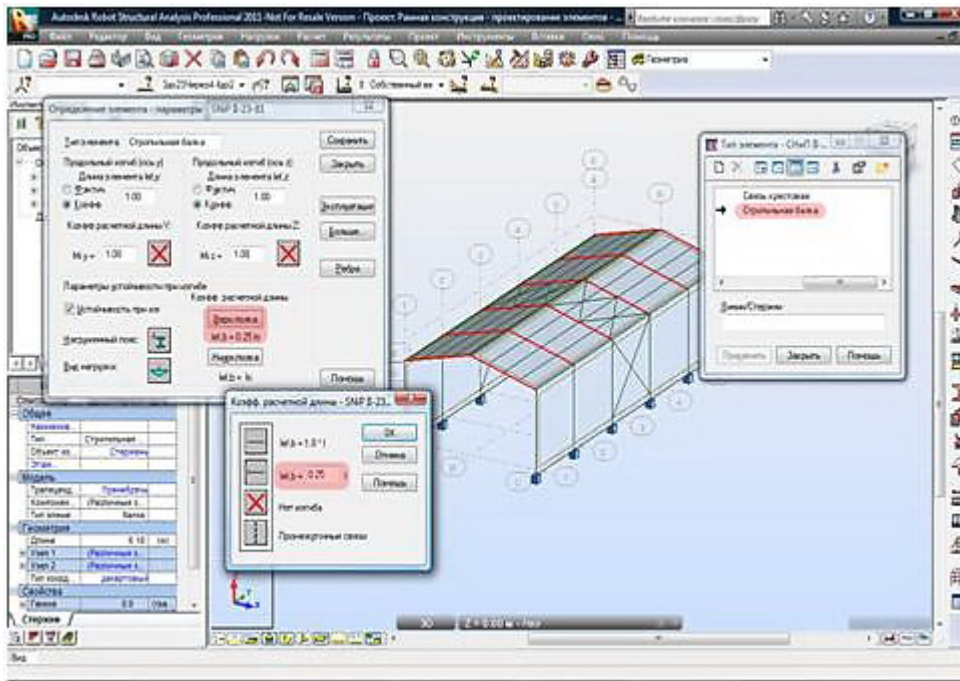



Стрежням существующей модели необходимо назначить тип стержня.

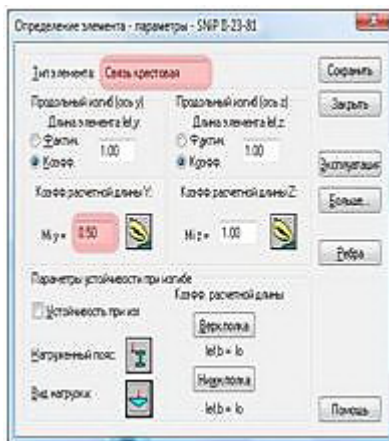
Щелкните мышкой на типе *Колонна*. Около имени разместится указатель в виде стрелки. Затем щелкните в поле *Линии/Стержни* и выберите в пространстве модели все колонны конструкции. Выбор можно сделать либо удерживая клавишу CTRL, либо воспользоваться методом выбора стержней, описанным в *Упражнении 3*. После того, как номера стержней (колонн) будут указаны, в поле *Линии/Стержни* нажмите на кнопку Применить. Текущий тип будет назначен выбранным стержням:



Аналогичную процедуру назначения стержням типа *Стропильная балка* выполните для стропильных балок, назначив параметры типа, согласно приведенному рисунку. Новый тип *Стропильная балка* создайте с расчетной длиной балки по верхней полке (0.25*10).



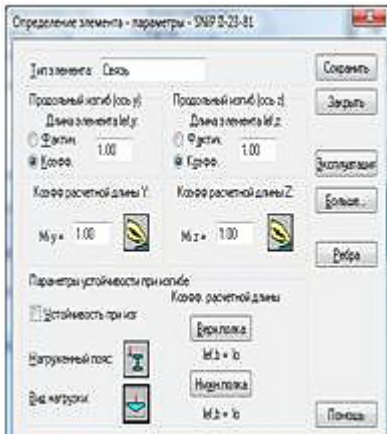
Для оставшихся стержней создадим новые типы: *Связь крестовая*, *Связь* и *Прогон*. Новый тип создается после щелчка на иконке  в диалоговом окне **Тип элемента**.



В поле *Тип элемента* введите имя *Связь крестовая*.

Заполните поля для коэффициента расчетной длины.

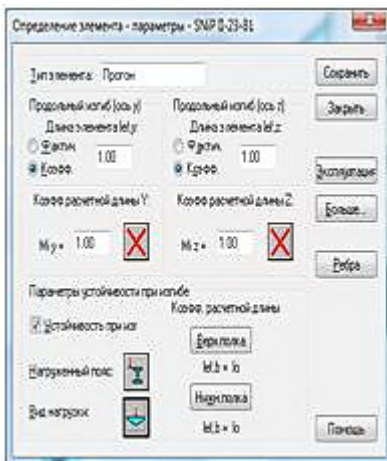
Сохраните данные и закройте окно.



В поле *Тип элемента* введите имя *Связь*.

Заполните поля для коэффициента расчетной длины.

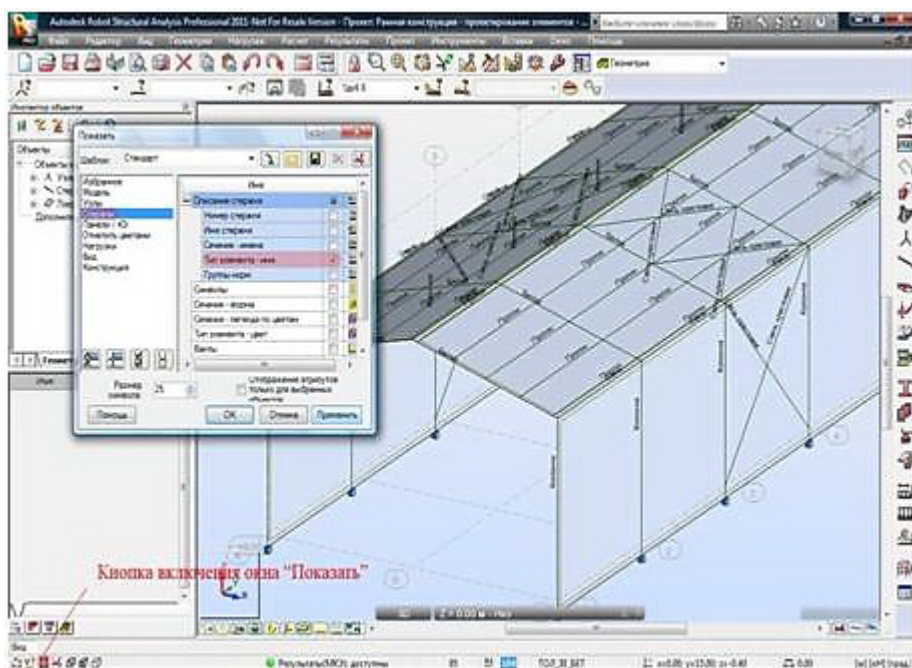
Сохраните данные и закройте окно.



В поле *Тип элемента* введите имя *Прогон*.

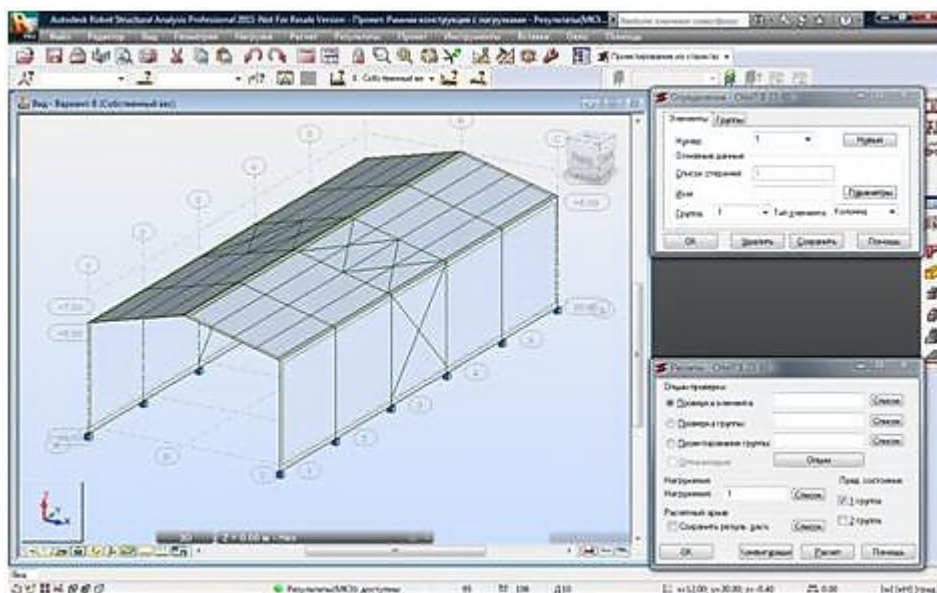
Настройте параметры, сохраните данные и закройте окно.

Назначьте соответствующие типы стержням. Для проверки выполненной работы откройте диалоговое окно *Показать*, щелкнув мышкой на иконке в левом нижнем углу экрана. Включите флаги: *Тип элемента* — *имя* и *Тип элемента* — *цвет*. Нажмите кнопку *Применить* и оцените полученный результат:



Проектирование элементов

Проектирование стальных элементов выполняется после открытия соответствующего этапа работы, как показано на рисунке ниже:



Одновременно открываются три окна, включая окно просмотра. В нижнем диалоговом окне **Расчеты — СНИП II-23-81** назначается режим проверки или проектирования элементов.

Если включена радио-кнопка Проверка элемента, то выполняется поверочный расчет каждого элемента в отдельности. Отключите флаги *Сохранить результаты расчета* и *2 группа*. Рядом с полем *Нагрузка* щелкните на кнопке *Список* и в открывшемся диалоге выберите *ПС1*. Это значит, что будет выполняться проверка прочности каждого элемента для автоматических сочетаний нагрузжений. Нажмите кнопку *Расчет* в диалоговом окне. Будет запущен расчет по проектированию элементов; результаты расчета представлены на рисунке ниже:

СНиП II-23-81 - Проверка стержней (ПС1) 1до101

Результаты

Стержень	Сечение	Материал	Lay	Laz	Отноше	Загружение
1	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.22	2 ПС1 /4/
2	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.22	2 ПС1 /4/
3	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	2.16	2 ПС1 /4/
4	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	2.16	2 ПС1 /4/
5	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.42	2 ПС1 /4/
6	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.42	2 ПС1 /4/
7	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.22	2 ПС1 /4/
8	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.22	2 ПС1 /4/
9	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.43	2 ПС1 /4/
10	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.43	2 ПС1 /4/
11	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.31	2 ПС1 /4/
12	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.31	2 ПС1 /4/
13	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.43	2 ПС1 /4/
14	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.43	2 ПС1 /4/
15	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.31	2 ПС1 /4/
16	ДБ 30х1	СТАЛЬ	50.34	202.77	4.31	2 ПС1 /4/
17	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.42	2 ПС1 /4/
18	ДК 35х1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.42	2 ПС1 /4/

Поиск... Закрыть
Помощь
Коэффициент
Расчет Карта
Расчетные точки
Деление: n = 3
Экстремаль: нет
Дополнитель: нет

На закладке *Результаты* для каждого элемента отображается цветная пиктограмма. Зеленый цвет означает, что элемент прошел проверку успешно, и проблем нет. Красная — есть проблемы с прочностью элемента. Желтая — проблема с устойчивостью. Щелкните мышкой в строке с проблемным элементом, например № 3. Откроется диалоговое окно с результатами для выбранного элемента.

РЕЗУЛЬТАТЫ - Нормы - СНиП II-23-81

Стержень: 3
Точка/Координата: 1 / x = 0.00 L = 0.00 м
Вариант нагружения: 2 ПС1 /4/ 8*1.05 = 10*1.40

Сечение выбрано: левый

Сокращенные результаты

ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ И КОЭФФИЦИЕНТЫ



$N = 34.82 \text{ кН}$ $M_y = -78.77 \text{ кН*м}$ $M_z = 0.00 \text{ кН*м}$ $O_y = 0.02 \text{ кН}$ $O_z = 42.49 \text{ кН}$
 $\mu_y = 22.18$ $\mu_z = 0.01$

НАПРЯЖЕНИЕ В РАСЧЕТНОМ СЕЧЕНИИ

$\text{Sig}_1 = 8.31 \text{ МПа}$ $\text{Sig}_y = -184.23 \text{ МПа}$ $\text{Sig}_z = 0.02 \text{ МПа}$ $\text{T}_{y,\text{max}} = -0.01 \text{ МПа}$ $\text{T}_{z,\text{max}} = 27.73 \text{ МПа}$
 $\text{T}_{y,\text{mid}} = -0.01 \text{ МПа}$ $\text{T}_{z,\text{mid}} = 24.75 \text{ МПа}$

УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ:

$\text{Ief}_y = 6.18 \text{ м}^4$ $R_n = 2.94$ $F_1 = 0.40$ $F_b = 0.40$
 $\text{Alfa} = 13.20$

УСТОЙЧИВОСТЬ y:  УСТОЙЧИВОСТЬ z: 

ПРОВЕРКА СЕЧЕНИЯ

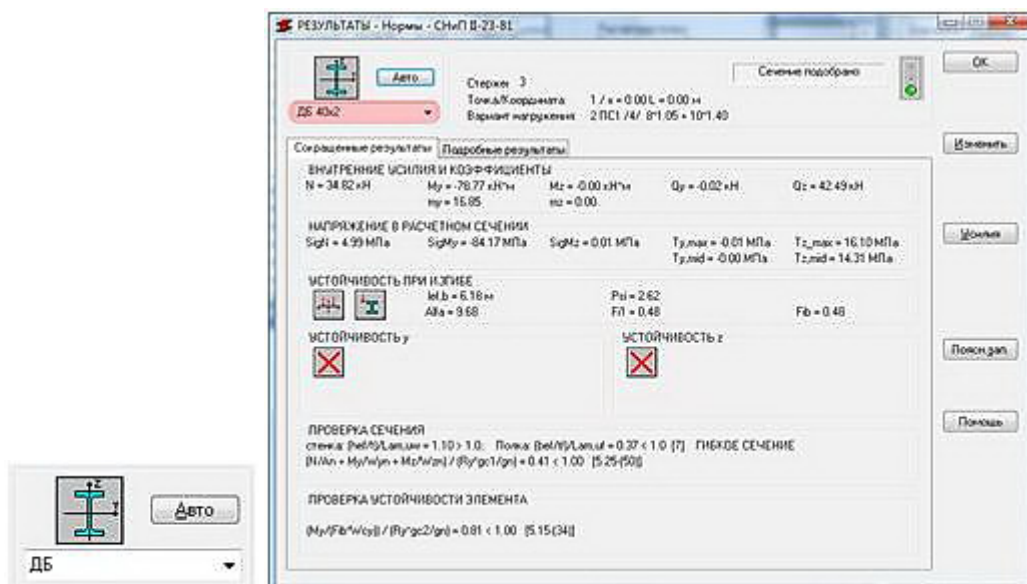
стержня: $(\text{Ief}_y/\text{L}_y)_{\text{min}} = 1.07 > 1.0$ Полюса: $(\text{Ief}_y/\text{L}_y)_{\text{mid}} = 0.45 < 1.0$ [7] ГНУБОЕ СЕЧЕНИЕ
 $(N/\text{A}_n + M_y/\text{W}_y + M_z/\text{W}_z) / (R_y/\gamma_c/\gamma_n) = 0.90 < 1.00$ [5.25-50]

ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕМЕНТА

$(M_y/\text{Ief}_y/\gamma_c) / (R_y/\gamma_c/2/\gamma_n) = 2.16 > 1.00$ [5.15(34)]

OK
Изменить
Справка
Поиск...
Помощь

Достаточно посмотреть на данные, представленные на закладке *Сокращенные результаты*, чтобы выяснить источник проблем. Проверка по формуле 34 пункта 5.15 СНиП дает неудовлетворительный результат. Чтобы подобрать сечение, следует в поле с наименованием сечения удалить все символы, кроме наименования сечения «ДБ» и нажать кнопку Авто. Программа подберет из базы данных сечение, удовлетворяющее условиям прочности и устойчивости.



Если результаты подбора устраивают, то следует нажать кнопку Изменить. Это приведет к тому, что выбранный элемент будет иметь теперь новое сечение. Затем нажать кнопку ОК. Закрыть окно с результатами проектирования и запустить статический расчет еще раз, т.к. после замены сечения результаты статического расчета уже устарели. После получения новых результатов, следует повторить процесс проектирования элементов. В случае успеха, если все нужные сечения проходят все проверки без проблем, можно считать процесс проектирования выполненным. В окне есть кнопка Пояснительная записка. Нажмите на нее и получите текст пояснительной записки, который можно включить в отчет.



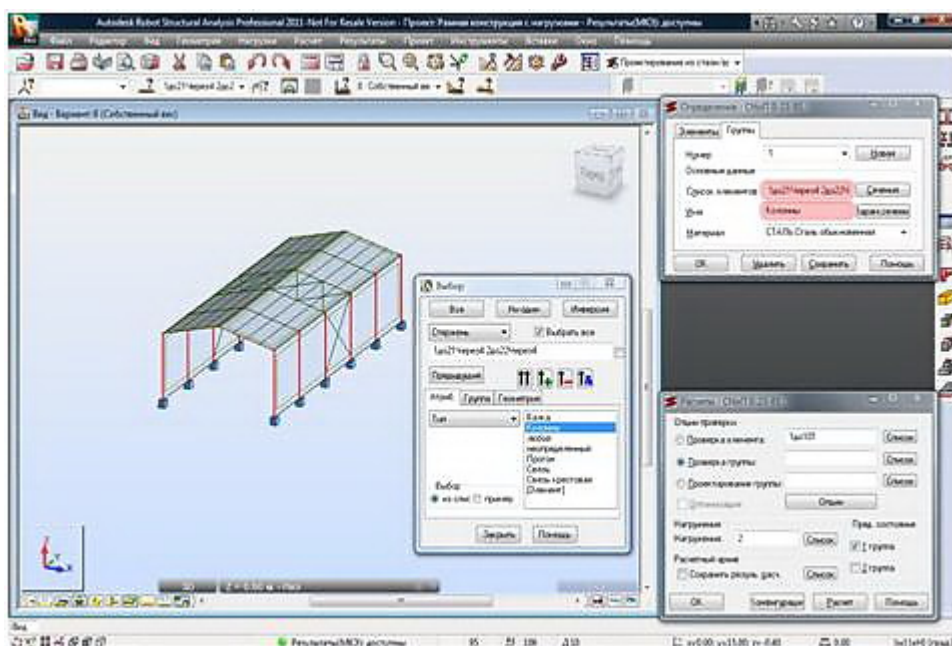
Для реальных конструкций по-элементная проверка неудобна из-за большого числа стержней. Поэтому для ускорения процесса проектирования элементы объединяются в группы.

Номера, наименования и списки стержней, включенных в группу, можно увидеть на закладке Группы. Если на настоящий момент имеются какие-либо группы удалите их, нажав на кнопку Удалить.

Для создания группы в диалоговом окне **Определения** на закладке Группы следует: нажать кнопку Новая, в поле *Имя* ввести нужное название группы, а в поле *Список элементов* ввести необходимые номера стержней. Номера попадают в список после выбора стержней в окне просмотра. Для быстрого выбора элементов лучше воспользоваться возможностями диалогового окна **Выбор**, функциональность которого уже рассматривалась выше (Упражнение 3). Выбирать можно по критерию: сечение или тип стержня.

Примечание. Перед выбором элементов удалите все номера из поля Список элементов.

Создайте следующие группы: *Колонны*, *Балки*, *Прогоны*, *Связи*, *Связи крестовые*, включив в них соответствующие стержневые элементы.



После создания групп появляется возможность проверки элементов в составе группы. В группе выбирается наиболее нагруженный элемент. Все проверки выполняются для него. После подбора и замены сечения — все элементы группы будут иметь одинаковое сечение.

Результаты проверки по 5 группам приведены ниже.

Стержень	Сечение	Материал	L _{xy}	L _{yz}	Отноше	Нагружение
Группа: 1 Колонны						
10	ДК 35x1	СТАЛЬ	42.55	73.06	0.43	2 ПС1 М
Группа: 2 Балки						
12	Д5 35x1	СТАЛЬ	56.34	202.77	4.31	2 ПС1 М
Группа: 3 Прогоны						
79	Ш 14	СТАЛЬ	106.95	351.73	3.02	2 ПС1 М
Группа: 4 Связи						
87	Тв 90x50x7	СТАЛЬ	264.90	190.66	0.11	2 ПС1 М
Группа: 5 Связи крестовые						
92	L 100x10	СТАЛЬ	159.11	278.23	0.15	2 ПС1 М

Оценка результатов и, при необходимости, замена сечений производится в соответствии с методикой описанной выше (как для отдельного элемента).

Завершим этап проектирования элементов при помощи опции *Проектирование группы*. Отличительной чертой этой опции является то, что программа самостоятельно подбирает сечение для наиболее нагруженного элемента группы. Переключите радио-кнопку на опцию *Проектирование группы*. В поле для списка групп укажите номера групп с 1,2, 3 и нажмите кнопку *Расчет*. Результат расчета представлен на рисунке.

Стержень	Сечение	Материал	Lay	Laz	Отноше	Нагружение
Группа: 1 Колонны						
10	ДК 23х2	СТАЛЬ	63.90	105.93	1.17	2 ПС1 /И/
	ДК 26х1		57.48	98.37	0.96	
	ДК 26х2		57.12	98.22	0.88	
Группа: 2 Балки						
12	ДБ 45х2	СТАЛЬ	33.75	160.97	1.04	2 ПС1 /И/
	ДБ 50х1		30.94	145.81	0.83	
	ДБ 50х2		30.46	144.89	0.68	
Группа: 3 Прогоны						
42	Ш 22	СТАЛЬ	67.49	252.30	1.13	2 ПС1 /И/
	Ш 24		61.63	230.13	0.90	
	Ш 27		55.19	219.92	0.74	

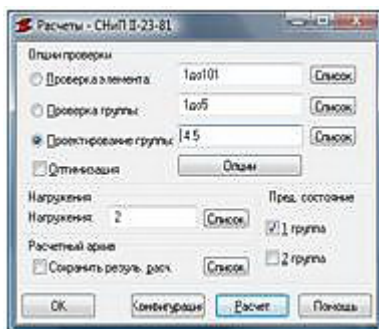
Запись для каждой группы состоит из трех строк. Средняя строка содержит информацию об оптимальном сечении. Здесь видно, что можно уменьшить сечение колонны. Поставить ДК26×1 вместо установленного сейчас ДК30×1. Размер сечения балки и прогонов следует увеличить.

Нажмите кнопку Изменить все. Закройте текущее окно. Выполните статический расчет с учетом измененных сечений и повторите расчет по проектированию. Из всех элементов требуется изменить сечение для колонн.

Снова нажмите кнопку Изменить все. Закройте текущее окно. Выполните статический расчет с учетом измененных сечений и повторите расчет по проектированию. Теперь все без изменений. Подбор сечений можно считать выполненным.

Стержень	Сечение	Материал	Lay	Laz	Отноше	Нагружение
Группа: 1 Колонны						
10	ДК 20х2	СТАЛЬ	74.36	126.28	1.16	2 ПС1 /И/
	ДК 23х1		64.30	106.68	0.90	
	ДК 23х2		63.90	105.93	0.79	
Группа: 2 Балки						
12	ДБ 40х2	СТАЛЬ	37.94	175.59	1.07	2 ПС1 /И/
	ДБ 45х1		34.19	164.00	0.87	
	ДБ 45х2		33.75	160.97	0.68	
Группа: 3 Прогоны						
77	Ш 22	СТАЛЬ	67.49	252.30	1.17	2 ПС1 /И/
	Ш 24		61.63	230.13	0.93	
	Ш 27		55.19	219.92	0.77	

Для групп, которые содержат элементы-связи, процесс подбора сечений выполняется аналогично. Введите номера групп в поле *Проектирование группы* 4 и 5.



Нажмите кнопку Конфигурация, затем в открывшемся диалоге кнопку Больше возле поля *Предельная гибкость*. Настройте значение предельной гибкости для связевых элементов, как показано ниже на рисунках.

После выполнения расчета получим нужные сечения связей.

Сталь	Сечение	Материал	L1y	L1z	Отноше	Нагружене
Группа : 4 Связи						
87	Тн 120x60x6	СТАЛЬ	200.78	147.85	0.09	2 ПС1 /И/
	Тн 120x60x6		187.89	136.95	0.09	
	Тн 120x60x6		186.61	137.66	0.09	
Группа : 5 Связи крестовые						
92	L 125x16	СТАЛЬ	112.06	224.71	0.12	2 ПС1 /И/
	L 140x8		87.75	195.49	0.15	
	L 140x12		97.89	195.99	0.13	

Сохраните полученный результат, как файл под именем, например *Рамная конструкция — проектирование элементов.rtd* в любом удобном месте.

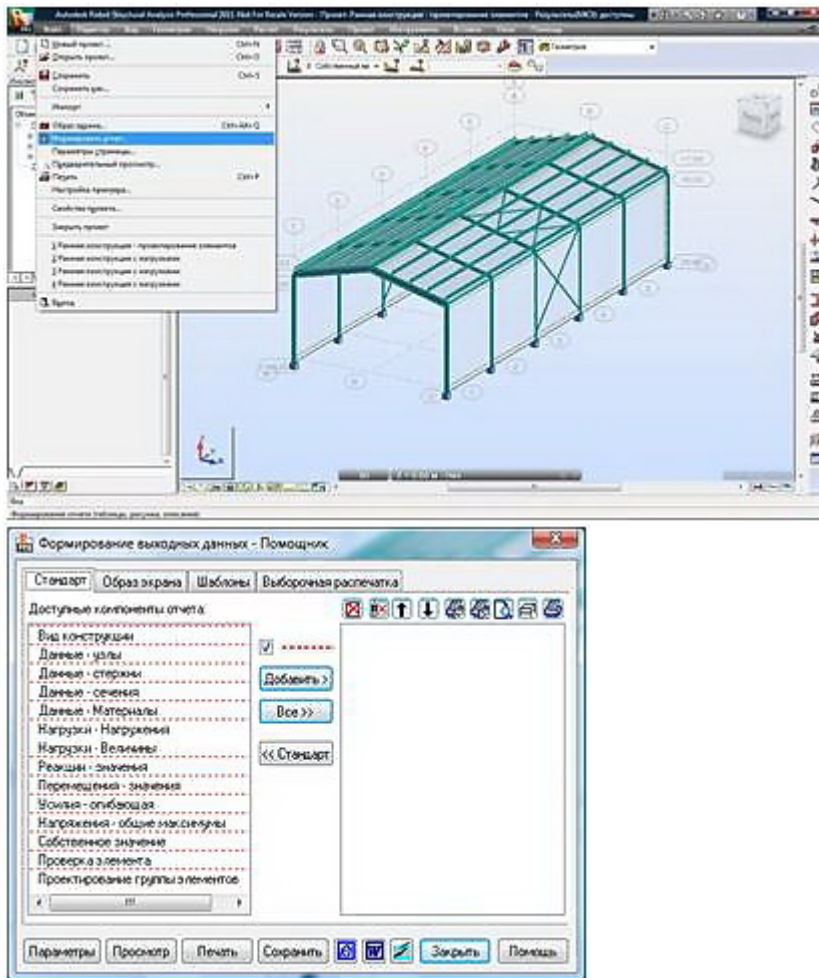
Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex5/1.avi](#).

Упражнение 6. Формирование отчета




Продолжите работу с файлом, сохраненным в упражнении 5, или откройте файл *Рамная конструкция — проектирование элементов.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex6/1.avi](#).

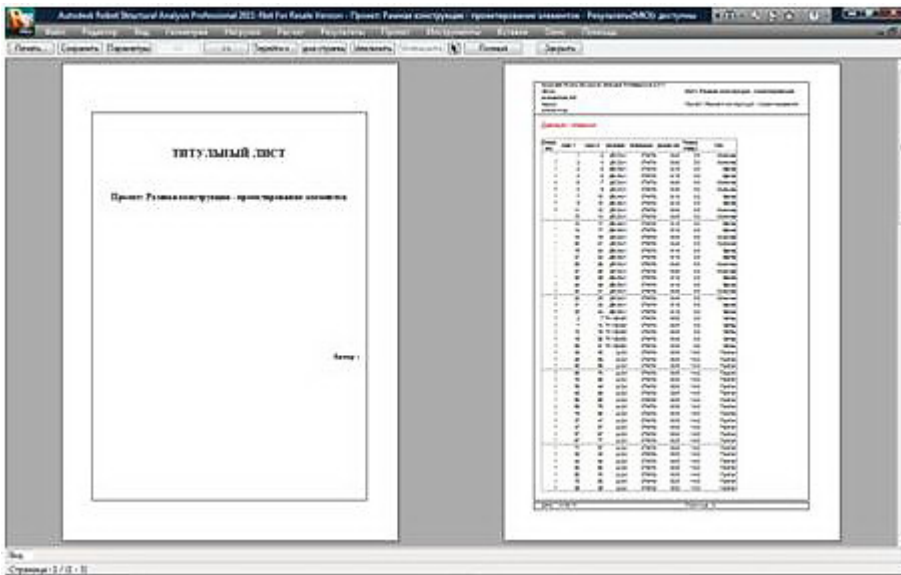
Откройте начальный вид конструкции, выбрав в выпадающем списке пункт *Геометрия*. Формирование пояснительной записки начнем с выполнения опции из меню *Файл->Формировать отчет*.




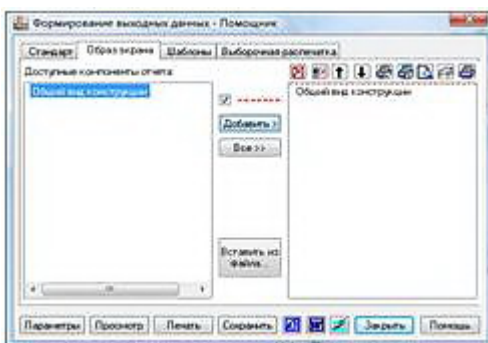
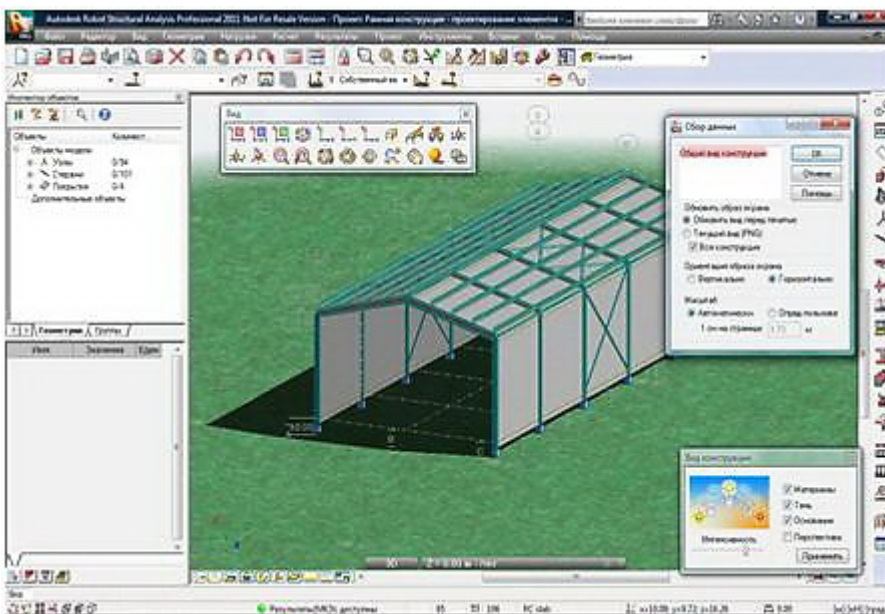
Закладка *Стандарт* содержит набор стандартных компонентов отчета. Список компонентов приводится. При щелчке на кнопку *Добавить* выполняется добавление указанного компонента в отчет. Далее, при нажатии на кнопки

Просмотр или   , появляется возможность просмотреть содержимое отчета или открыть отчет в соответствующем текстовом редакторе.


Примечание: можно выполнять любые операции с моделью; информация для отчета обновляется автоматически в соответствии с изменениями в проекте.

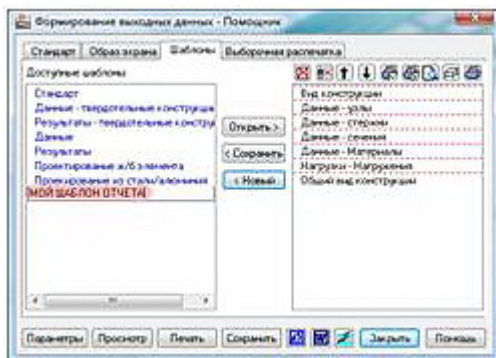


Вкладка *Образ экрана* пока пустая. Для размещения образа экрана в отчете следует: открыть любой нужный вид, таблицу, эпюру и т.п. и нажать кнопку . Образу экрана следует дать имя. В дальнейшем, список записанных образов будет доступен в диалоговом окне **Формирование выходных данных** на вкладке *Образ экрана*.



Образ экрана может быть добавлен к отчету.

На вкладке *Шаблоны* имеется набор шаблонов отчета. Каждый шаблон содержит определенный набор компонентов отчета. Удалите все включенные ранее компоненты при помощи кнопки . Выберите шаблон *Стандарт* и нажмите кнопку Открыть. На правой стороне диалогового окна появятся компоненты отчета, содержащиеся в выбранном шаблоне.



Можно создать собственный шаблон со своим набором компонент. Перейдите на закладку *Образ экрана* и включите созданный образ в отчет. Затем на закладке *Шаблоны* нажмите кнопку *Новый* и запишите шаблон отчета под нужным именем. Теперь можно будет пользоваться данным шаблоном в любом файле для формирования отчета.

Сохраните полученный результат, как файл под именем, например, *Рамная конструкция — отчет.rtd* в любом удобном месте.

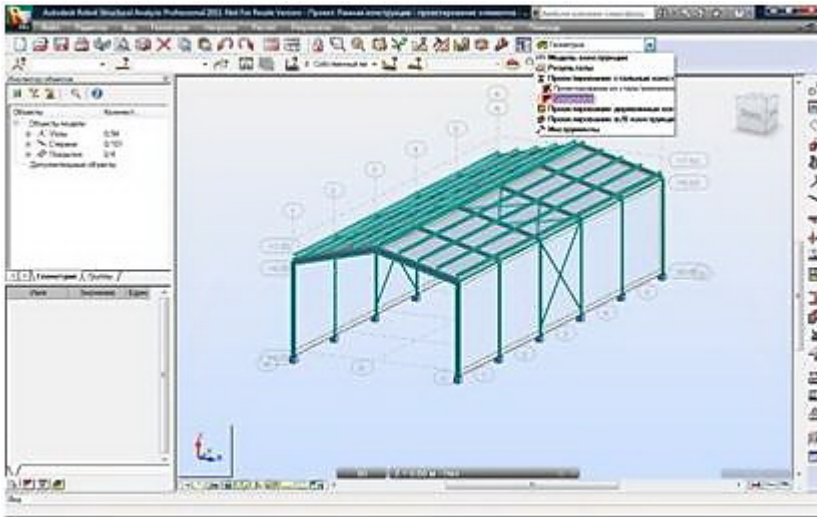
Видео по данному упражнению представлено в файле <video/ex6/1.avi>.


Упражнение 7. Расчет узлового соединения

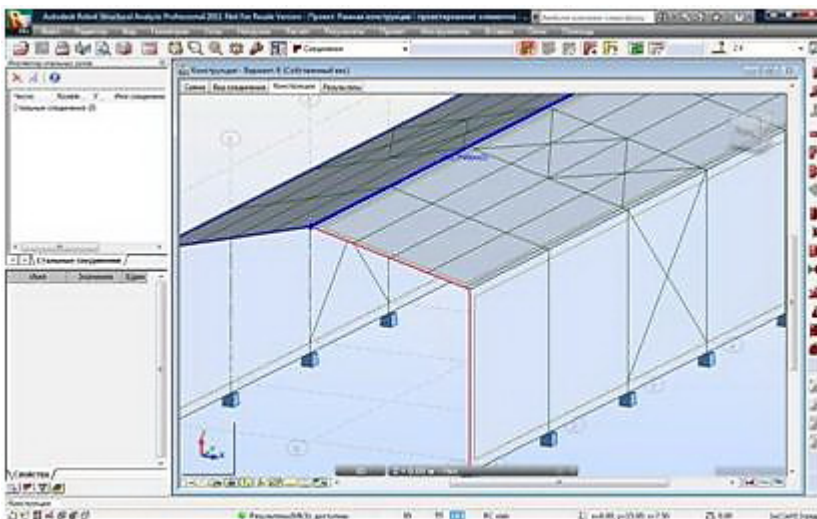
Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 6, или откройте файл *Рамная конструкция — проектирование элементов.rtd* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле <video/ex7/1.avi>.

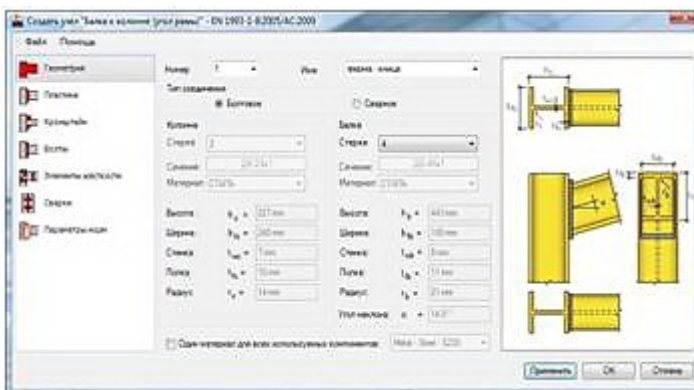
Расчет стального узлового соединения выполняется после запуска соответствующего этапа работы — *Соединения* в соответствии с европейскими нормами.



После включения этапа работы — *Соединения* выберите два примыкающих стержня — балку и колонну. Нажмите кнопку для создания нового узла .

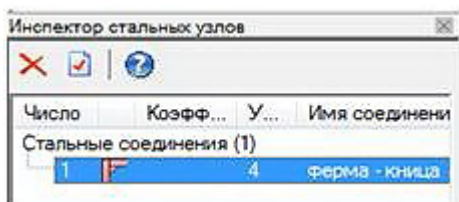


Откроется диалог для настройки параметров узлового соединения.

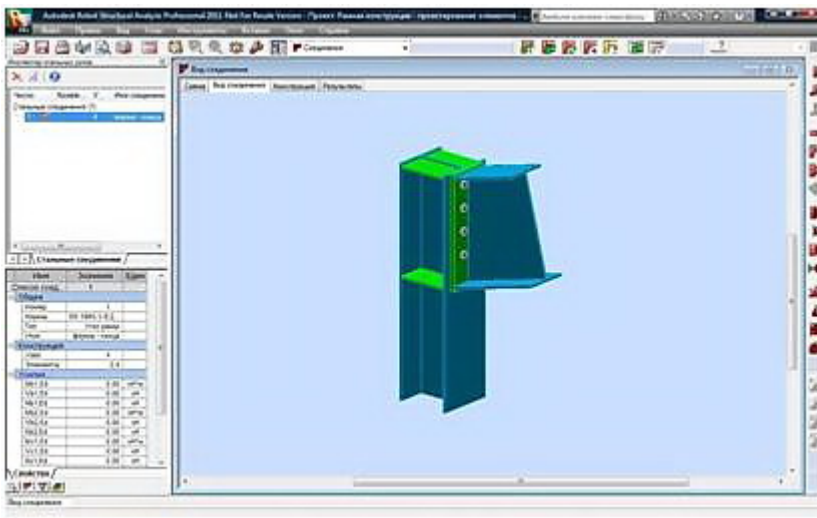


Autodesk. Тест-драйвы 2011

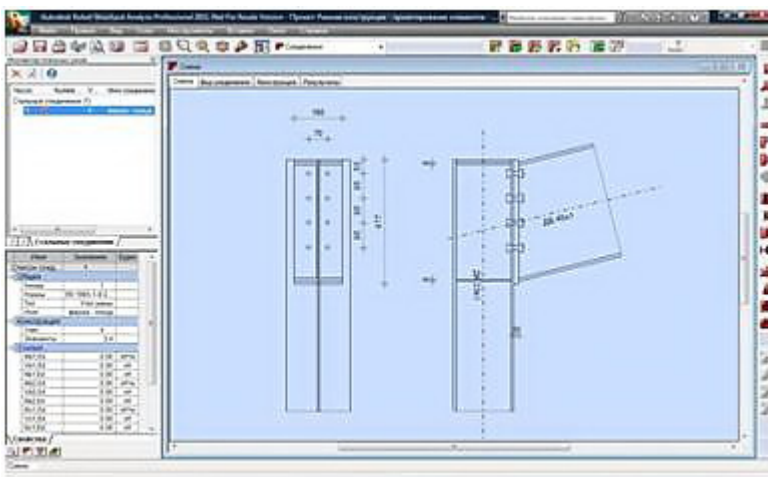
Не изменяя ничего, нажмите кнопку ОК. В Инспекторе стальных узлов отобразится информация о созданном типе узла.




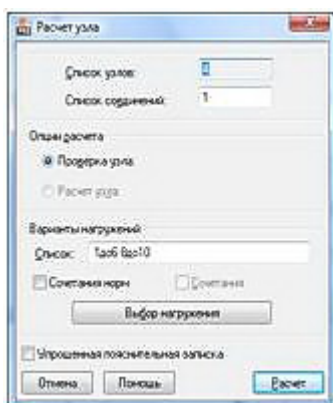
Если перейти на вкладку *Вид соединения*, то можно увидеть реалистичную пространственную модель узла



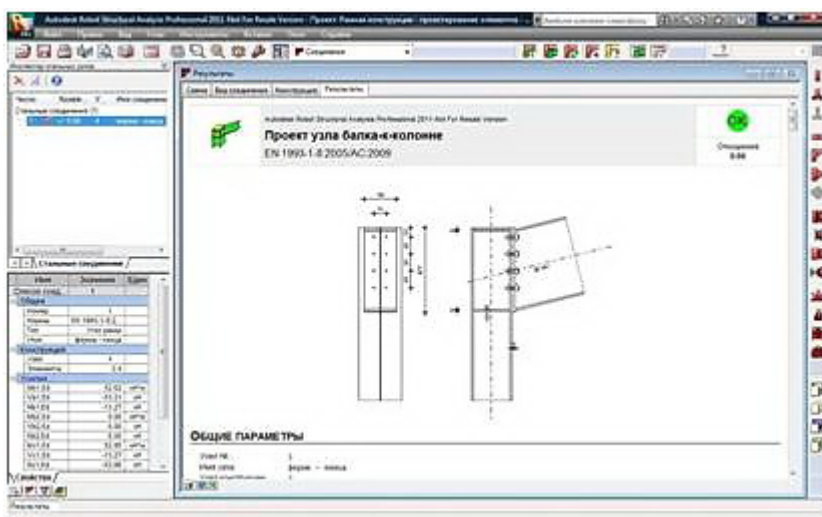
На закладке *Схема* отображается схематичный чертеж узла.



Нажмите кнопку  для расчета узлового соединения в соответствии с нормами. В диалоговом окне **Расчет узла** выберите флаг *Сочетания* и нажмите кнопку **Расчет**.



Откроется пояснительная записка с результатами расчета. Признаком положительного результата является зеленая метка с коэффициентом меньше 1.




Сохраните полученный результат, как файл под именем, например, *Рамная конструкция — узел.rtd* в любом удобном месте.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex7/1.avi](#).

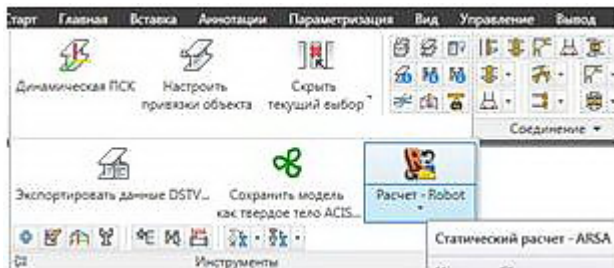
Программу Autodesk Robot Structural Analysis можно закрыть. Последующие упражнения будут связаны с подготовкой чертежной документации в программе AutoCAD Structural Detailing (составная часть Revit Structure Suite).

Упражнение 8. Загрузка модели из RSA

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex8/1.avi](#).

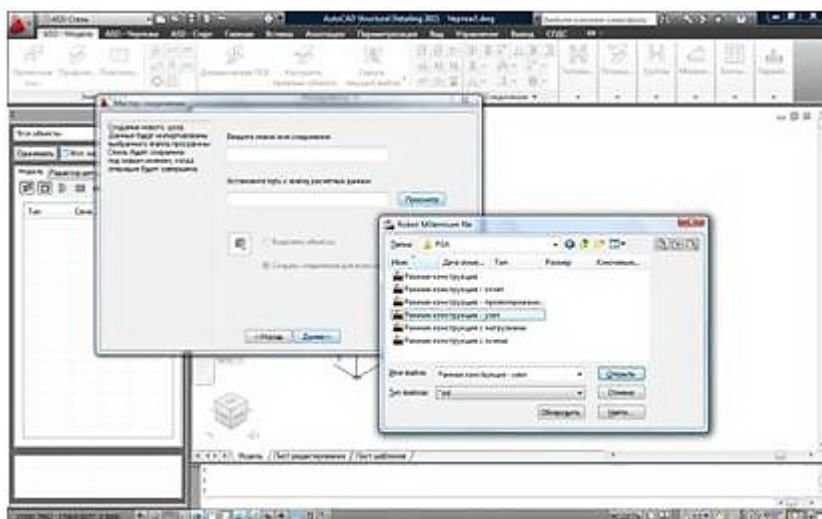
Откройте файл шаблона *RBCS-070.dwt* из папки с *Готовыми упражнениями*. Для этого на панели быстрого доступа щелкните на кнопке .

На вкладке меню *Инструменты* распахните список и выберите *Расчет — Robot*.



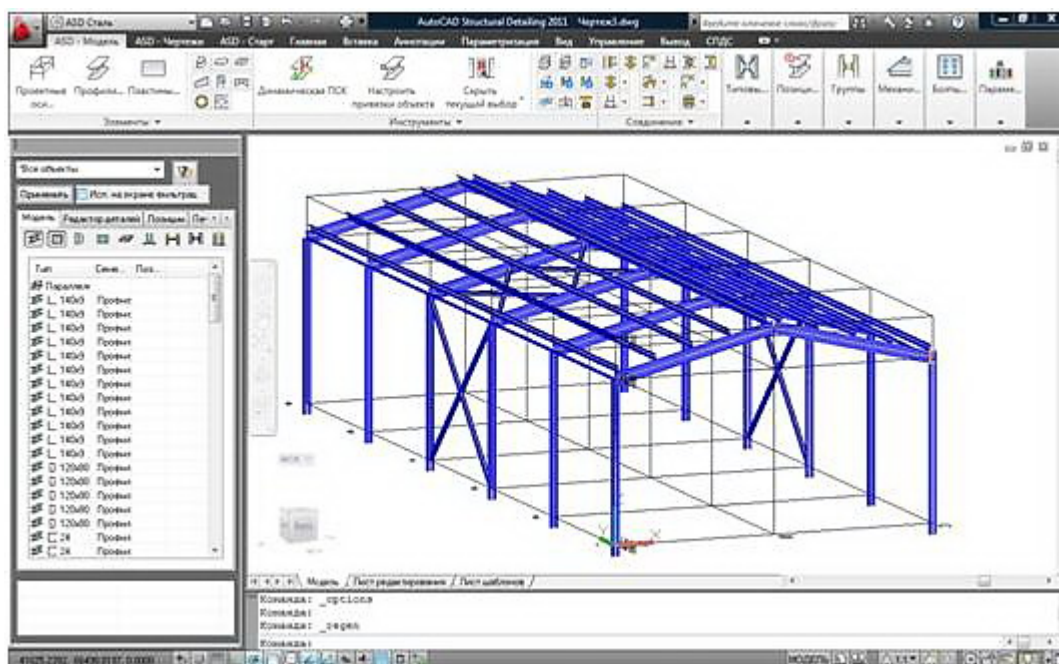
Далее, следуя запросам диалогового окна **Мастер соединения**:


- выберите *Создать новую связь и импортировать данные из расчетного файла*;
- нажмите кнопку *Далее*;
- нажмите кнопку *Просмотр* и выберите расчетный файл, подготовленный самостоятельно или из *Папки готовых упражнений: Рамная конструкция — узел.rtd*;
- нажмите кнопки *Далее* и *Начать обновление данных*.



Будет временно открыта программа RSA, считаны данные модели и закрыта программа RSA. Получим (при желании включите на вкладке меню *Вид* реалистичное отображение, при помощи видового куба или опции *Орбита* разверните конструкцию в удобный ракурс).

Примечание: при работе с моделью желательно иметь включенным вид проволочной модели, т.к. любые затенения и заливки могут приводить к подтормаживанию.



Сохраните результат импорта данных в файле *Модель конструкции — импорт.dwg* в любом удобном месте (щелкните на кнопке  и используйте опцию *Сохранить как*).

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex8/1.avi](#).

Упражнение 9. Создание модели конструкции

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 8, или откройте файл *Модель конструкции — импорт.dwg* из папки *Готовые файлы упражнений*.

Видео по данному упражнению представлено в файлах [video/ex9/1.avi](#) и [video/ex9/2.avi](#).

Построения модели будем выполнять на одной из сторон рамной конструкции. Завершив построение на одной половине, легко получить полную модель путем копирования.

[Смещение крайнего ряда колонн и связей \(ось A\)](#)

[Удлинение колонн](#)

[Копирование типового узла](#)

[Раскладка прогонов](#)

[Соединение прогонов и стропильных балок](#)

[Соединение колонн и связевых элементов](#)

[Создание вертикальных крестовых связей](#)

[База колонны](#)

[Горизонтальные крестовые связи](#)

[Зеркальное копирование](#)

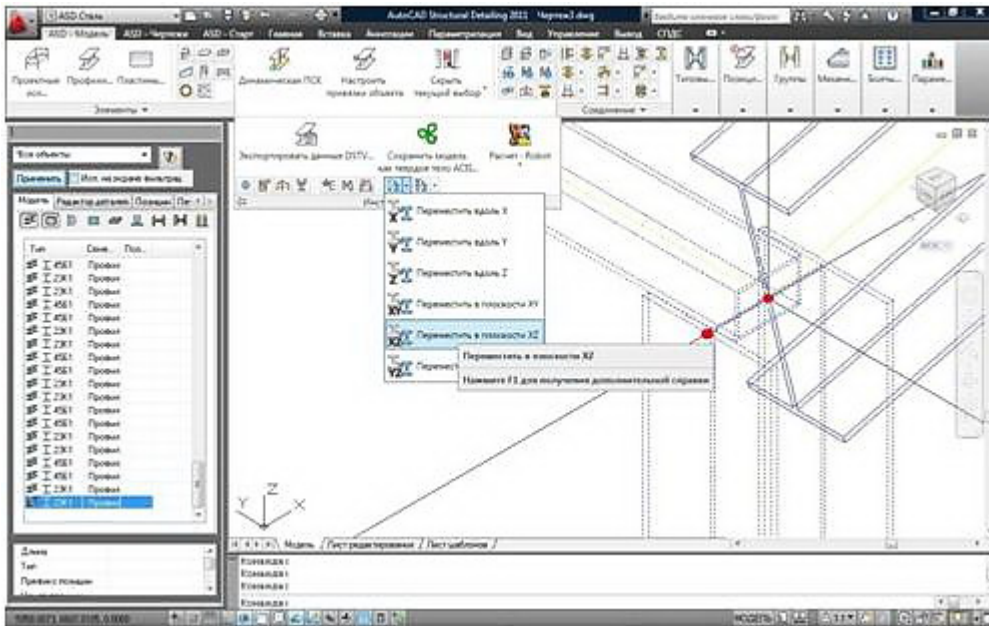
[Создание конькового узла](#)

[Копирование связей](#)

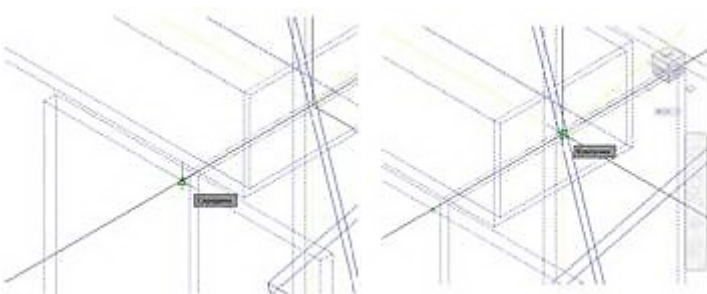
Смещение крайнего ряда колонн и связей (ось A)

Сместим крайний ряд колонн и примыкающие элементы так, чтобы ось проходила по крайней грани колонны:

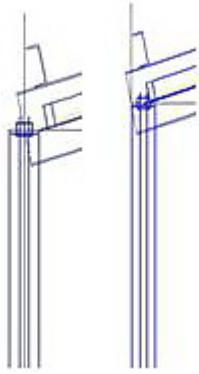
- щелкните на видовом кубе *Перед*;
- выберите прямоугольной рамкой колонны и связи, находящиеся на оси А;
- опцией *Орбита* разверните модель;
- запустите опцию *Инструменты->Перемещение в плоскости XZ*;
- выберите точку на крайней грани колонны;
- затем выберите точку на оси А.



Построения в ASD необходимо выполнять точно, обязательно используя для этого точки привязки.



Результат перемещения:



Удлинение колонн

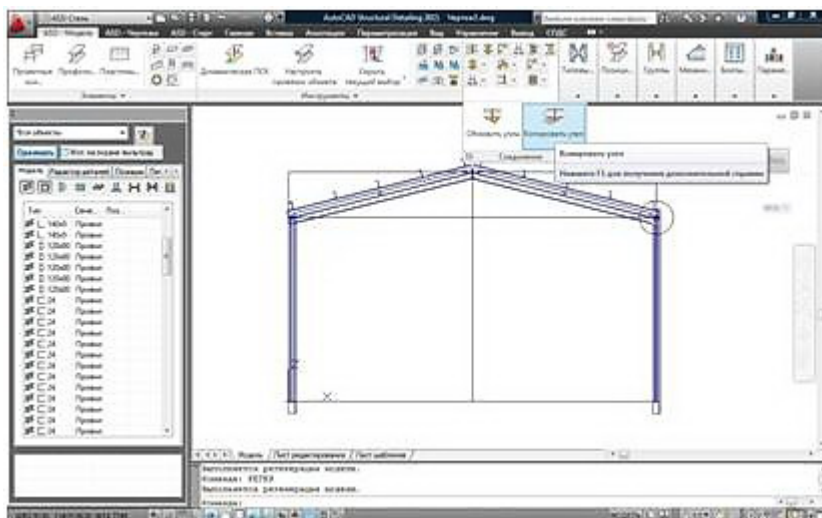
Выполним удлинение колонн примерно 100 мм (точность сейчас не важна):

- в разделе меню *Механическая обработка* запустите опцию *Удлинение*;
- в ответ за запрос командной строки выберите *Значение*;
- введите в командной строке значение *100*;
- на предложение в командной строке *Выберите профиль*, выберите поочередно все колонны оси А, щелкая мышкой в верхней части колонны.

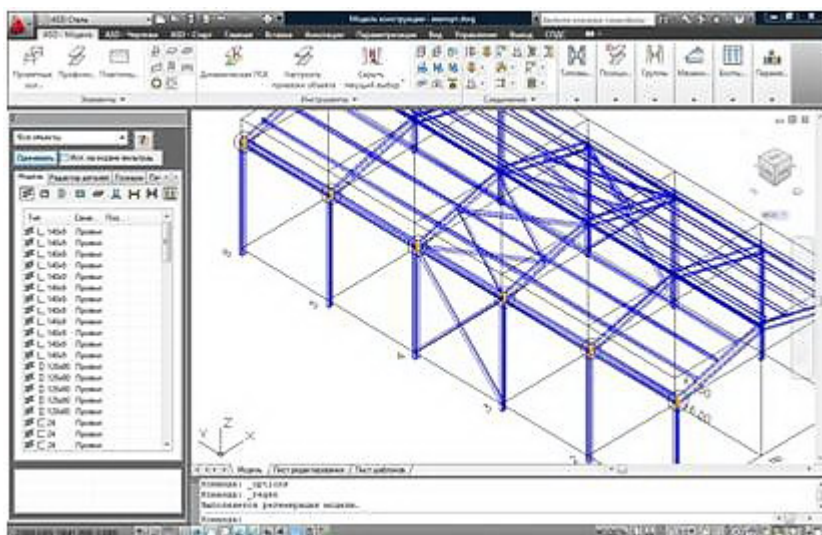
Копирование типового узла

В программе имеется обширная библиотека типовых узлов. Она помогает быстро создавать пространственную модель конструкции, существенно облегчает утомительный ручной труд. Один из типовых узлов (фланцевое соединение колонна-балка) уже имеется в пространстве модели. Этот узел был рассчитан и запроектирован при работе в расчетном комплексе **RSA**. Воспользуемся этим обстоятельством и выполним копирование имеющегося узла. Функция копирования узла позволяет создать аналогичный узел со всеми параметрами для тех элементов, которые имеют сходное положение в пространстве:

- щелкните на видовом кубе *Перед*;
- в разделе меню *Узлы* выберите *Копировать соединение*;
- на предложение командной строки *Выберите узел* выберите метку типового узла; метка представляет собой окружность в зоне созданного узла (сейчас находится на правой стороне пролета рамы);
- на предложение командной строки *Выберите объекты* захватите прямоугольной рамкой колонны и примыкающие к ним балки на оси А. Не беспокойтесь, что возможно будут выбраны и другие объекты. Программа создаст типовой узел только в соответствии с положением сходящихся элементов;
- нажмите ENTER;
- разверните модель и убедитесь, что узлы построены.



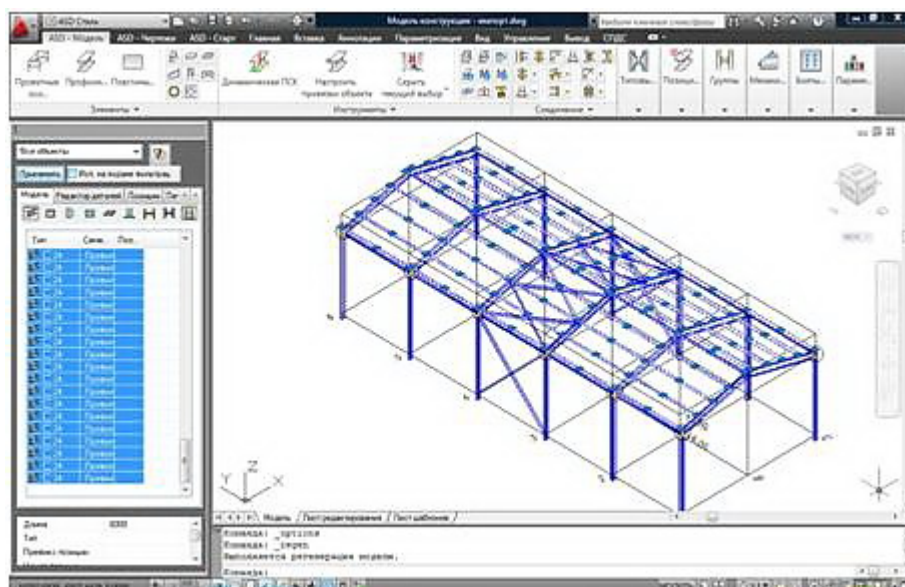
Результат построения:



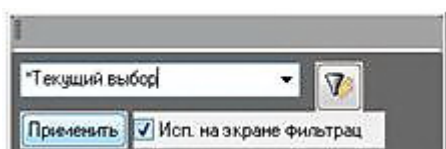
Раскладка прогонов

Помимо типовых узлов в программе имеется возможность создания готовых фрагментов конструкций в виде крестовых связей, лестниц различных видов, перильных ограждений и прочее. Опции для выполнения такой работы находятся в разделе меню *Параметрические конструкции*. Для раскладки прогонов также имеется такой функционал. Его возможности достаточно широкие и удобные. Позволяют решить целый ряд проблем, связанных с раскладкой прогонов:

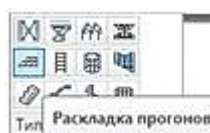
- Прогоны, имеющиеся к настоящему моменту не нужны. Их следует удалить. Отсортируйте в **Инспекторе объектов** все профили по типу, щелкнув на заголовке таблицы *Тип*. Выберите все профили *Ш24* и удалите их.
- Удалить можно: нажав клавишу DELETE на клавиатуре или CTRL/X или из контекстного меню выбрать *Удалить*.



- Выберите первую и последнюю балки на левой стороне конструкции.
- В **Инспекторе объектов** включите флаг *Использовать фильтрацию на экране* и выберите из выпадающего списка *Текущий выбор*.

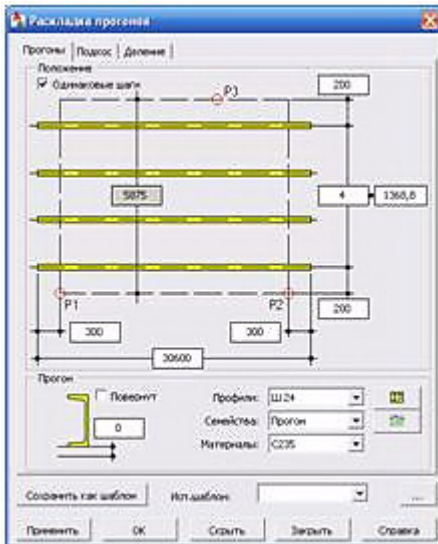


- Нажмите кнопку **Применить**. Это позволит оставить на экране только нужные стропильные балки, что облегчит процесс построения.
- Запустите опцию *Раскладка прогонов* в разделе меню *Типовые конструкции*, нажав на кнопку *Раскладка прогонов*.

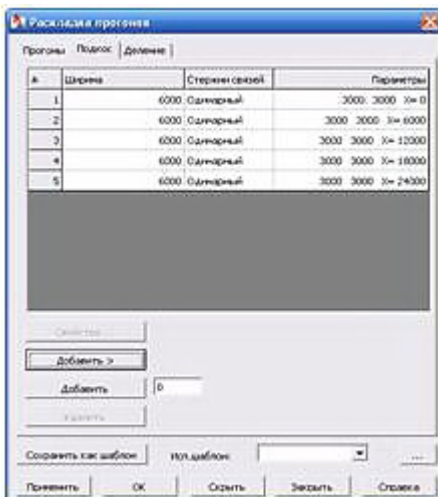


- На предложение командной строки *Выберите начальную точку первого прогона* выберите точку на конце одной стропильной балки в середине ее сечения.
- На предложение командной строки *Выберите конечную точку первого прогона* выберите точку на конце второй стропильной балки в середине ее сечения.
- На предложение командной строки *Укажите точку последнего прогона* выберите точку на противоположном конце второй стропильной балки в середине ее сечения. Все заданные точки определяют плоскость и границы области, в которой будут разложены прогоны.
- Как только точки указаны, открывается диалоговое окно **Раскладка прогонов**.

Настройка параметров вкладки *Прогоны*:

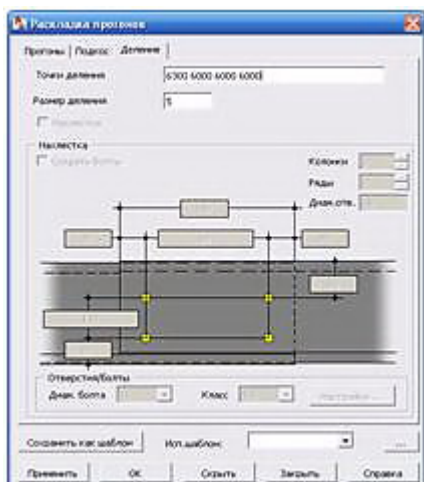


Настройка параметров вкладки *Тяги (Подкос)*:



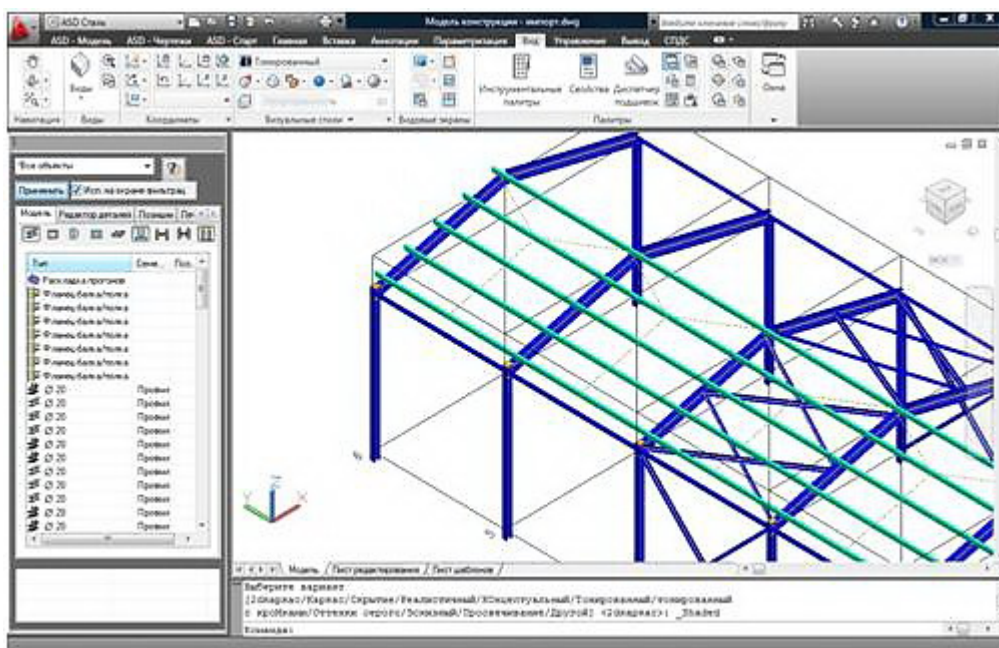
Для создания новых зон введите последовательно значения в поле возле кнопки *Добавить*: 6000, 12000, 18000 и 24000, нажимая каждый раз на кнопку.

Настройка параметров вкладки *Деление*:



- Завершив настройку параметров, нажмите кнопку ОК.
- В Инспекторе объектов выберите *Все объекты* для отображения всей модели.

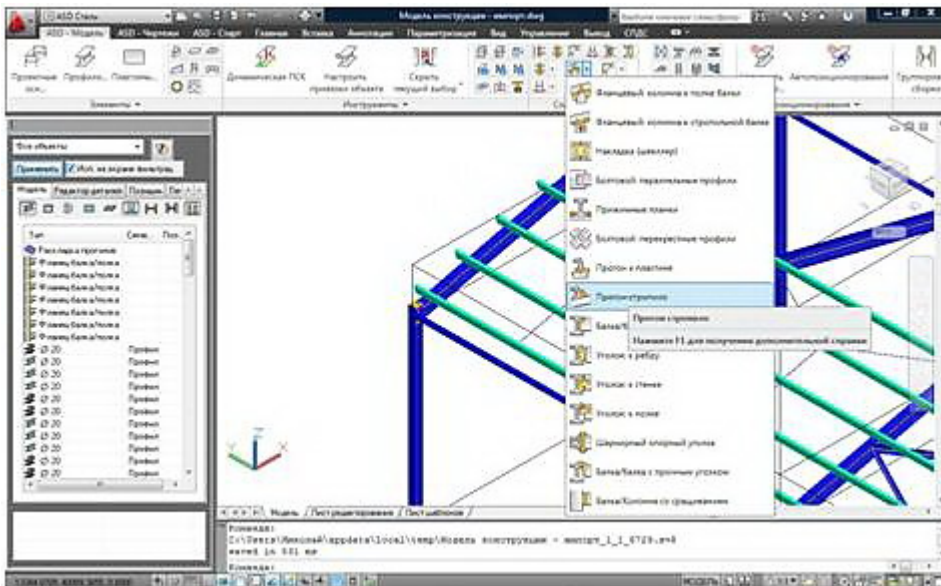
Получим:



Соединение прогонов и стропильных балок

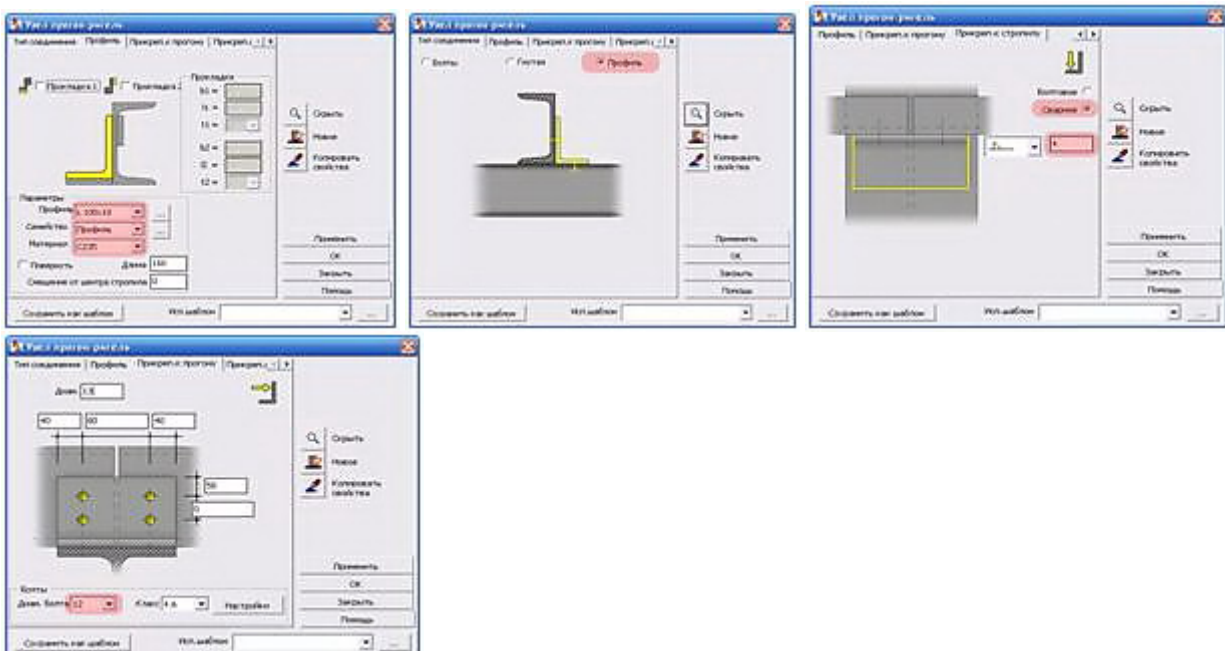
Для присоединения прогонов к стропильным балкам воспользуемся типовым узлом *Прогон к стропилу*. Узел доступен в разделе *Узлы*.

Примечание: предварительно оставьте видимыми в пространстве модели прогоны и стропильные балки, на которые прогоны опираются (выполняется так же, как для эпизода с расстановкой прогонов).



Порядок генерации соединения следующий:

- запустите создание типового узла;
- в ответ на запрос командной строки выберите сначала стропильные балки, по завершении нажмите ENTER;
- далее выберите прогоны, по завершении нажмите ENTER;
- настройте параметры в диалоговом окне.



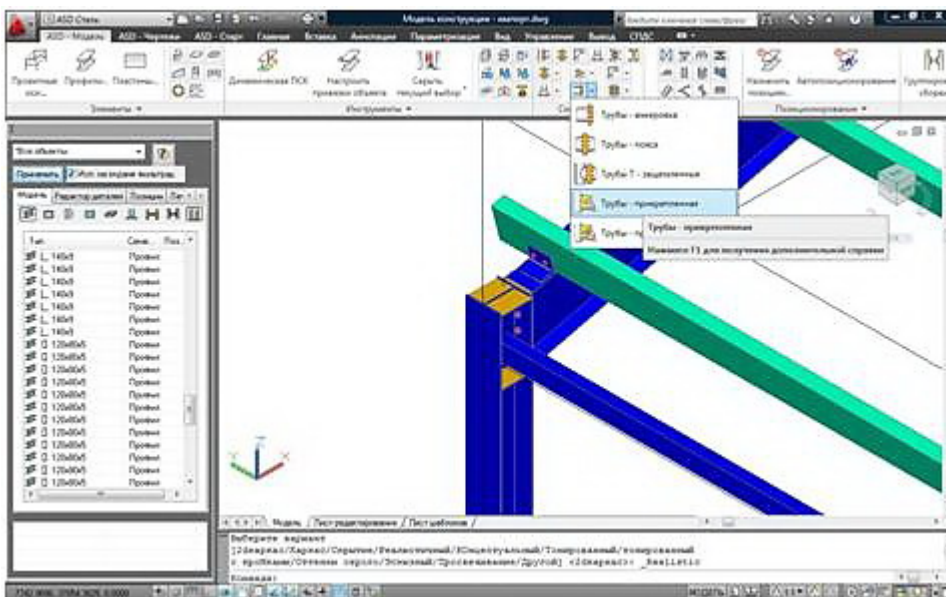
По завершении настройки параметров нажмите кнопку ОК.

Соединение колонн и связевых элементов

Связевые элементы — это трубы прямоугольного сечения 120×80×5. В модели видно, что сечение необходимо повернуть на 90 градусов. Данное действие выполним следующим образом:

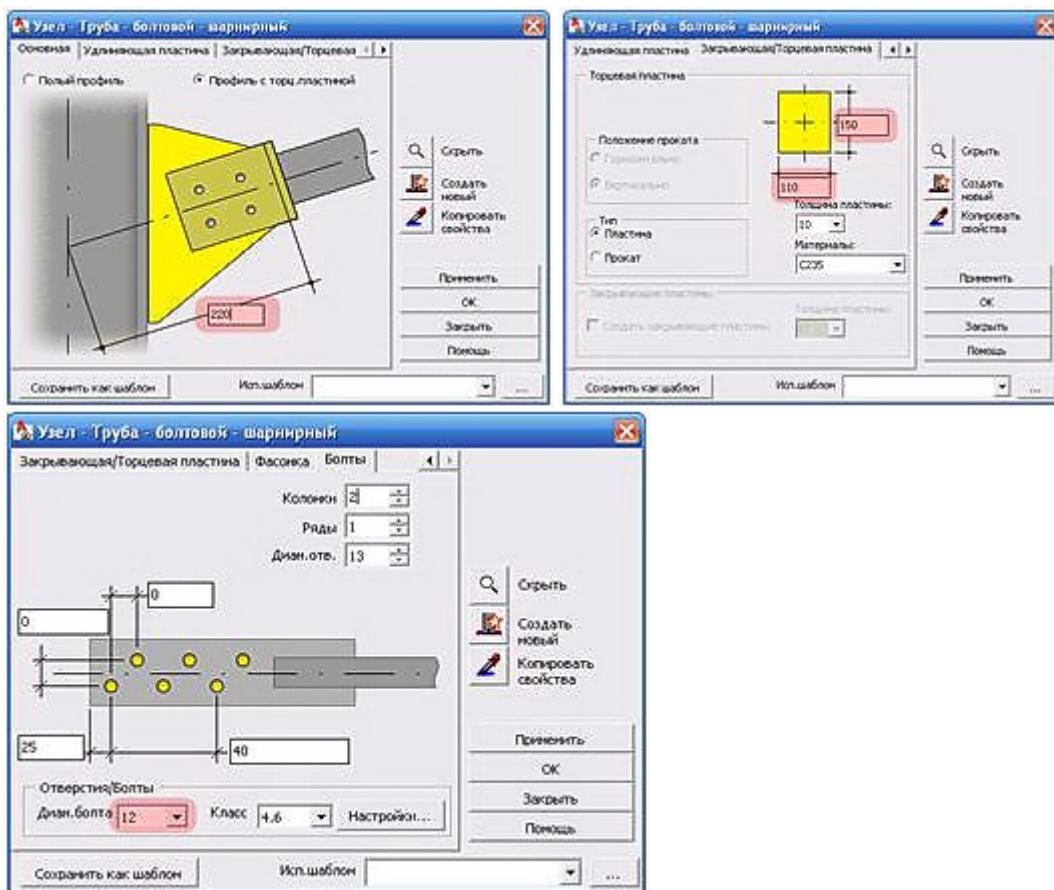
- выберем в **Инспекторе объектов** все трубные сечения 120×80×5;
- из контекстного меню выберем *Изменить свойства*;
- в открывшемся диалоговом окне в поле *Угол* выберем 90 и нажмем кнопку ОК, все сечения будут повернуты.

Для соединения трубы-связи и колонны выберем типовой узел.



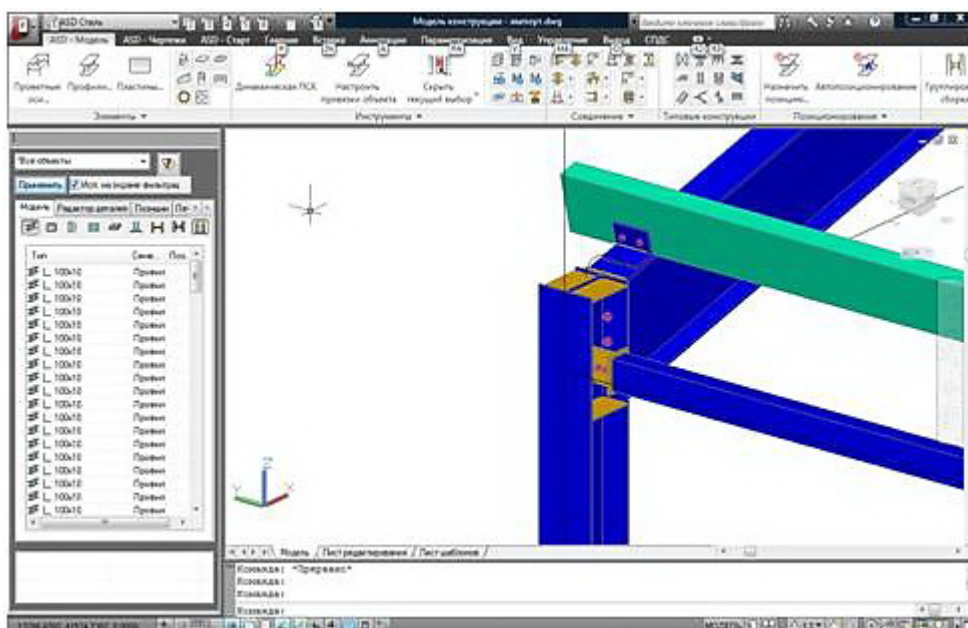
Создание узла:

- на запрос командной строки *Укажите основной элемент* выберите колонну;
- на запрос командной строки *Укажите второй элемент* выберите трубу-связь;
- на запрос командной строки *Выберите ограничение* нажмите Enter;
- настройте параметры диалогового окна.



По завершении настройки параметров нажмите кнопку ОК.

Как результат получим:



Используя функцию копирования типового узла, создайте такое соединение для других колонн (см. *Копирование типового узла* выше).

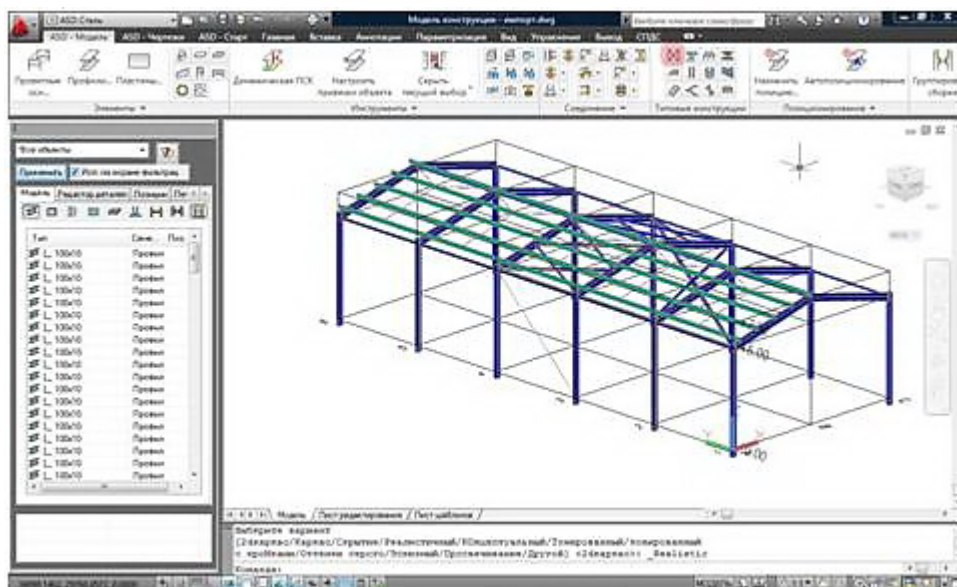
Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex9/1.avi](#).

Создание вертикальных крестовых связей

Связи создадим при помощи опции *Крестовые связи* в разделе ленточного меню *Типовые конструкции*.

Алгоритм создания связей требует указания вспомогательной линии будущей связи. Такую линию можно прочертить по имеющемуся профилю связи.

Перейдите на закладку меню *Главная*. Выберите опцию *Линия* и постройте отрезок линии по оси уголка 140×9. После этого профили вертикальных связей можно удалить. Они будут построены снова в процессе создания типовой конструкции.

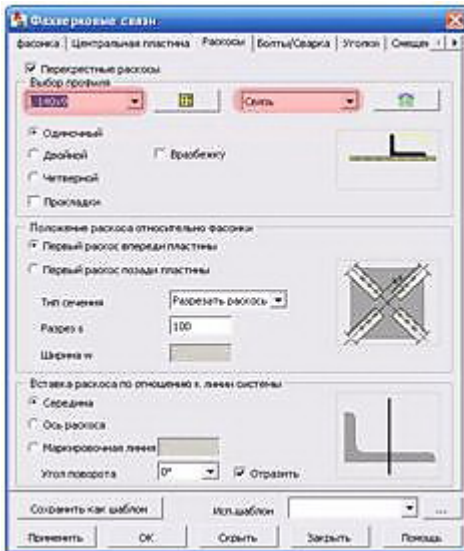


Построение вертикальных связей выполняется следующим образом:

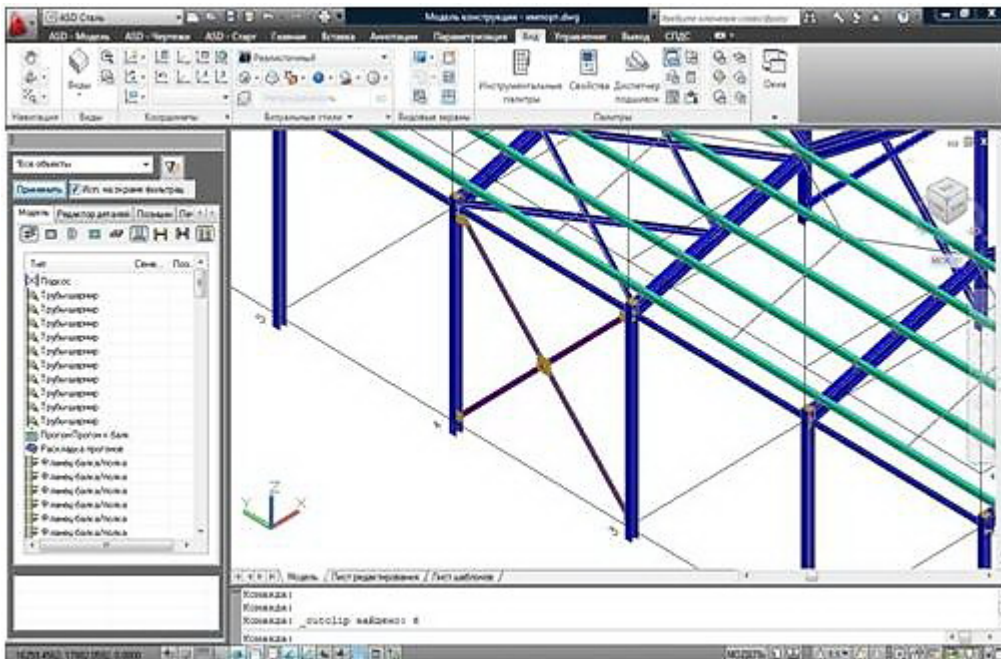
— запустите инструмент для создания связей;

- в ответ на запрос командной строки *Выберите первую вспомогательную линию связи* выберите построенную вспомогательную линию;
- в ответ на запрос командной строки *Выберите вторую вспомогательную линию* нажмите Enter;
- в ответ на запрос командной строки *Выберите первую колонну* выберите колонну;
- в ответ на запрос командной строки *Выберите вторую колонну* выберите вторую колонну;

- в ответ на запрос командной строки *Ограничения* — выберите нижние ребра жесткости узлового соединения колонна-балка; по завершении выбора нажмите Enter;
- в ответ на запрос командной строки *Выберите дополнительные вертикальные ограничения* нажмите Enter;
- выберите в диалоговом окне сечение связи (уголок L140×9), используйте семейство *Связь* и нажмите кнопку ОК.



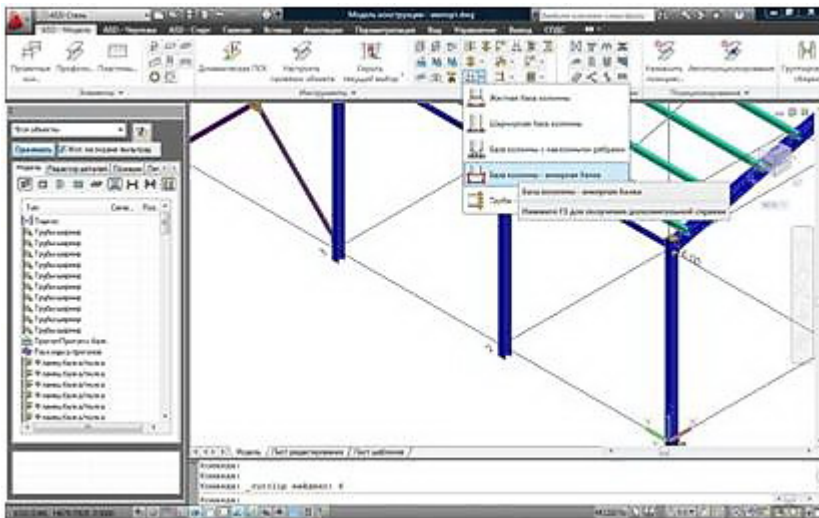
Как результат получим:



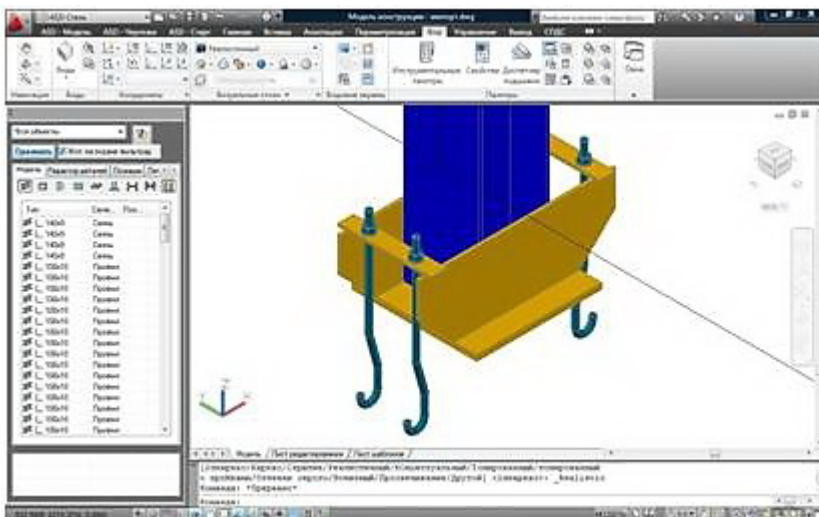
База колонны

Создадим базу колонны, используя типовой узел:

- в ответ на запрос командной строки укажите нижнюю часть колонны;
- настройте параметры диалогового окна и нажмите кнопку ОК.



Как результат получим:

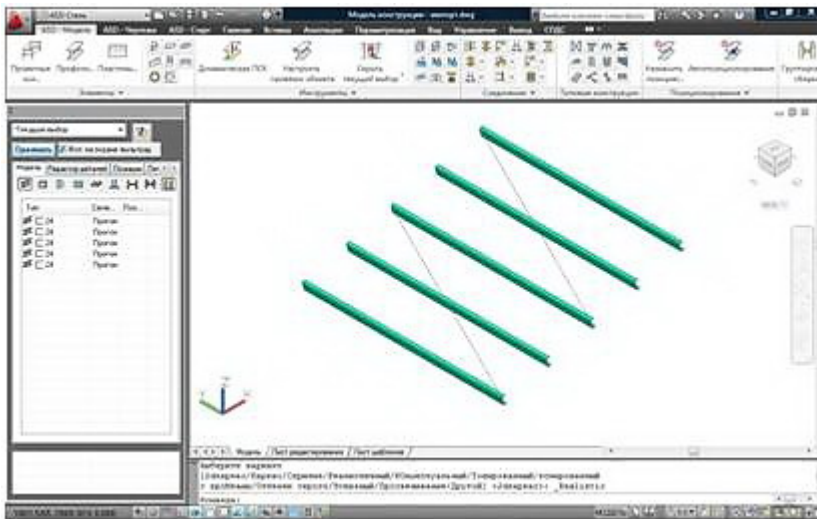


Создайте базы колонн для всех колонн на оси А.

Горизонтальные крестовые связи

Создаются аналогично ранее созданным вертикальным связям. Только вместо колонн выбираются стропильные балки. Для построения вспомогательных линий можно использовать прогоны.

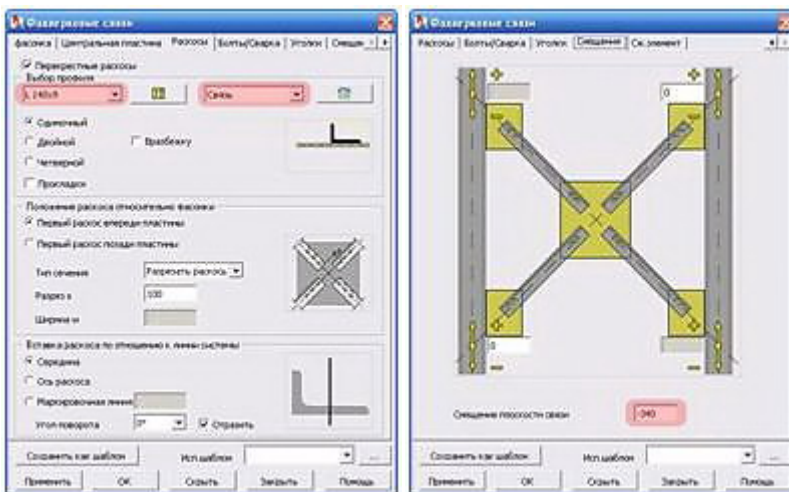
Выберите прогоны в месте размещения горизонтальных связей и постройте вспомогательные линии, как показано ниже на рисунке.



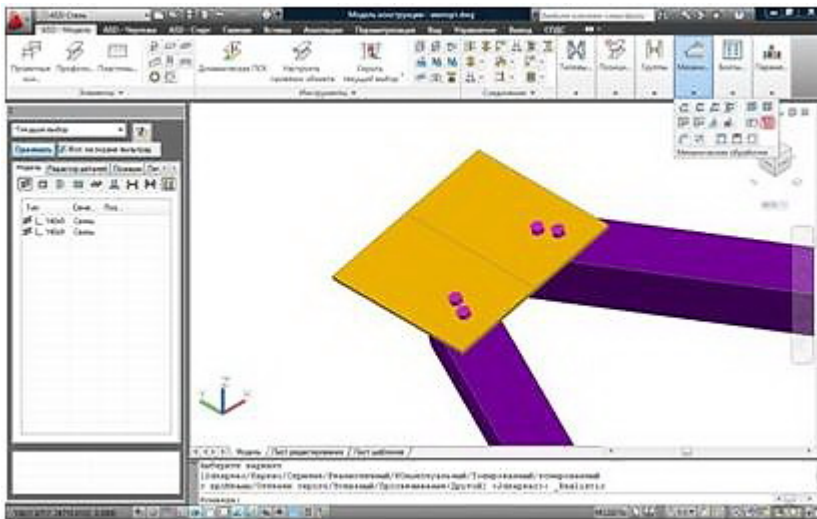
После построения вспомогательных линий существующие связи можно удалить.

Постройте связи, используя в качестве колонн стропильные балки.

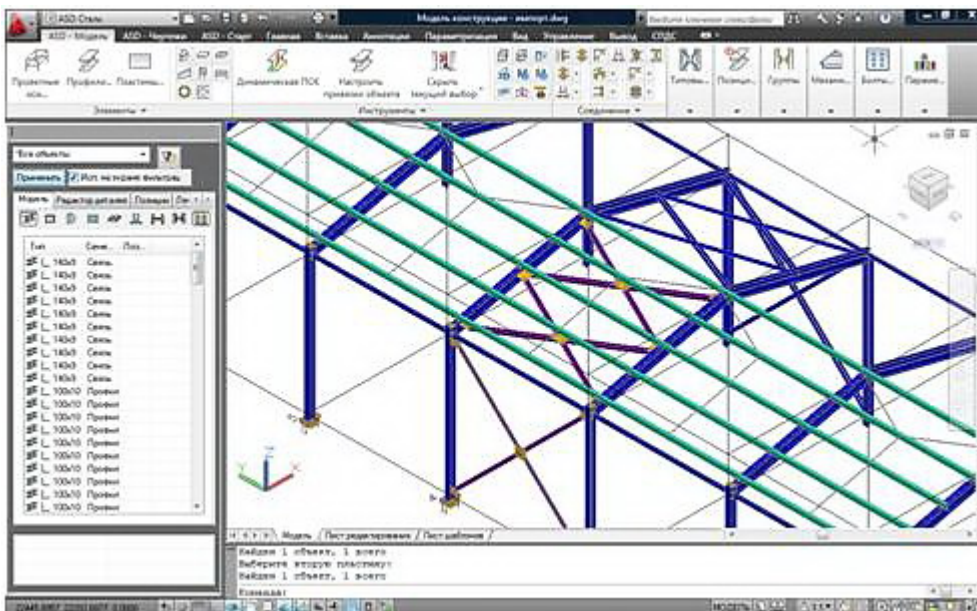
В процессе работы настройте параметры следующим образом:



После построения, для объединения двух пластин соседних связей, можно использовать инструмент *Объединить пластины*, находящийся в разделе *Механическая обработка*.



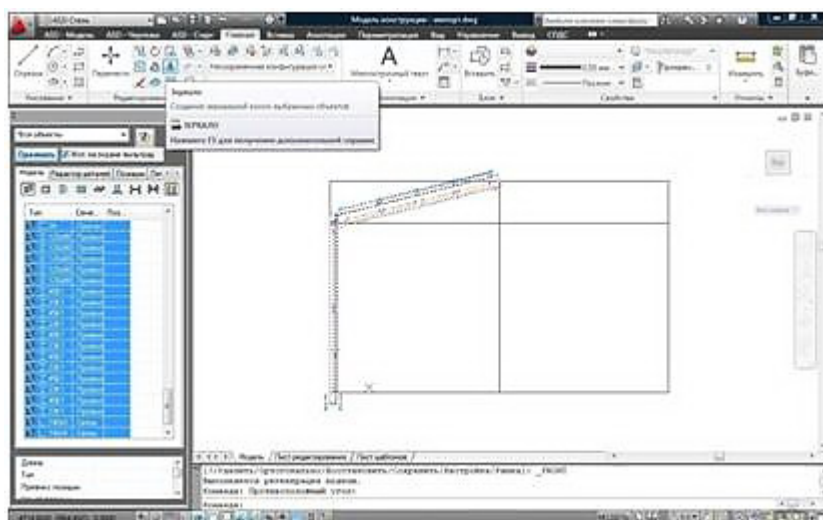
Как результат получим:



Зеркальное копирование

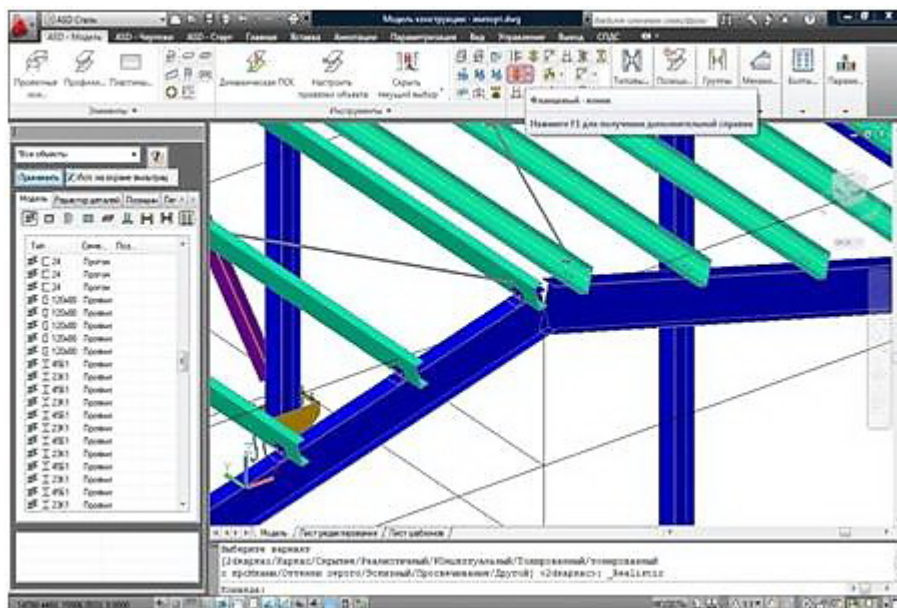
Выполним зеркальное копирование элементов:

- разверните конструкцию при помощи видового куба;
- удалите все элементы на правой стороне модели, включая связи по коньку;
- выберите все элементы на левой стороне модели и выполните зеркальное копирование, используя оси конструкции.

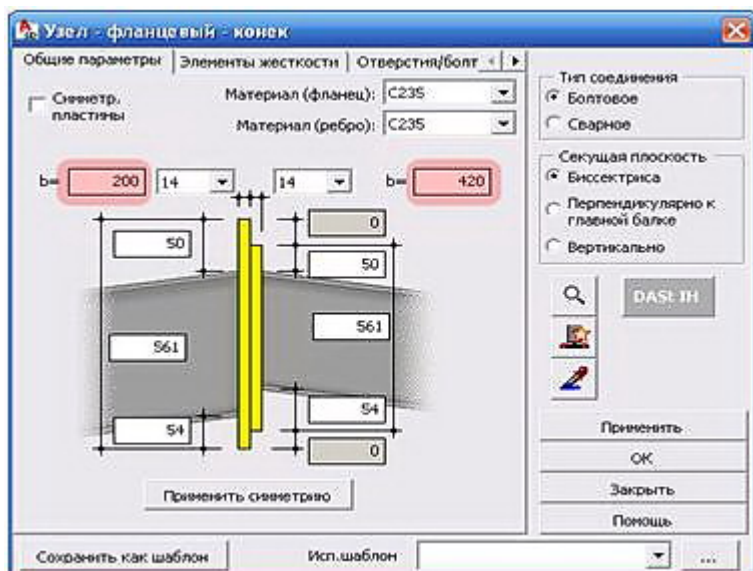


Создание конькового узла

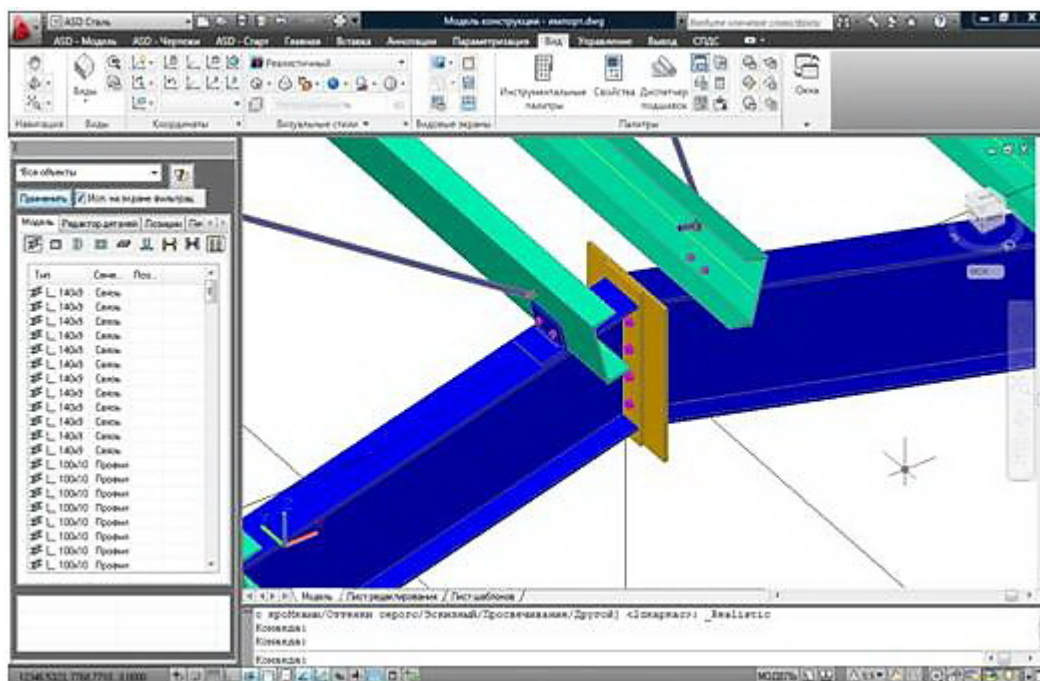
Следует использовать типовой узел. Технология работы аналогична предыдущим случаям. В процессе генерации узла выбираются две балки.



Настраиваются параметры диалога.



Как результат получим:



Узлы следует создать для всех стропильных балок модели.

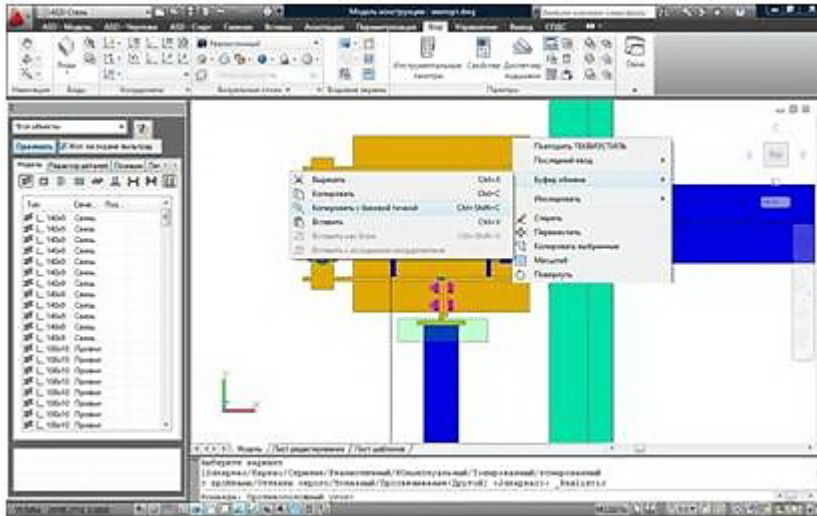
Копирование связи

Выполним копирование связи колонна-труба для размещения ее в зоне конька.

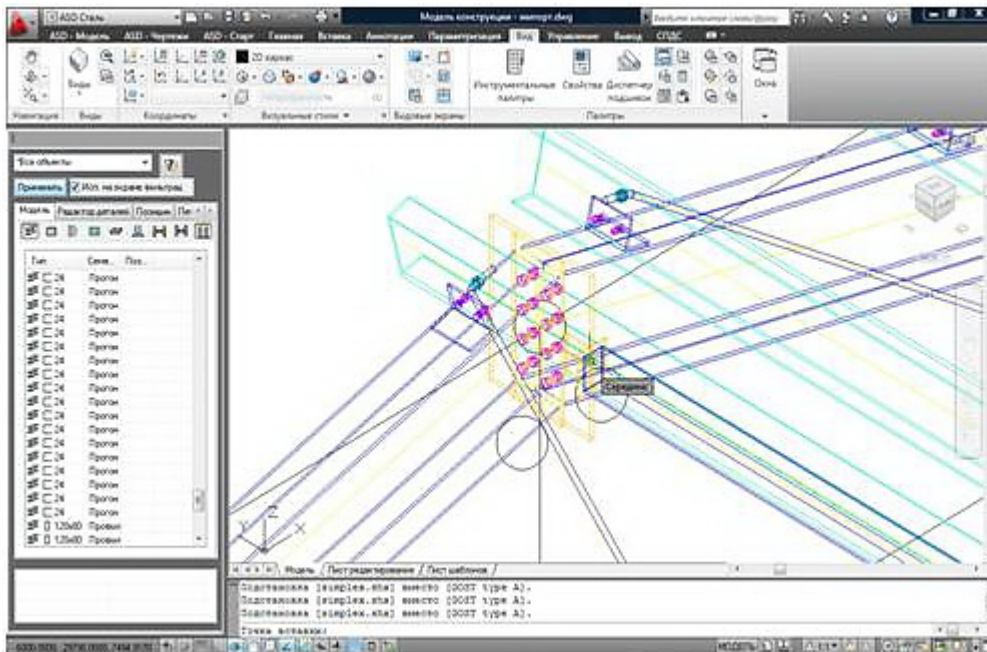
Для этого:

Autodesk. Тест-драйвы 2011

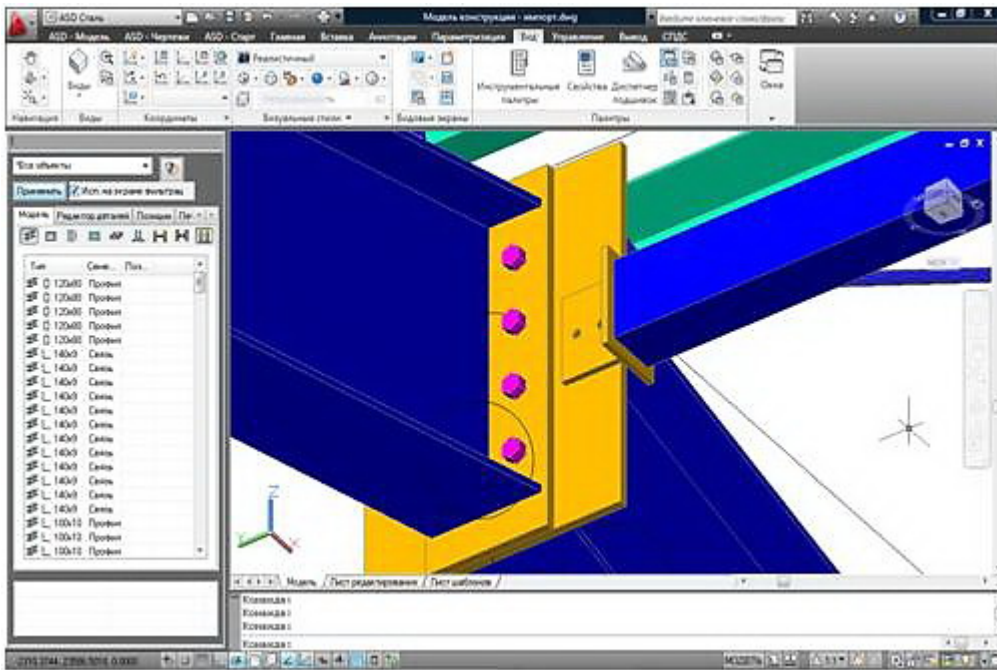
- выберите трубу-связь, закрывающую пластину и пластину, примыкающую к ней;
- по правой кнопке мышки выберите из контекстного меню *Копировать с базовой точкой* (в качестве базовой точки выберите середину пластины соединения, примыкающей к колонне);



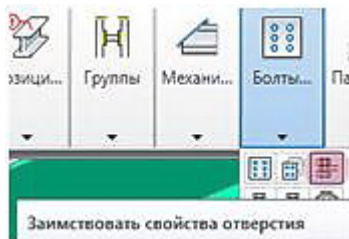
- выполните вставку элементов скопированных в буфер, выбрав в качестве точки вставки середину фланцевой пластины конькового соединения.



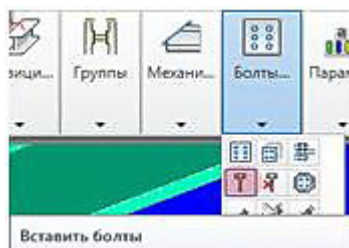
Как результат получим:



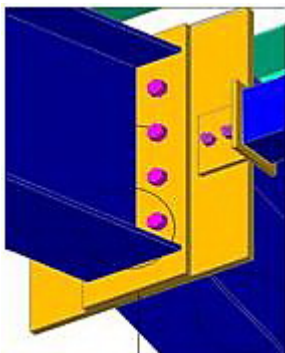
- перенесем отверстия, имеющиеся на пластине на фланец (для этого вызовем опцию *Заимствовать отверстия*), после запуска на выполнение: выберите отверстия, а затем пластины, где отверстия должны быть;



- вставим болты, используя опцию *Болты*, после запуска на выполнение следует выбрать пластины, для которых необходимо разместить болты).

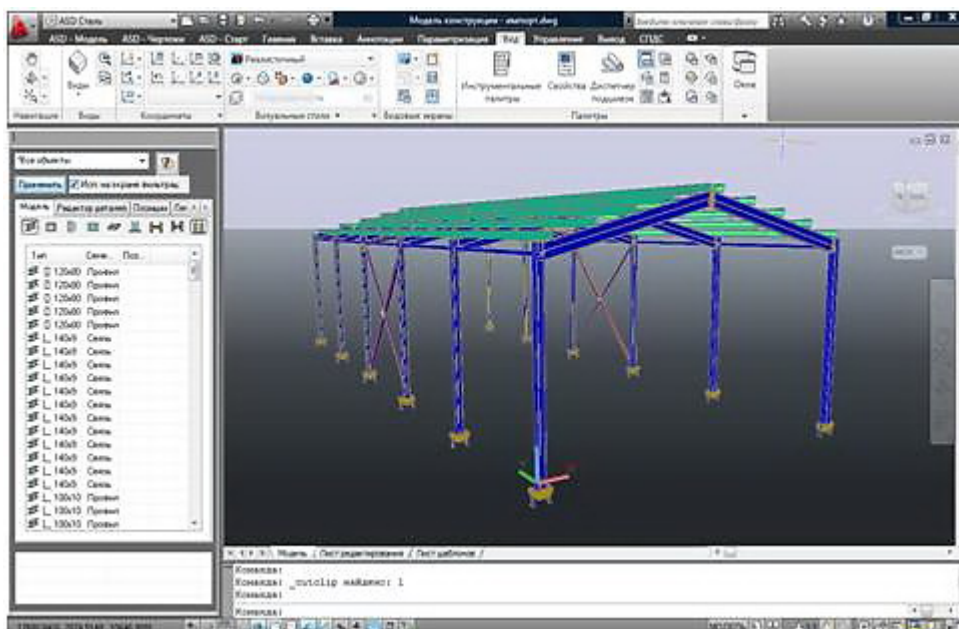



Получим:



Стандартными функциями, например, *Копирования с базовой точкой*, разместите детали узлового соединения связи для остальных элементов.

Получим полную модель:



Сохраните результат работы в файле *Модель конструкции.dwg* в любом удобном месте (щелкните на кнопке  и используйте опцию *Сохранить как*).

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex9/2.avi](#).

Упражнение 10. Подготовка объектов для генерации чертежей

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 9, или откройте файл *Модель конструкции.dwg* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex10/1.avi](#).

В рамках программы создается ряд объектов, для которых возможна генерация чертежей. При этом для каждого объекта, назначается свой стиль (алгоритм) генерации.

К таким объектам относятся:

- отдельные детали (профили, пластины);
- отправочные марки (или сборки);
- произвольные группы элементов;
- схемы расположения элементов.

[Отдельные детали](#)

[Отправочная марка](#)

[Произвольные группы элементов](#)

[Схема расположения элементов](#)

Отдельные детали


В процессе подготовки модели уже были получены отдельные детали. Список деталей можно увидеть в **Инспекторе Объектов** на вкладке *Модель*.

Отправочная марка

Отправочная марка (или сборка) представляет собой группу элементов, соединенных заводскими соединителями (болтами или сваркой). Создание сборок выполняется в автоматическом режиме. Программа распознает и формирует сборки после нажатия на кнопку **Группировать сборки**.

Щелкните на этой кнопке и на запрос в командной строке *Вы хотите удалить уже созданные сборки* нажмите Enter. Будут созданы новые сборки.

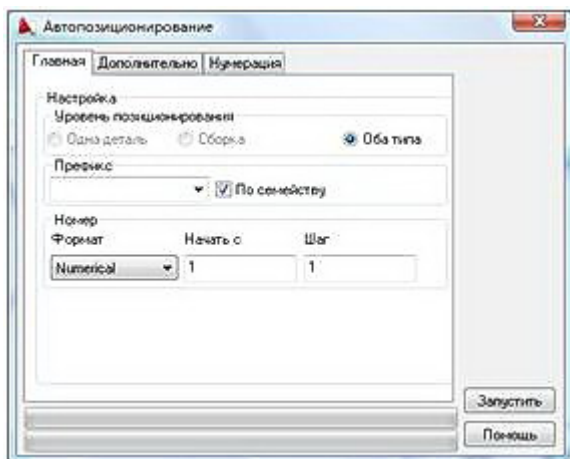


В **Инспекторе объектов** есть кнопка , отвечающая за отображение сборок в списке. Проследите за тем, чтобы она была «утоплена». Тогда сборки видны в списке.

Выберите в **Инспекторе** любую сборку. Перейдите на закладку Инспектора *Редактор деталей*. Здесь можно увидеть все «содержимое» сборки — все включенные детали и соединители.

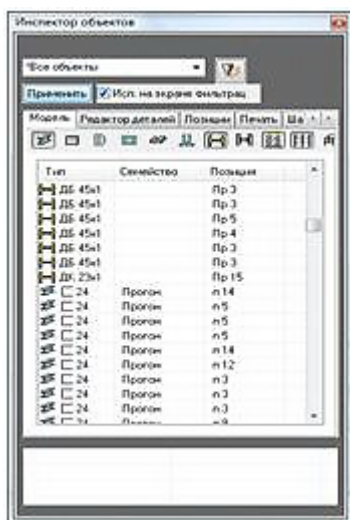
Чертежи создаются только для тех объектов, которым назначена позиция. Пока колонка *Позиция* в **Инспекторе** пустая.

Для создания позиций, щелкните правой кнопкой мышки и выберите из контекстного меню *Выбрать все*. Затем из меню выполните опцию *Автопозиционирование*.



Нажмите кнопку **Запустить**. Всем объектам будет назначена позиция. При этом одинаковым деталям и одинаковым сборкам будет назначена одна позиция. Имена позиций задаются в соответствии с настройками, имеющимися на вкладках *Дополнительно* и *Нумерация*, а также префиксов имен заданных в семействах.

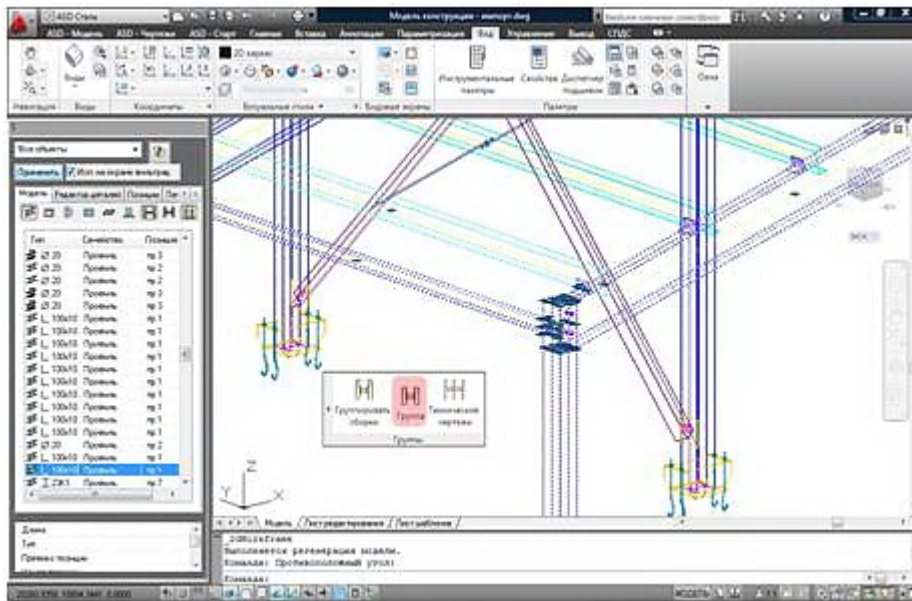
Инспектор объектов с деталями, отправочными марками и их позициями приведен ниже на рисунке.



Произвольные группы элементов

Можно произвольно сгруппировать любые элементы, невзирая на тип соединителя (заводской или монтажный). В процессе создания такой группы ей может быть назначен тип сборки или группа. Если назначен тип сборки, то чертежи будут создаваться по стилю отправочной марки. Если назначен тип группа (стандартный), то чертежи будут создаваться по собственному стилю группы.

Выберите угол рамной конструкции, как показано ниже на рисунке.



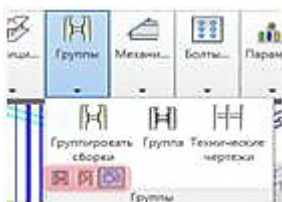
Щелкните на кнопке Группа:

- в ответ на запрос командной строки *Группа* нажмите Enter;
- по запросу введите имя группы *Узел 1*;
- нажмите Enter 2 раза;


В **Инспекторе объектов** появится объект-группа под именем *Узел 1*.

Схема расположения элементов

Для схем расположения элементов следует создать марки, которые в дальнейшем будут размещены на чертежах. Опции для создания марок находятся в разделе *Группы*.



Создание марок для колонн:

- выберите в **Инспекторе объектов** все колонны (I 23K1);
- щелкните на кнопке  **Создание марки для отдельной детали**;
- введите в командной строке имя марки *K1*, нажмите Enter два раза.


По завершении диалога в **Инспекторе** появятся новые объекты.

Аналогично выполните создание марок для балок. Имя марки *Б1*.

Аналогично выполните создание марок для прогонов. Имя марки *П1*.

Аналогично выполните создание марок для связей-труб. Имя марки *С1*.

Создание марок для связей:

- выберите вертикальные связи на одной из сторон конструкции;
- щелкните на кнопке  **Создание марки;**
- введите в командной строке имя марки *СВ1*, нажмите 2 раза Enter.

Создайте аналогично марки для горизонтальных связей. Имя марки *СГ1*.

Для создания схемы запустите на выполнение инструмент *Технические чертежи*.

В ответ на запрос командной строки *Выберите детали* выберите всю модель полностью и нажмите Enter.

В открывшемся диалоговом окне в поле *Имя схемы* введите *Схема конструкции*.

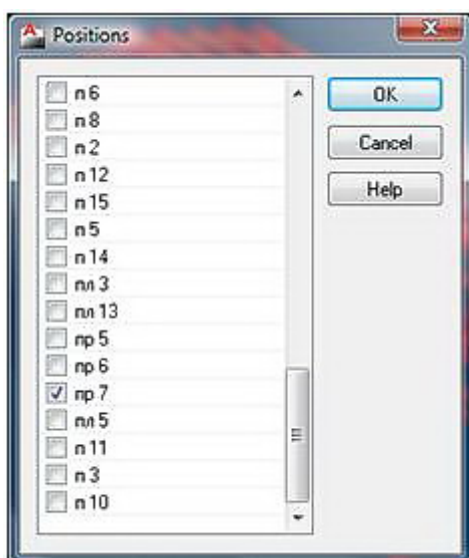
В разделе *Типы* нажмите кнопку *Добавить новый*.

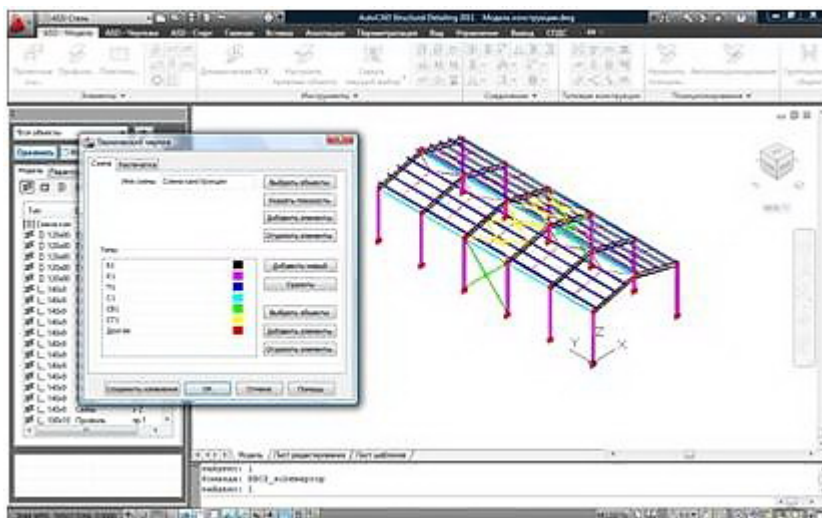
В редактируемом поле введите имя *К1*.

Нажмите кнопку *Выбрать элементы*. На запрос в командной строке *Тип элементов* выберите *Позиция*.

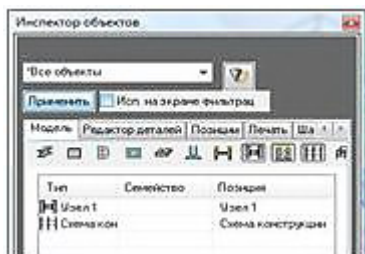
Поставьте флаг возле позиции *пр6*. Это номер позиции, который был назначен колоннам.

Нажмите кнопку *ОК*.






Нажмите кнопку ОК для завершения диалога. В **Инспекторе объектов** появился новый объект *Схема конструкции*.



Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex10/1.avi](#).

Сохраните результат работы в файле *Модель конструкции — позиционирование.dwg* в любом удобном месте (щелкните на кнопке  и используйте опцию *Сохранить как*).

Упражнение 11. Подготовка чертежей

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 10, или откройте файл *Модель конструкции — позиционирование.dwg* из папки *Готовые упражнения*.

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex11/1.avi](#).

Примечание: все представленные ниже чертежи генерируются в автоматическом режиме без каких-либо ручных исправлений — «как есть». Все необходимые дополнительные исправления, которые нужны по мнению пользователя, вносятся вручную имеющимися стандартными средствами AutoCAD и не рассматриваются в рамках данного тест-драйва.

[Генерация чертежа для отдельной детали](#)

[Генерация чертежа для отправочной марки](#)

[Генерация чертежа группы](#)

[Генерация схемы расположения элементов](#)

Генерация чертежа для отдельной детали

Перейдите на вкладку *Позиции* в *Инспекторе объектов*.

Включите радио-кнопку *Детали*.

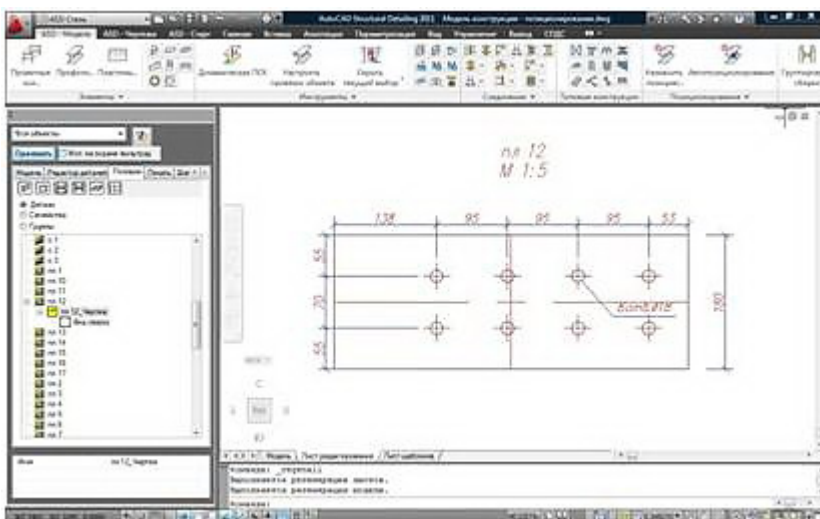
Выберите одну из позиций пластин, например *пл 12*.

Из контекстного меню, по правой кнопке мышки, выберите опцию *Прикрепить документ*.

Из списка предложенных шаблонов, выберите *Пластина 1:5*.



Получим чертеж:



Если в процессе работы модель конструкции была изменена, то чертежи приобретают статус «устаревшие» — иконка перечеркнута красной линией. Для получения обновленного чертежа следует выбрать из контекстного меню опцию *Обновить*.

Примечание: число чертежей, которые можно получить для конкретной позиции не ограничено: используя различные шаблоны, можно получить чертежи разных видов и содержания.

Примечание: для получения чертежей по заданному списку деталей можно воспользоваться опцией из контекстного меню Автоматические чертежи.



Генерация чертежа для отправочной марки

Перейдите на вкладку *Позиции* в *Инспекторе объектов*.

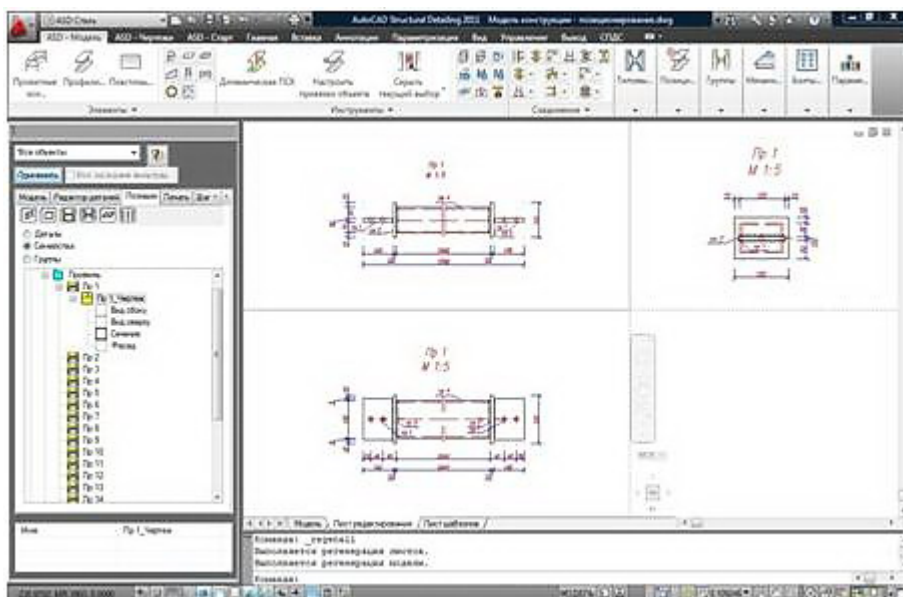
Включите радио-кнопку Семейства. Распахните список *Сборки->Профиль*.

Выберите одну из сборок, например *Пр 1*.

Из контекстного меню, по правой кнопке мышки, выберите опцию *Прикрепить документ*.

Из списка предложенных шаблонов, выберите *Сборка 1:5*.

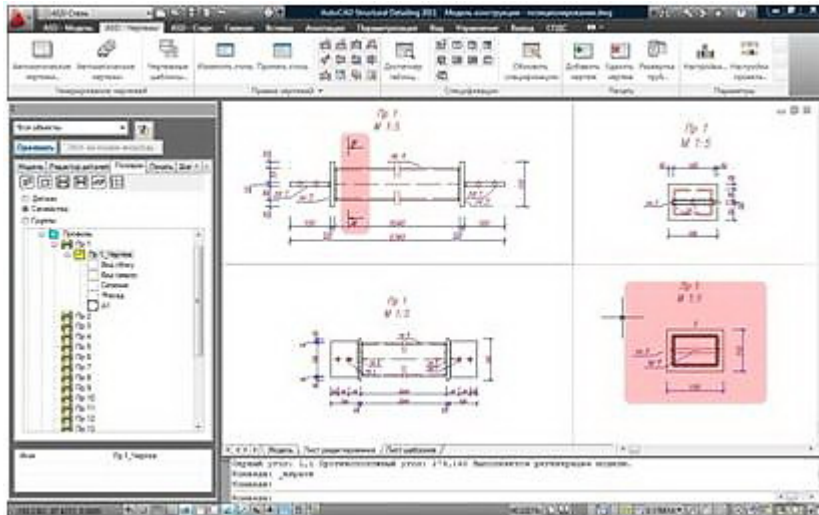
Получим 3 вида отправочной марки.



Чертежи генерируются автоматически в соответствии с настройками стиля. Параметры стиля доступны в диалоговом окне, которое можно вызвать из меню *ASD — Чертежи*, нажав на кнопку *Принять стиль*.

Щелкните мышкой в одном из видов, чтобы он стал активным. Затем щелкните на кнопке *Принять стиль*.

Получим разрез. В **Инспекторе объектов** появляется новый вид А1.



Несмотря на обширность списка параметров и опций, как правило, возникает необходимость внесения ручных исправлений и добавлений. Проблема легко решается — все средства AutoCAD для черчения доступны!

Примечание: рекомендуется ручные правки делать в последнюю очередь, после настройки всех параметров предназначенных для автоматической генерации чертежа, (чертеж можно «заморозить» при помощи опции /, чтобы избежать случайных изменений).

Генерация чертежа группы

Перейдите на вкладку *Позиции* в **Инспекторе объектов**.

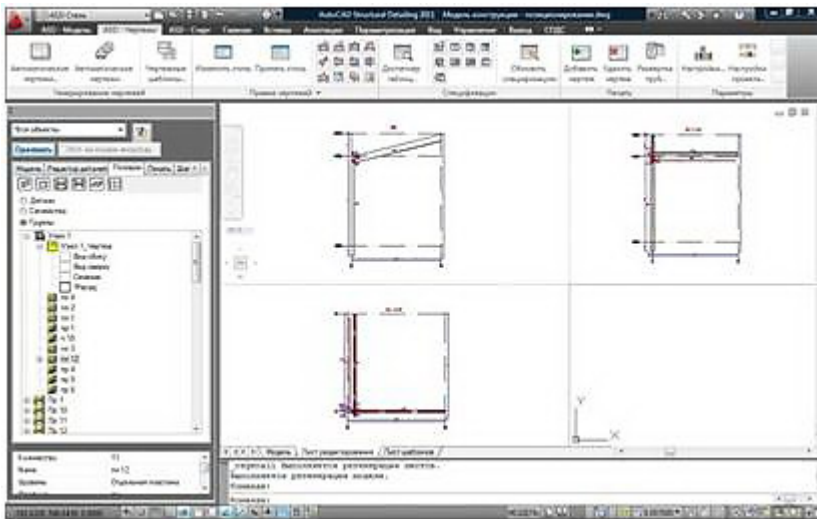
Включите радио-кнопку *Группы*.

Выберите группу *Узел 1*.

Из контекстного меню, по правой кнопке мыши, выберите опцию *Прикрепить документ*.

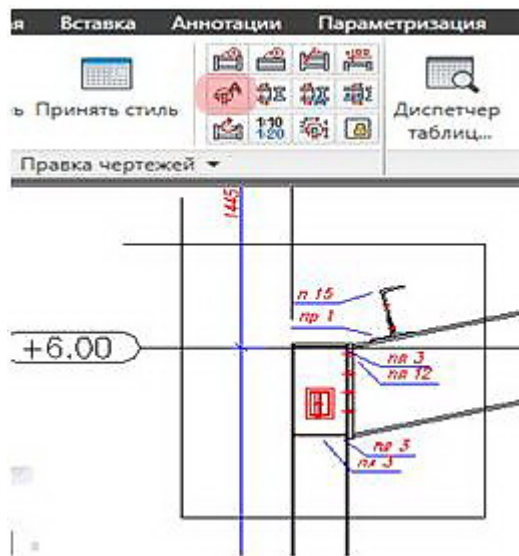
Из списка предложенных шаблонов, выберите *Группа 1:20*.

Получим 3 вида группы.



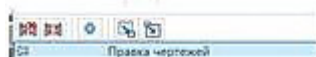
Создадим дополнительный вид с использованием инструмента *Детальный вид*:

- запустите опцию на выполнение;
- очертите прямоугольную область будущего вида, как показано на рисунке;



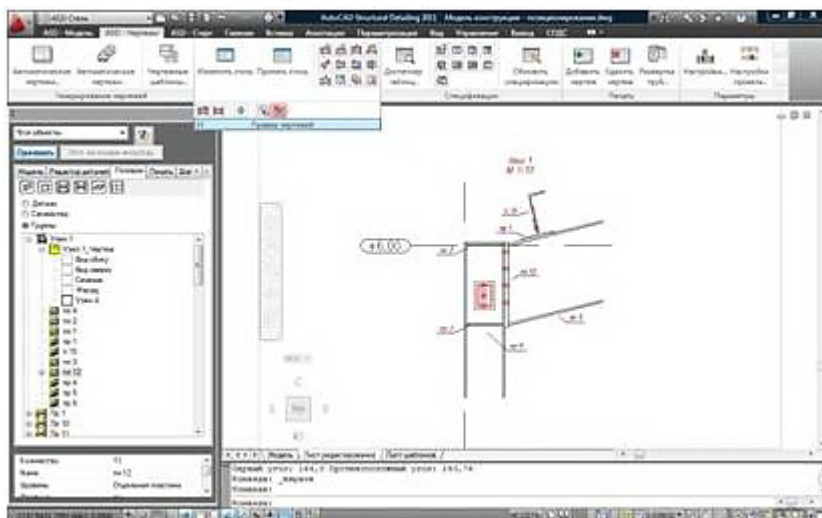
- введите в командной строке имя вида *Узел 1*;
- введите в командной строке масштаб вида 10, в нижней правой четверти экрана появится новый вид;


Кнопки свертывания/
развертывания вида



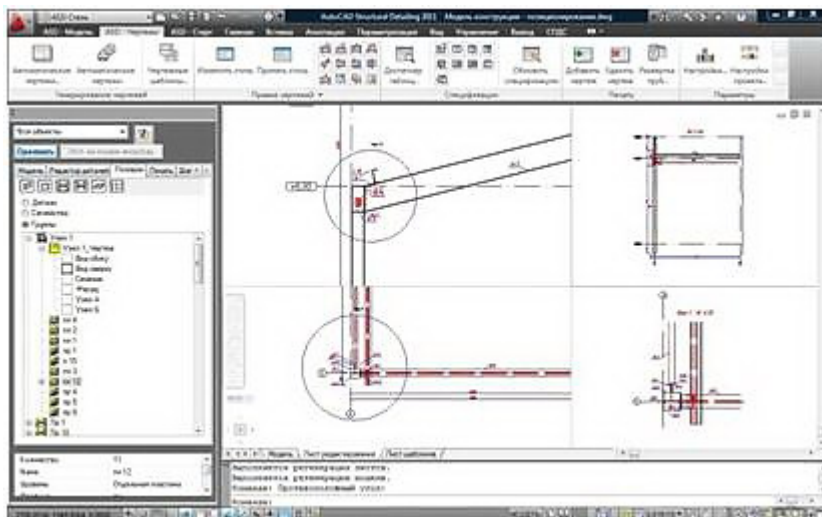
- включите полноэкранную работу с данным видом (для управления процессом используются инструменты раздела *Правка чертежей*).

Щелкните на кнопке . Получите возможность редактирования узла в отдельном видовом окне.



Окончательную доводку чертежа (проставку размеров, выносок и пр.) можно выполнить при помощи стандартных средств AutoCAD. При необходимости сгенерированный блок может быть «взорван» при помощи инструмента . Тогда появляется возможность редактирования каждой линии в отдельности, но делать это желательно при полной готовности модели.

Аналогично подготовьте дополнительный вид — вид узла сверху.



Генерация схемы расположения элементов

Перейдите на вкладку *Позиции* в *Инспекторе объектов*.

Включите радио-кнопку *Группы*.

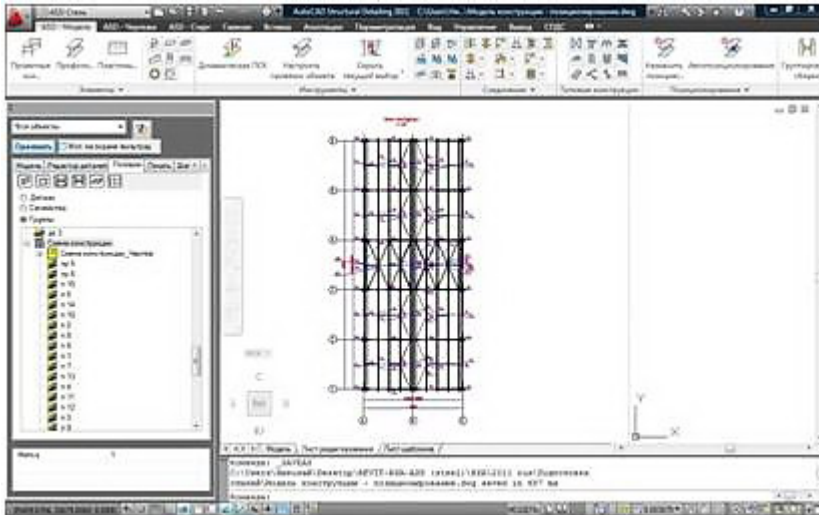
Autodesk. Тест-драйвы 2011

Выберите схему расположения элементов, созданную ранее как объект *Схема конструкции*.

Из контекстного меню, по правой кнопке мышки, выберите опцию *Прикрепить документ*.

Из списка предложенных шаблонов, выберите *Схема 1:100*.

Получим чертеж схемы:



Выполним настройку стиля чертежа.



Для этого щелкнем на кнопке.



В открывшемся диалоговом окне:

— Для вида элементов *Другая* выберем в настройках *Вид* пункт *Нет*. Это означает, что все элементы модели, которые не попали в созданные группы отображаться не будут.



— Для всех видов элементов за исключением группы K1 принять тип марки *Марка схемы без выноски*.

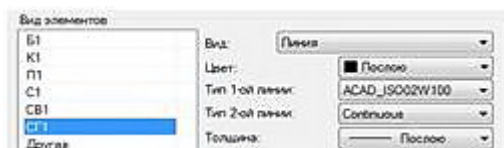


— Для вида элементов К1 включите флаг *Привязочные* и выберите толщину линий для всех видов элементов.

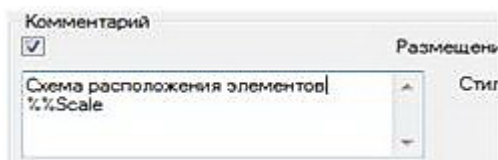


— Для вида элементов П1 включите вид *Прямоугольник*.

— Аналогично для видов С1, СГ1, СВ1 включите вид *Линия*



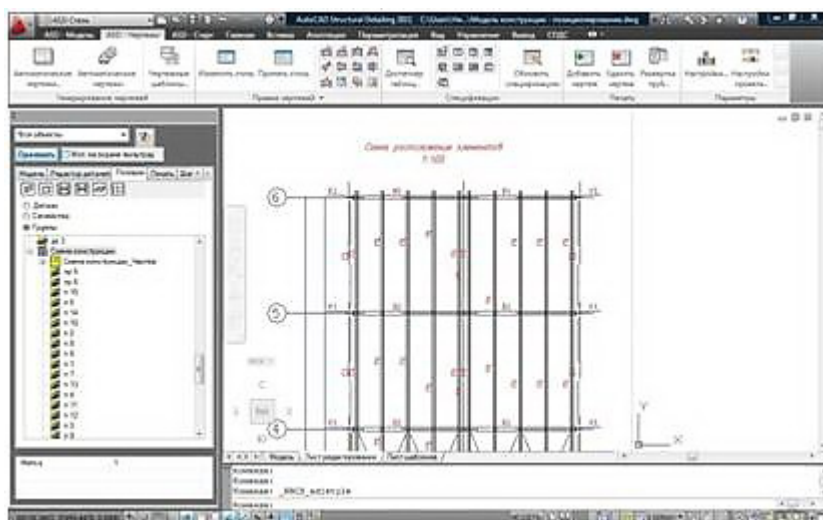
— Для видов С1, СГ1, СВ1 измените тип линии.



— В разделе *Комментарий* внесите имя *Схема расположения элементов конструкции*.

Нажмите кнопку ОК.

Получим чертеж:

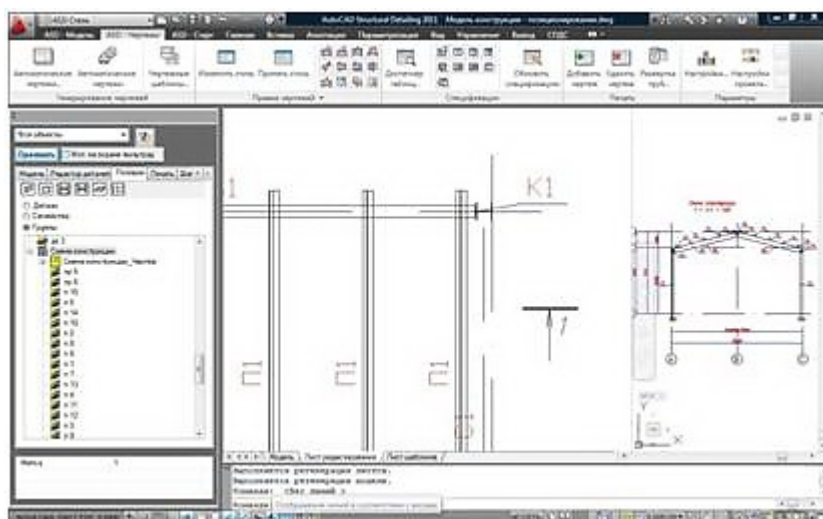


Создадим три характерных разреза при помощи опции *Разрез*.

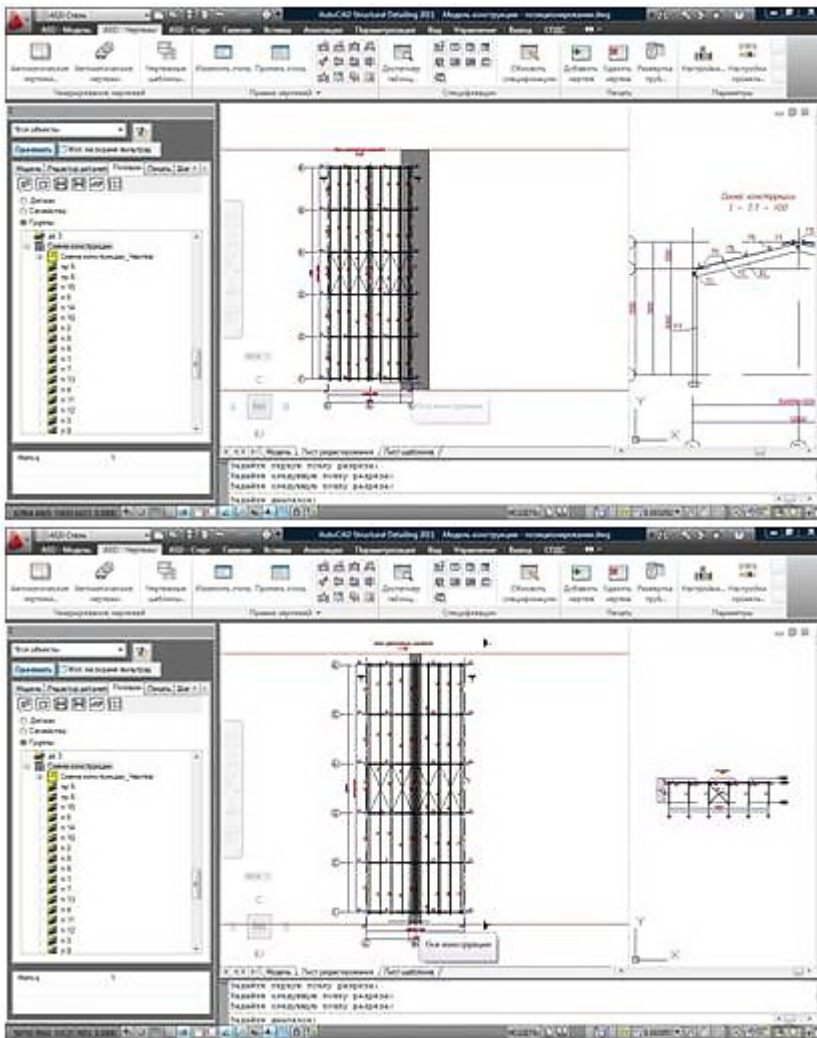
Для этого указывается начальная и конечная точки разреза и задается его имя, например 1:




Получим в данном месте разрез (разрез отображен на виде справа).



Создадим два продольных разреза (2-2 и 3-3).



Настройка стиля чертежей разрезов выполняется аналогично стилю основного вида.

Сохраните результат работы в файле *Модель конструкции — чертежи.dwg* в любом удобном месте (щелкните на кнопке  и используйте опцию *Сохранить как*).

Видео по данному упражнению представлено в файле video/ex11/1.avi.

Упражнение 12. Компоновка чертежей и спецификации

Продолжите работу с файлом, сохраненным в Упражнении 11, или откройте файл *Модель конструкции — чертежи.dwg* из папки *Готовые упражнения*.

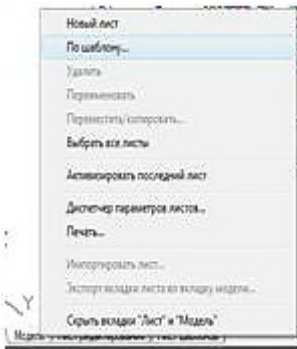
Видео по данному упражнению представлено в файле video/ex12/1.avi.

- [Компоновка чертежа для отдельной детали](#)
- [Компоновка чертежа для отправочной марки](#)
- [Компоновка чертежа для схемы расположения элементов](#)

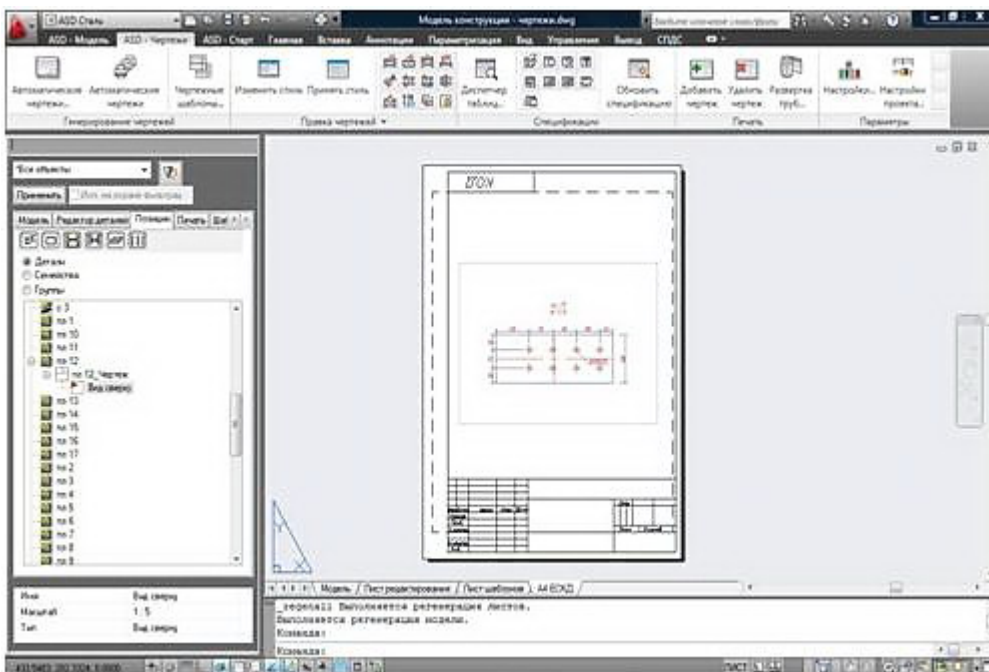
Компоновка чертежа для отдельной детали

Щелкните правой кнопкой мыши в области закладок в нижней части окна рисования и выберите опцию *По шаблону*.

Из предложенного списка шаблонов выберите подходящий шаблон, например *A4 ESKD ASD 070*. Откройте его и создайте компоновку *A4 ESKD* (имя можно изменить). К существующим закладкам добавится новая.



Перейдите на эту закладку. Затем на закладке **Инспектора объектов** *Позиция* выберите вид чертежа отдельной детали. Из контекстного меню выберите *Добавить к текущей распечатке* и разместите вид чертежа на листе компоновки:

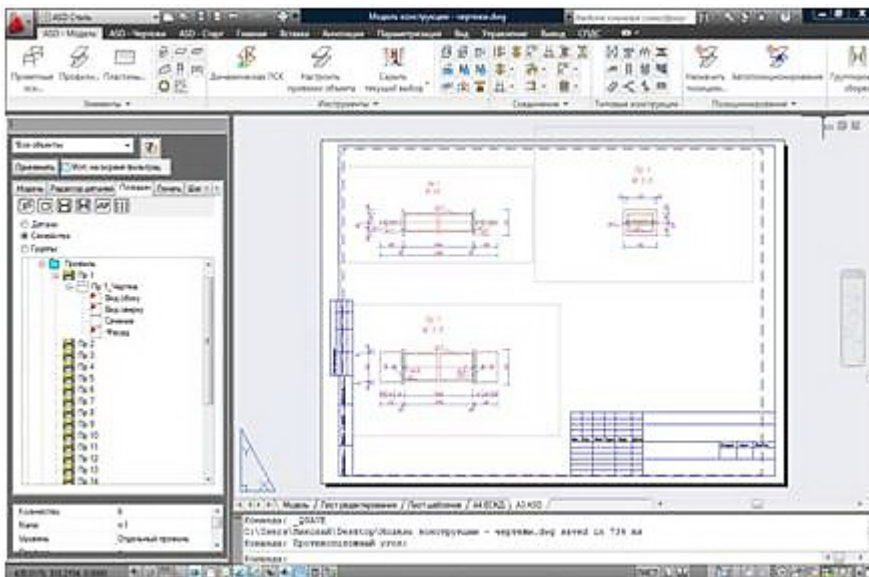


Текущую компоновку можно распечатать.

Компоновка чертежа для отправочной марки

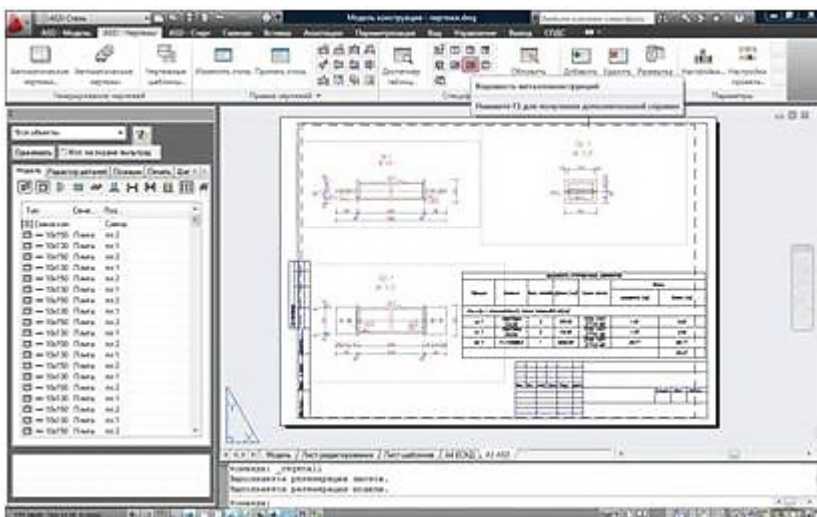
Так же как и в предыдущем случае (для отдельной детали) создайте компоновку, открыв шаблон *A3 ASD*.

На данную компоновку выложите виды созданных чертежей для отправочной марки: *Фасад, Вид сверху и А1*.



Перейдите в раздел меню *Таблицы*, щелкните на кнопке *Ведомость металлоконструкций*.

На запрос командной строки *Набор таблиц* выберите *Все* и разместите спецификацию на листе компоновки.



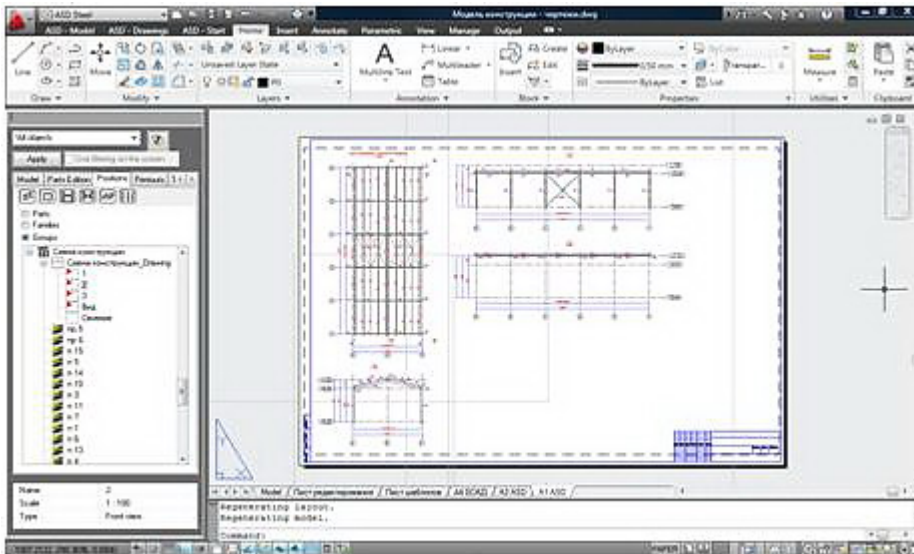
Текущую компоновку можно распечатать.

Компоновка чертежа для схемы расположения элементов

Autodesk. Тест-драйвы 2011

Создайте компоновку, открыв шаблон *A1 ASD*.

Перейдите на закладку *Позиции* в **Инспекторе объектов** и выберите объект *Схема конструкции*. Выложите на компоновку виды чертежа: *Вид, 1, 2, 3*.

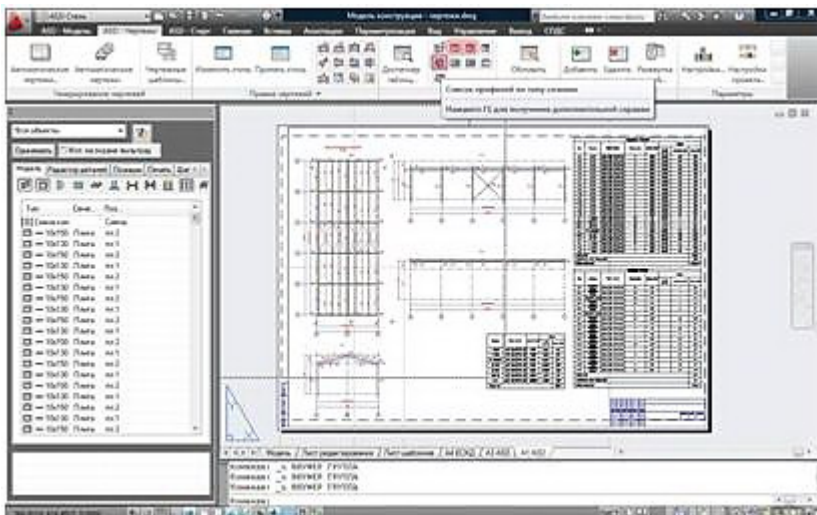


Перейдите в раздел меню *Таблицы*, щелкните на кнопке *Список профилей*.


На запрос командной строки *Набор таблиц* выберите *Все* и разместите спецификацию на листе компоновки.

Аналогично вставьте таблицы *Список пластин* и *Список профилей* по типу сечения.

Общий вид компоновки представлен ниже:



Текущую компоновку можно распечатать.

Сохраните результат работы в файле *Модель конструкции — чертежи и спецификации.dwg* в любом удобном месте (щелкните на кнопке  и используйте опцию *Сохранить как*).

Видео по данному упражнению представлено в файле [video/ex12/1.avi](#).

Заключение

В результате выполнения тест-драйва в программе Autodesk Robot Structural Analysis:

- создана модель каркасного стального сооружения;
- выполнен статический расчет конструкции;
- проверены и подобраны сечения элементов.

В программе AutoCAD Structural Detailing:

- произведен импорт модели из Autodesk Robot Structural Analysis;
- подготовлена детальная пространственная модель сооружения;
- сгенерированы чертежи отдельной детали, узла и схемы расположения элементов;
- подготовлены компоновочные листы для печати.

Надеемся, что время, проведенное за выполнением предложенных заданий, прошло интересно и продуктивно. Хотим также обратить ваше внимание на то, что данный тест-драйв знакомит только с основными возможностями Autodesk Robot Structural Analysis 2011 и AutoCAD Structural Detailing 2011. Для более глубокого и профессионального освоения продуктов вы можете обратиться в Авторизованные Учебные Центры Autodesk. Более подробная информация доступна на <http://www.autodesk.ru/atc>.

Мы будем рады обратной связи с вами, она поможет усовершенствовать материалы тест-драйвов в будущем. Короткая анкета, заполнение которой не займет у вас более 5 минут, расположена по адресу www.autodesk.ru/td_feedback.

Задать вопросы коллегам, найти уроки и видео-примеры использования продуктов, блоги вы можете на сайте Сообщества пользователей Autodesk в СНГ — community.autodesk.ru.

Подписка на новости от Autodesk — www.autodesk.ru/mail.