

Техническое Задание

Введение	3
Назначение разработки.....	4
Требования к программе.....	5
Бизнес требования	5
Пользовательские требования.....	5
Функциональные требования.....	7
Нефункциональные требования.....	9
Пользовательский интерфейс	10
Требования к программной документации.....	14
Технико-экономические показатели	15
Ориентировочная экономическая эффективность	15
Предполагаемая потребность	15
Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами	15

Введение

Разрабатываемый программный продукт (далее РПД) – программа для подбора элементов соединения стальной конструкции. Является частью платформы evrazsteelengineering.ru раздела «Калькуляторы».

РПД позволяет выбрать профиль колонны, балки, желаемый тип узла из заранее сформированного списка, настроить элементы соединения и указать усилия, действующие на главные элементы конструкции. Результатом выполнения программы является отчет по расчету.

Основная цель РПД – упростить работу инженера-конструктора при разработке узлов стальных конструкций.

Назначение разработки

Функциональное назначение – РПД на основе входных данных (основных элементов соединения, второстепенных элементов соединения, усилия в элементах конструкций) генерирует отчет по расчету соединения металлической конструкции.

Эксплуатационное назначение – РПД является частью платформы evrazsteelengineering.ru раздела «Калькуляторы», позволяющей упростить работу инженеров при разработке металлических конструкций. Инженер путем взаимодействия с РПД может получить отчет по расчету узла металлической конструкции.

Требования к программе

Бизнес требования

Увеличить осведомленность участников строительного рынка о продуктах компании.

Результат – повышение спроса на продукты компании, в том числе на цифровых платформах.

Метрикой успешности принять рост количества пользователей онлайн-платформы evrazsteelengineering.ru.

Пользовательские требования

Пользовательские требования к РПД опишем в виде пользовательских историй:

ПТ-1. Я, как инженер, хочу иметь возможность открыть веб-калькулятор с не самого современного браузера, чтобы пользоваться калькулятором со старых компьютеров

ПТ-2. Я, как инженер, хочу при проблемах с веб-калькулятором, обратиться в службу поддержки, чтобы сообщить о них

ПТ-3. Я, как инженер, хочу иметь возможность отправить разработчикам обратную связь, чтобы калькулятор был улучшен в соответствии с моим опытом взаимодействия с ним

ПТ-4. Я, как инженер-энтузиаст, хочу иметь возможность отправить разработчикам своё готовое улучшение, чтобы принять участие в развитии калькулятора

ПТ-5. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбора профиля балки и колонны чтобы разрабатывать разные соединения

ПТ-6. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбора материала балки и колонны, чтобы разрабатывать разные соединения

ПТ-7. Я, как инженер, хочу иметь возможность указать усилия в колонне и балке, чтобы учесть напряженно-деформированное состояние конструкции

ПТ-8. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать вид соединения (жесткий или шарнирный) чтобы разрабатывать разные соединения

ПТ-9. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать тип соединения (внутри вида) чтобы подобрать соединение под конструктивные особенности сооружения

ПТ-10. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать профиль элементов соединения, чтобы оптимизировать сортамент в проекте

ПТ-11. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать материал элементов соединения, чтобы оптимизировать сортамент в проекте

ПТ-12. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать размер болтов в соединении, чтобы оптимизировать метизы в проекте

ПТ-13. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать класс прочности болтов в соединении, чтобы оптимизировать метизы в проекте

ПТ-14. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать стандарт болтов в соединении, чтобы оптимизировать метизы в проекте

ПТ-15. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать катет сварного шва в соединении, чтобы учесть напряженно-деформированное состояние соединения

ПТ-16. Я, как инженер, хочу иметь возможность выбрать тип электрода сварного шва в соединении, чтобы учесть требования проекта

ПТ-17. Я, как инженер, хочу иметь возможность выполнить расчет узла на разные комбинации усилий, чтобы учесть несколько напряженно-деформированных состояний конструкций

ПТ-18. Я, как инженер, хочу иметь возможность получить отчет по расчету в виде таблицы с фактором проверки и коэффициентом использования, чтобы оценить несущую способность соединения

ПТ-19. Я, как инженер, хочу иметь возможность получить ссылки на методики расчета, чтобы проверить соединение в ручную

ПТ-20. Я, как продвинутый инженер, хочу иметь возможность получить расширенный отчет по расчету в виде пояснительной записки с математическими формулами, чтобы контролировать процесс расчета и убедиться в верности расчета

ПТ-21. Я, как продвинутый инженер, хочу иметь возможность получить отчет по расчету в виде модели IDEA StatiCa, чтобы иметь второй фактор проверки

ПТ-22. Я, как инженер, хочу иметь возможность сохранить отчет по расчету в виде текстового документа, чтобы позже вернуться к нему

ПТ-23. Я, как инженер, хочу иметь возможность сохранить настройки соединения на сайте, чтобы позже вернуться к его доработке

Функциональные требования

Пользовательские требования	Функциональные требования
Критические	
ПТ-2 «обращение в службу поддержки», ПТ-3 «обратная связь с разработчиком»	ФТ-1. РПД должен иметь список ссылок на каналы связи с службой поддержки
ПТ-5. «выбор профиля балки и колонны» ПТ-10. «выбор профиля элементов соединения»	ФТ-2. РПД должен иметь список из сортаментов профилей ФТ-3. РПД должен иметь список профилей для каждого сортамента ФТ-4. В РПД должна быть возможность выбрать профиль для каждого элемента соединения независимо друг от друга ФТ-5. РПД должен иметь возможность указать свободные размеры профиля
ПТ-6. «выбор материала балки и колонны» ПТ-11. «выбор материала элементов соединения»	ФТ-6. РПД должен иметь список из сортаментов материалов ФТ-7. РПД должен иметь список материалов для каждого сортамента ФТ-8. В РПД должна быть возможность выбрать материал для каждого элемента соединения независимо друг от друга ФТ-9. РПД должен иметь возможность указать свободные характеристики материала
ПТ-8. «выбор вида соединения» ПТ-9. «выбор типа соединения»	ФТ-10. РПД должен иметь переключатель между видом соединения ФТ-11. РПД должен иметь список типов

	соединения для каждого вида
ПТ-14. «выбор стандарта болтов»	<p>ФТ-12. РПД должен иметь список из сортовентов метизов</p> <p>ФТ-13. В РПД должна быть возможность выбрать стандарт болтов для каждого набора болтов независимо друг от друга</p>
<p>ПТ-12. «выбор размера болтов»</p> <p>ПТ-13. «выбор класса прочности болтов»</p>	<p>ФТ-14. РПД должен иметь список размеров болтов в соответствии с выбранным стандартом</p> <p>ФТ-15. РПД должен иметь список классов прочности болтов в соответствии с выбранным стандартом</p>
<p>ПТ-15. «выбор катета сварного шва»</p> <p>ПТ-16. «выбор типа электрода»</p> <p>ПТ-24. «выбор типа сварного шва»</p>	<p>ФТ-16. В РПД должна быть возможность указать катет сварного шва для каждого шва независимо друг от друга</p> <p>ФТ-17. В РПД должна быть возможность выбрать из списка тип электрода для каждого шва независимо друг от друга</p> <p>ФТ-28. В РПД должна быть возможность выбрать из списка тип сварного шва</p>
ПТ-17. «расчет на разные комбинации усилий»	<p>ФТ-18. РПД должен иметь таблицу действующих усилий на элементы</p> <p>ФТ-19. В РПД должна быть возможность создать несколько таблиц действующих усилий</p> <p>ФТ-20. В РПД таблица действующих усилий должна учитывать вид соединения – например, в шарнирном узле невозможно указать изгибающий момент</p>
<p>ПТ-18. «отчет по расчету в виде таблицы»</p> <p>ПТ-19. «ссылки на методики расчета»</p>	<p>ФТ-21. РПД должна представлять отчет по расчету в виде таблицы</p> <p>ФТ-22. Столбцы таблицы отчета по расчету в РПД: фактор проверки – коэффициент использования – ссылка на методику расчета</p>
Важные	

ПТ-22. «сохранение отчета по расчету в виде текстового документа»	ФТ-23. В РПД должна быть возможность сохранить соединение с выбранными элементами, таблицами усилий, результатами расчета в виде текстового документа.
ПТ-23. «сохранение узла на сайте»	ФТ-24. В РПД должна быть возможность сохранить соединение с выбранными элементами, таблицами усилий и результатами расчета в виде строки или json файла ФТ-25. В РПД должна быть возможность загрузки настроек узла из строки или json файла
Желательные	
ПТ-4. «отправить доработку разработчику»	ФТ-26. РПД должен иметь систему плагинов для расширения методик расчета
ПТ-20. «расширенный отчет по расчету»	ФТ-27. РПД должна предоставлять возможность сохранить соединение с выбранными элементами, таблицами усилий, результатами расчета в виде пояснительной записки с математическими формулами в виде текстового документа
ПТ-21. «отчет по расчету в виде файла IDEA StatiCa»	ФТ-28. РПД должна предоставлять возможность сохранить соединение с выбранными элементами и таблицами усилий в виде файла IDEA StatiCa

Нефункциональные требования

Пользовательское требование	Нефункциональное требование
ПТ-1. «открыть РПД из любого браузера»	НФТ-1. РПД должен работать одинаково во всех браузерах НФТ-2. РПД должен работать в браузерах возрастом 5 лет

ПТ-3. «отправить обратную связь»	Обратная связь должна быть быстрой, в течение рабочего дня
ПТ-4. «отправить доработку разработчику»	НФТ-4. РПД должен предоставлять инженерам документацию по разработке методов расчета соединений (плагинов)
ПТ-17. «расчет на разные комбинации усилий»	НФТ-5. Создание таблиц усилий должно быть простым, включая создание из буфера обмена
ПТ-18. «отчет по расчету в виде таблицы»	НФТ-6. Ячейки с коэффициентами использования должны быть окрашены в соответствии с коэффициентом использования (например, при превышении 0.95 – красным) НФТ-7. Таблица отчета по расчету должна копироваться в буфер обмена

Пользовательский интерфейс



Рис. 1. Концепция главного экрана РПД

Главный экран РПД имеет следующие 3 основные области: область просмотра соединения, область свойств и область функций.

Область просмотра соединения

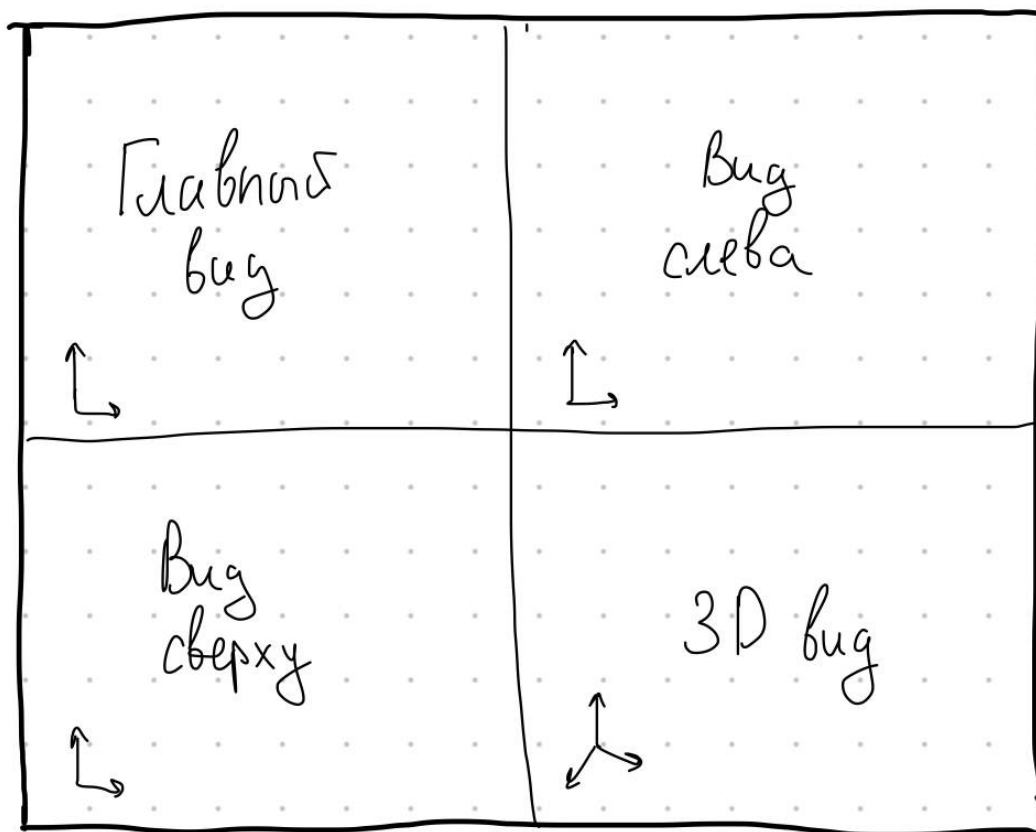


Рис. 2. Область просмотра соединения

Область просмотра поделена на 4 части – главный вид, вид сверху, вид слева и 3D вид. Это позволит эффективно выбирать элементы, которые необходимо настроить и отслеживать изменения.

Область функций



Рис. 3. Область функций

Область функций представляет классическое меню программы. В нем доступен выбор с помощью радио кнопок вида соединения, а с помощью выпадающего списка типа соединения.

Также есть 4 кнопки меню: «Соединение», «Конструирование», «Расчет» и «Помощь».

Меню «Соединение» позволяет сохранить соединение в виде строки или json файла, также позволяет импортировать соединение из этих форматов.

Меню «Конструирование» и «Расчет» переключает РПД между режимами конструирования и расчета. Режим конструирования – режим, в котором доступно редактирование элементов соединения и переключение в режим расчета. Режим расчета позволяет прикладывать к соединению усилия и производить расчет, а также переключаться в режим конструирования.

Меню «Помощь» содержит ссылки на службу поддержки, руководство пользователя и руководство разработчика плагинов.

Область свойств

В режиме
конструирования

Сварной шов №3

текущий элемент

параметры текущего элемента

Катет мм

Электрод

Тип шва

В режиме
расчета

Усилия

№	N	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
1K	20	5	7	-	-	-
1B	2	15	1	-	-	-

← усилия в колонке и строке

→ добавить новую комбинацию

Результаты

Фактор	коэф. исп.	ссылка
xxx	0,8	п. 3.4.5
yyy	0,2	п. 8.2
zzz	1,2	п. 9.8.7

Рис. 4. Область свойств

Представление области свойств зависит от выбранного режима. В режиме конструирования область свойств отображает текущий элемент и параметры, которыми задается текущий элемент.

В режиме расчета область свойств делится на 2 части: область задания усилий и область результатов. Область задания усилий представляет собой таблицу с усилиями, действующими в главных элементах соединения. Область результатов показывает отчет по расчету в виде таблицы с фактором проверки, коэффициентом использования и ссылкой на методику расчета.

Требования к программной документации

Программная документация должна быть разработана в составе:

1. РПД. Техническое задание;
2. РПД. Пояснительная записка;
3. РПД. Руководство пользователя;
4. РПД. Руководство разработки плагинов;
5. РПД. Текст программы.

Технико-экономические показатели

Ориентировочная экономическая эффективность

Использование РПД позволит сократить и упростить работу инженеров при разработке соединений металлических конструкций. Также позволит продвигать продукты компании-разработчика и повышать осведомленность о решениях компании-разработчика.

Предполагаемая потребность

Предполагаемая потребность обуславливается тем фактом, что на данный момент существуют только зарубежные веб-ориентированные инструменты для расчета соединений металлических конструкций, которые имеют ограничения и не могут применяться российскими инженерами. Также существуют настольные современные решения для расчета любых узлов (IDEA StatiCa). Но поскольку все эти продукты западные получить лицензию на их использование невозможно, а также они не лицензированы для применения на территории Российской Федерации.

Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

Основные аналоги – настольные программные решения с дорогими лицензиями и широкими функциональными возможностями. РПД предлагает решение узкоспециализированных задач, но без лицензирования продукта. Поэтому рассмотрим веб-ориентированные решения других разработчиков.

<https://skyciv.com/free-connection-design-calculator/> – облачное решение для расчета соединений металлических конструкций «Steel Connection Design Calculator» от разработчика SkyCiv. Позволяет выполнить расчет по нормам США, ЕС и Австралии. Позволяет точно настроить представление узла. Не позволяет рассчитывать по российским нормам, нет таблицы усилий. Таблица отчет по расчету краткая, все проверки доступны только по подписке. Сохранение отчета по расчету в виде текстового документа доступно только по подписке.

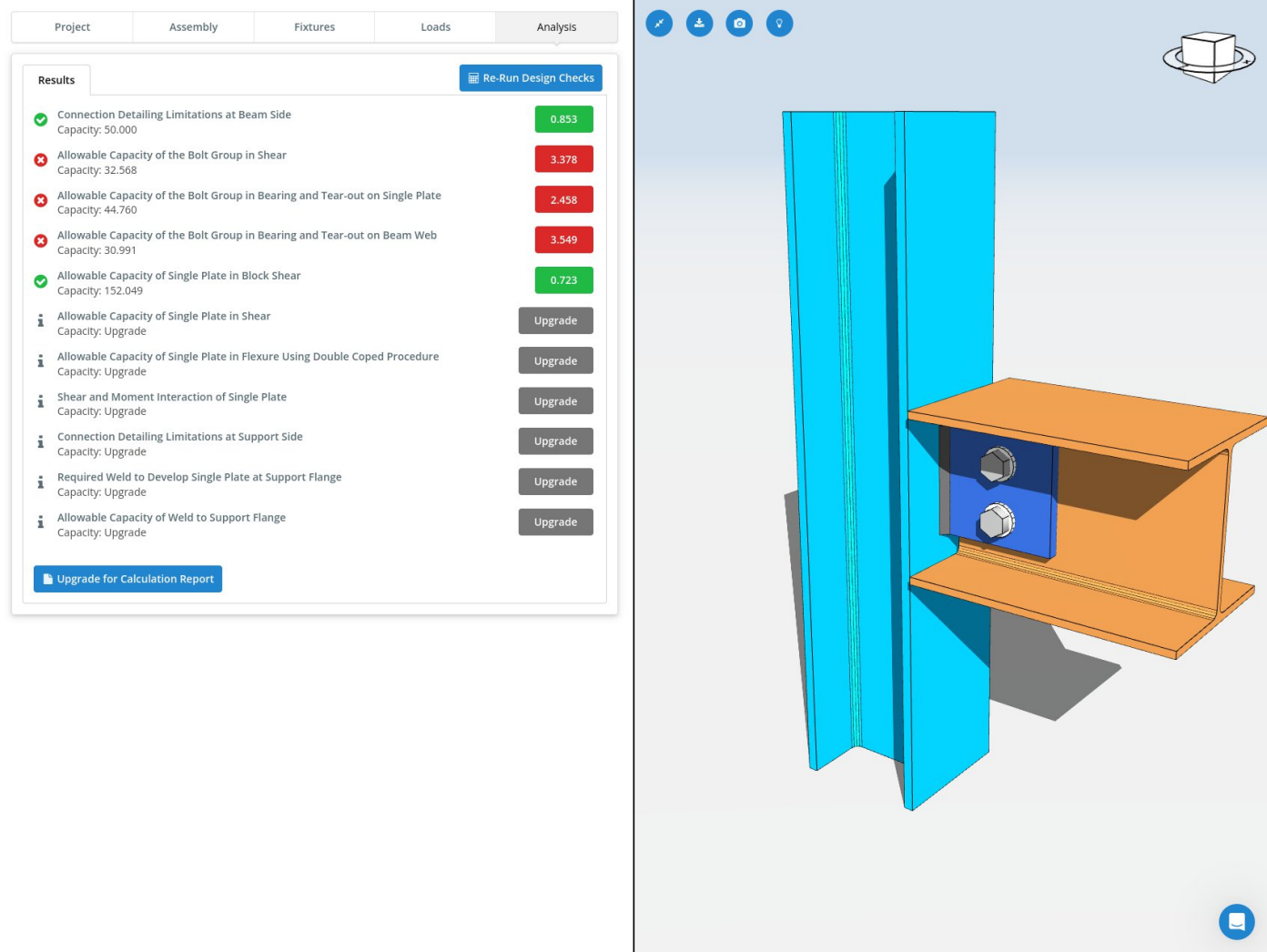


Рис. 1. Интерфейс «Connection Design Calculator» в режиме результатов расчета

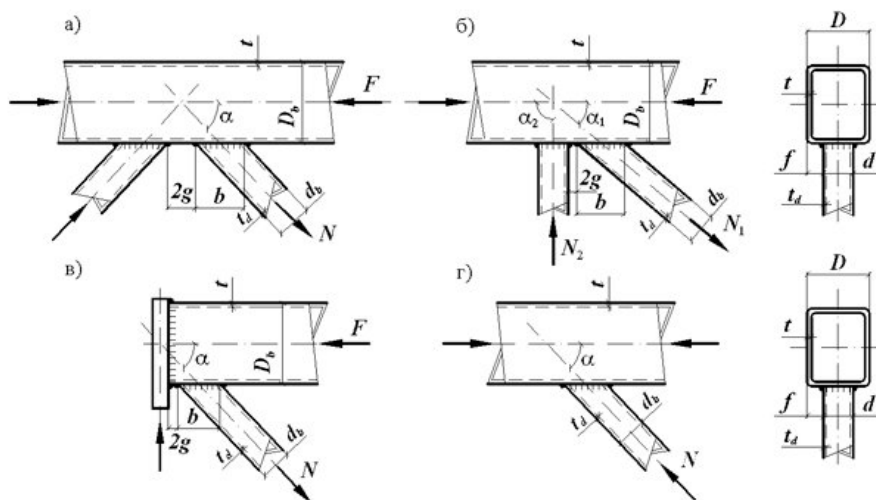
http://webcad.pro/molod_uzly/molod_uzly.html – веб-калькулятор для расчета узлов фермы из ГСП. Расчет проводится по российским нормам. Расчет выполняется для конкретного случая, выбрать возможно только профили пояса и раскосов. Материал задается численно, без выпадающего списка. Сварные швы также задаются численно.

Проверка узла фермы из гнутосварных профилей (типа «Молодечно»)

Допущения и предпосылки

Методика расчета принята согласно СП 16.13330.2011, приложение «Л».

Правило знаков для продольных усилий: сжатие «-»; растяжение «+».



Тип рассчитываемого узла (см. рис.)

- ☒ — По а, б или в: примыкание двух и более элементов либо опорный узел [Тип 1]
- ☐ — По г: примыкание одного элемента, не опорный узел [Тип 2]

Расчетные нагрузки в узле

Продольное усилие в примыкающем раскосе:
(сжатие «-»; растяжение «+»)

N кгс (1 тс = 10^3 кгс)

Изгибающий момент в примыкающем раскосе:

M кгс·см (1 тс·м = 10^5 в)

Продольное усилие в поясе фермы:
(сжатие «-»; растяжение «+»)

F кгс

Размеры пояса

Высота пояса:

D_b см

Ширина пояса:

D см

Толщина стенки пояса:

t см

Площадь поперечного сечения пояса:

A см²

☒ Взять данные из сортамента

☒ Квадратные профили:

☐ Прямоугольные профили:

Размеры примыкающего раскоса

Высота раскоса:

d_b см

Ширина раскоса:

d см

Толщина стенки раскоса:

t_d см

Площадь поперечного сечения раскоса:

A_d см²

Половина расстояния между смежными раскосами:

g см

Угол между поясом и раскосом:

α градусы

Рис. 2. Интерфейс webcad.pro по расчету узла металлической фермы в режиме настройки соединения