

Рупор. Расчет и проектирование

Блокнот: Блокнот по умолчанию
Создана: 07.05.2020 4:08
Автор: Вадим Дмитриевич
Источник: <https://www.drive2.ru/c/1037892/>

Рупор. Расчет и проектирование



kydryvcev Был больше месяца назад

Я езжу на Лада 2110 по простому
Краснодар, Россия

Господа, я Вас всех категорически приветствую!

В данном посте я постараюсь как можно информативней раскрыть методику расчета и методы проектирования в новом, а точнее давно забытом старом, корпусе — задненагруженный рупор.

Не так давно гуляя по просторам всемирной паутины наткнулся на новый тип — рупор (ну, по крайней мере для меня новый). И тут начались поиски всевозможной информации: способы расчета, чертежи, результаты и отзывы. Чем больше я искал, тем больше убеждался, что такого объема, как скажем про ЧВ и нет. Заглянул на всемилюбимый сайт D2 и что то конкретное найти не смог.

Я конечно же понимаю, что есть люди, которые проектировали рупора и несколько лет назад, но тем не менее считаю, что на данное время количество интересующихся людей высоко и продолжает расти.

Поднабравшись за несколько месяцев изучения информации, попробую описать методику расчета рупора. Часто встречаю комментарии, когда один пишет, что рупор "валит", другой, что это пустая трата времени, сил и денег. Давайте разбираться вместе:

Рупор по сути — это фазоинверторный короб, к которому прилегают расширяющийся в определенных пропорциях и определенной длины порт. Рупор отыгрывает широкий диапазон частот, иногда это составляет 30-100 Гц. (не будем сейчас говорить о плюсах и минусах того или иного оформления) и имеет большой КПД. Рассчитывать рупор необходимо под определенный динамик и проектировать короб под конкретный багажник. Ни в коем случае не брать какой попало чертеж, а потом говорить, что рупор — ерунда

Начнем: имеем. к примеру, динамик Kick PRO 300 и хотим под него рупор.

Для начала нам нужна программа. Я пользовался Hornresp и скачать ее можно скажем [отсюда](#)

Ок! Скачали, открыли и видим вот такое окно:

Hornresp - Input Parameters

File Tools Window Help

Ang	0,5 x Pi	Eg	2,83	Rg	0,00	Cir	1,00
S1	80,00	S2	350,00	Con	60,00	F12	0,00
S2	350,00	S3	2400,00	Exp	75,00	F23	70,27
S3	0,00	S4	0,00	L34	0,00	F34	0,00
S4	0,00	S5	0,00	L45	0,00	F45	0,00

Sd	350,00	Cms	4,00E-04	Mmd	20,00	Re	6,00
Bl	18,00	Hms	4,00	Le	1,00	Nd	1
Vrc	14,00	Fr	40000,00	Vtc	900,00		
Lrc	16,00	Tal	4,00	Atc	350,00		

Comment: Default horn loudspeaker parameters

Previous Next Edit Add Delete Record 1 of 1 Calculate

Calculate results

Пугаться большим количеством значений и чисел не нужно, сейчас разберем. Для начала работы нужно нажать кнопку Add на картинке ниже она выделена красным овалом.

Hornresp - Input Parameters

File Tools Window Help

Ang	0,5 x Pi	Eg	2,83	Rg	0,00	Cir	1,00
S1	80,00	S2	350,00	Con	60,00	F12	0,00
S2	350,00	S3	2400,00	Exp	75,00	F23	70,27
S3	0,00	S4	0,00	L34	0,00	F34	0,00
S4	0,00	S5	0,00	L45	0,00	F45	0,00

Sd	350,00	Cms	4,00E-04	Mmd	20,00	Re	6,00
Bl	18,00	Rms	4,00	Le	1,00	Nd	1
Vrc	14,00	Fr	40000,00	Vtc	900,00		
Lrc	16,00	Tal	4,00	Atc	350,00		

Comment NEW RECORD - Default horn loudspeaker parameters

Previous Next Edit **Add** Delete Record 2 of 2 Calculate

Add new record

Нажали, теперь окна у нас стали активными. Продолжаем работу с данными, выделенными ниже на картинке

Hornresp - Input Parameters

File Tools Window Help

Ang	0,5 x Pi	Eg	2,83	Rg	0,00	Cir	1,00
S1	80,00	S2	350,00	Con	60,00	F12	0,00
S2	350,00	S3	2400,00	Exp	75,00	F23	70,27
S3	0,00	S4	0,00	L34	0,00	F34	0,00
S4	0,00	S5	0,00	L45	0,00	F45	0,00

Sd	480,00	Cms	1,33E-04	Mmd	255,19	Re	3,80
Bl	16,25	Rms	10,05	Le	1,00	Nd	1
Vrc	14,00	Fr	40000,00	Vtc	900,00	CAUTION: Atc < Sd	
Lrc	16,00	Tal	4,00	Atc	350,00		

Comment NEW RECORD - Default horn loudspeaker parameters

Previous Next Edit Add Delete Record 2 of 2 Calculate

Vrc Lined closed rear chamber volume (litres)

Sd — это эффективная площадь динамика. Среднее значение для 12" динамика составляет 480 см². Вводим в это поле цифру 480

Cms — это жесткость механики подвеса. Не пугаемся, если не имеем такое значение. Дважды кликаем в окошке с циферками, появляется маленькое окошко, где не русскими словами программа спрашивает правильно ли мы ввели значение эффективной площади. Мы с ней соглашаемся и в новом появившемся окне вводим значение vas нашего динамика и жмем Ок.

Mmd — масса подвижки. Опять таки не пугаемся если сего значения нет. Как и в прошлом параметре, кликаем дважды по значению. Соглашаемся, что ввели правильно площадь и правильно рассчитали жесткость и в оконцовке в пустой строке вводим резонансную частоту динамика Fs.

Re — сопротивление постоянному току. Именитые производители указывают данную цифру. Но если такого значения не имеем, то для 4-х омных динамиков данное значение будет чуть меньше сопротивления динамика и равно 3,6-3,8. Выбираем любое из этого предела.

Bl — сила мотора. Дважды кликаем по этому окошку, соглашаемся тем, что правильно ввели параметры Re и Cms. В последнем окне вводим Qes — электрическую добротность.

Rms — это механическое сопротивление. Опять таки, дважды кликаем по окошку, соглашаемся с правильностью введения жесткости динамика и резонансной частоты. В конце ставим Qms — значение параметра механической добротности.

Le — индуктивность. В случае, когда производитель не указал этот параметр ставим 1.

Так, ввод неизменных параметров динамика закончен, переходим к следующей стадии. У любого рупора есть предрупорная камера. Итак займемся:

Hornresp - Input Parameters			
File Tools Window Help			
Ang	0,5 x Pi	Eg	2,83
Rg	0,00	Cir	1,00
S1	80,00	S2	350,00
S2	350,00	S3	2400,00
S3	0,00	S4	0,00
S4	0,00	S5	0,00
Con	60,00	F12	0,00
Exp	75,00	F23	70,27
L34	0,00	F34	0,00
L45	0,00	F45	0,00
Sd	480,00	Cms	1,33E-04
Bl	16,25	Mmd	255,19
Vrc	0,00	Re	3,80
Fr	0,00	Nd	1
Vtc	42480,00		

Lrc: 0,00 Tal: 0,00 Atc: 1000,00
 Comment: NEW RECORD - Default horn loudspeaker parameters
 Previous Next Edit Add Delete Record 2 of 2 Calculate

Работать будем с теми параметрами, которые красным овалом обведены на картинке сверху. Окошки с названием Vrc, Fr, Lrc, Tal делаем нулевые, т.е. ставим там 0. Vtc — а это уже объем нашей предрупорной камеры. От куда его взять? — элементарно, это рекомендуемый объем ФИ, которые даже нерадивые производители указывают. Не боимся здесь ошибиться, дальше я попытаюсь объяснить, думаю поймете. Итак рекомендуемый объем для моего примерного динамика составляет 42,48 л. При вводе в программу данное значение нужно умножить на 1000, т.е. вносим 42480.

Atc — параметр, в нашем случае, не влияющий на расчет, поэтому, чтобы программа не ругалась поставим 1000.

Поздравляю! Мы заполнили параметры динамика и предрупорной камеры. Что же нам нужно еще? ах да! самое важное сам рупор. Ну что ж, на картинке ниже красным прямоугольником выделены параметры с которыми будем работать.

Hornresp - Input Parameters
 File Tools Window Help

Ang	0,5 x Pi	Eg	2,83	Rg	0,00	Fta	6,69
S1	250,00	S2	800,00	Con	150	F12	0,00
S2	0,00	S3	0,00	L23	0,00	F23	0,00
S3	0,00	S4	0,00	L34	0,00	F34	0,00
S4	0,00	S5	0,00	L45	0,00	F45	0,00

Sd	480,00	Cms	1,33E-04	Mmd	255,19	Re	3,80
Bl	16,25	Rms	10,05	Le	1,00	Nd	1
Vrc	0,00	Fr	0,00	Vtc	42480,00		
Lrc	0,00	Tal	0,00	Atc	1000,00		

Comment: NEW RECORD - Default horn loudspeaker parameters
 Previous Next Edit Add Delete Record 2 of 2 Calculate

Смотрим внимательно! Нам нужно оставить только S1, S2, Con, а в остальных графах данного раздела должны стоять нолики, если это не так, вписываем 0 вручную:)

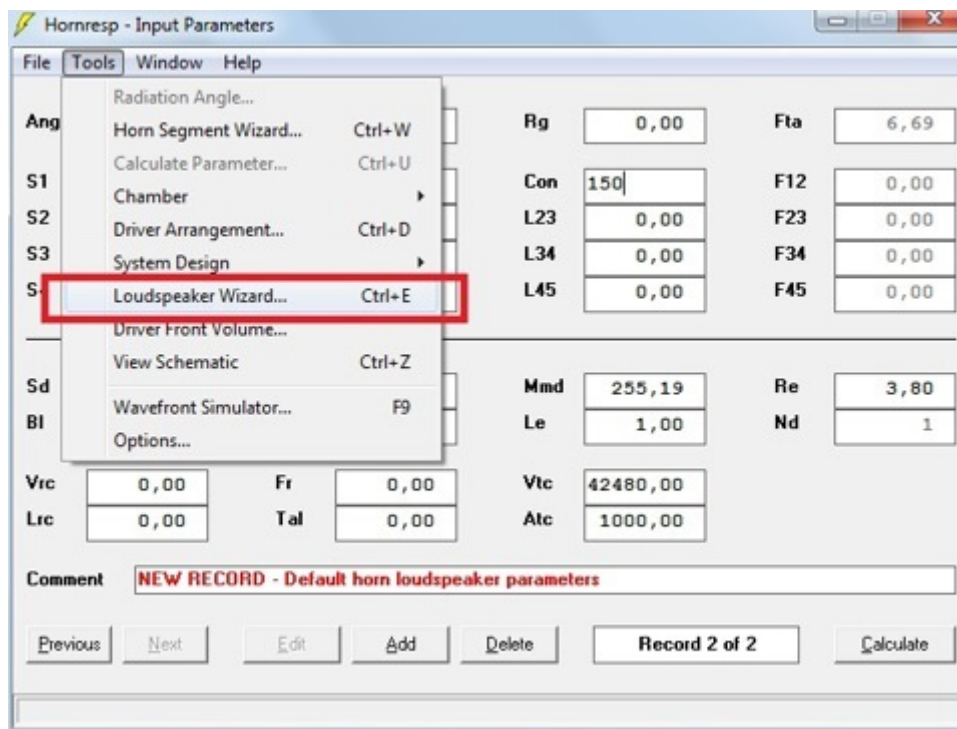
S1 — площадь сечения начало рупора. Т.е. это площадь того отверстия, через которое сообщается предрупорная камера и сам рупор.

S2— площадь сечения выхода рупора.

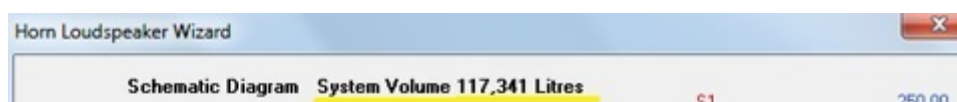
В идеале площадь на выходе равна 1,5-2 эффективной площади динамика, а оптимальное соотношение площадей начала и конца рупора равно 1:3. Но с этими параметрами мы можем играть, позже объясню, поэтому я поставил значения равные 250 и 800 соответственно.

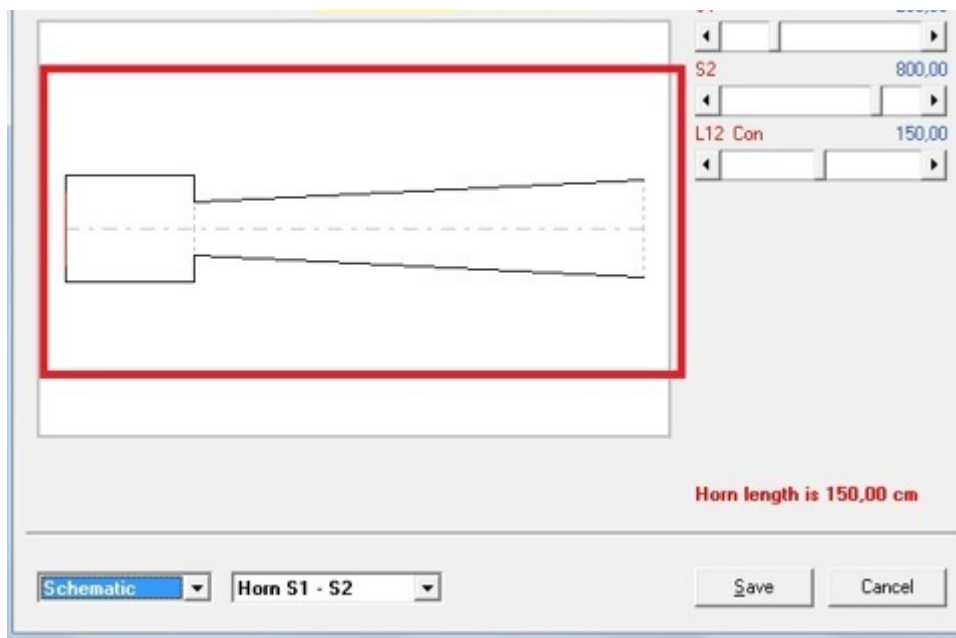
Con — длина рупора. Если в ЧВ мы узнавали длину под определенную настройку, то здесь прошу не путать, здесь будем менять длину, чтобы попасть в желаемую настройку. Опираясь на теорию, отзывы людей и личный опыт, хочу сказать, что длину рупора лучше делать в пределах 150-180 см. Я поставил для начала 150.

Ну что же, УРА! Ввод параметров завершен, движемся дальше.

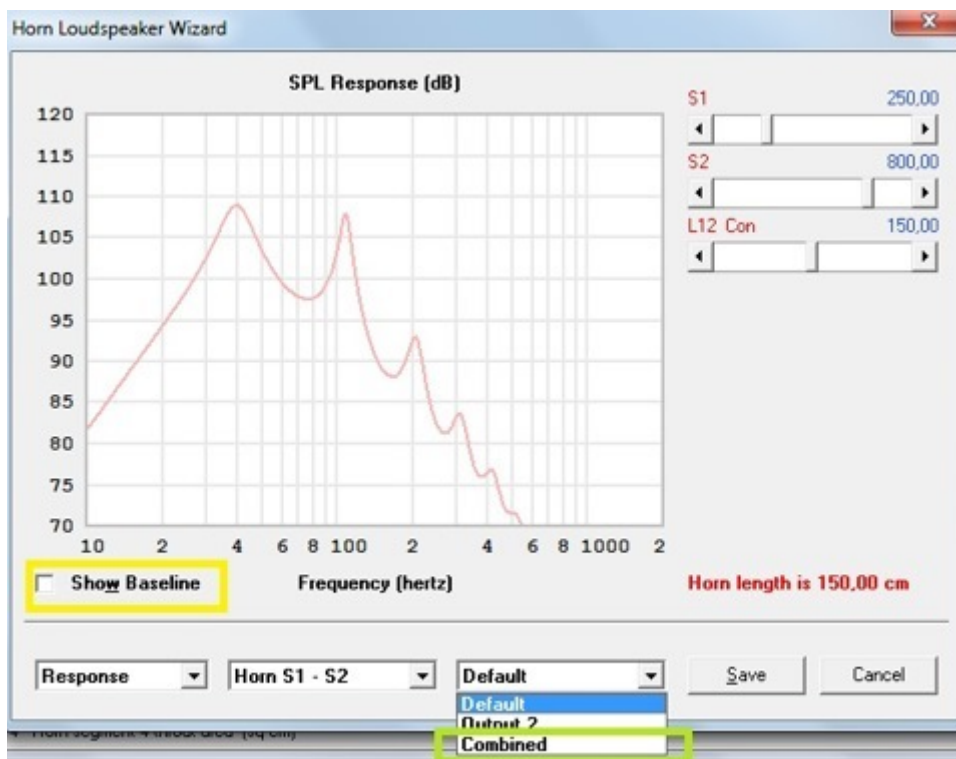


Жмем Tools — Loudspeaker Wizard.





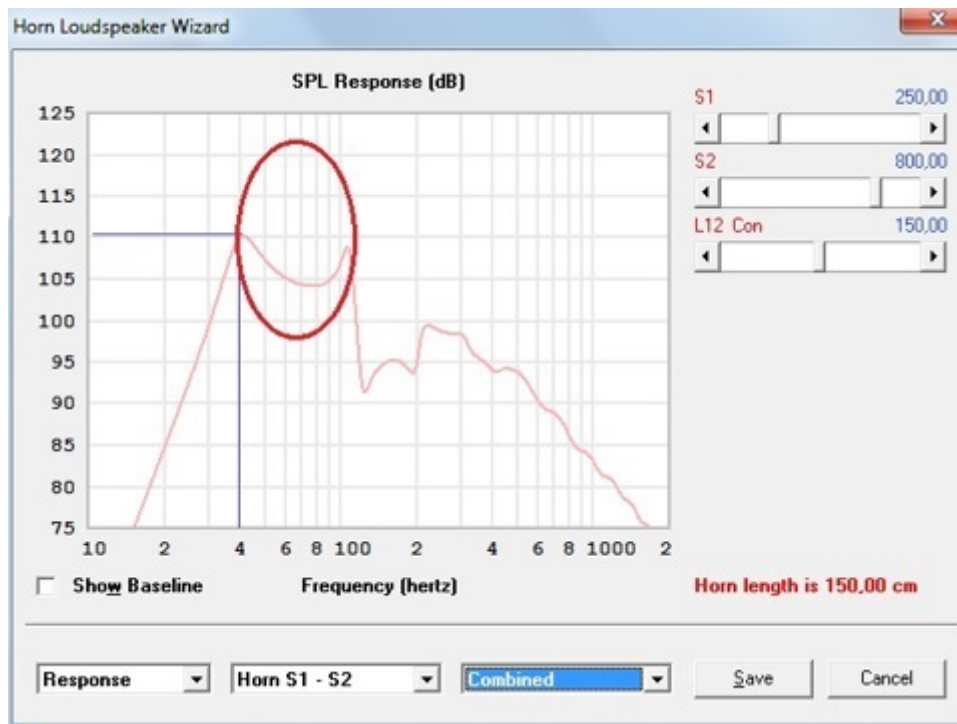
И мы видим схематическое представление нашего рупора (выделено красным прямоугольником), а желтым цветом подчеркнуто System volume — это объем нашего рупора. Теперь давайте посмотрим на схематический график АЧХ. Для этого в нижнем левом углу давайте поставим Response



Что это за график скажете вы? Что за кардиограмма? Терпения мои друзья!

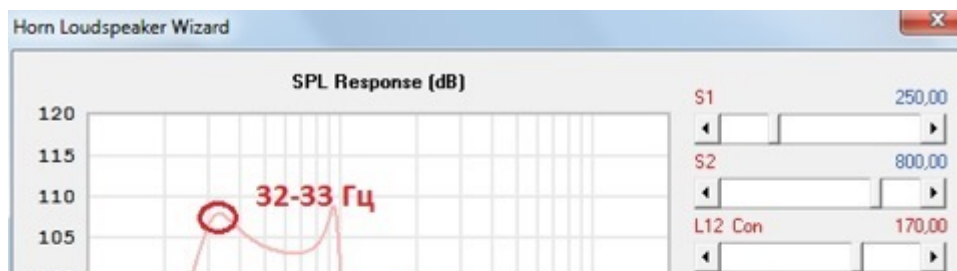
Давайте поставим галочку напротив Show Baseline — так мы сможем видеть наложения графиков, когда будем менять параметры. и еще поставим Combined как на картинке ниже

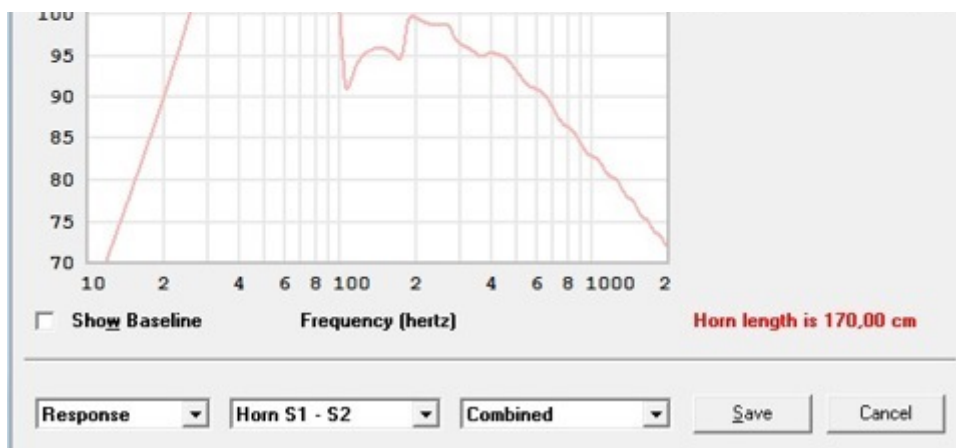
Сделали, график изменился на вот это



Видим, что при таких параметрах у нашего дина настройка вылезла на 40 Гц и играть он будет до 100-105 Гц. Не смотрите, что в этом участке провал, практика показала обратное. Я да же не знаю как объяснить, может программа что то не так представляет, либо я не так понимаю!:) Чем выше график, тем рупор громче, но тем меньше давка, тут уж кому что интереснее.

К примеру, для меня высоковатая настрой — 40 Гц. Я начинаю играть с параметрами предрупорной камеры, сечением и длиной порта. т.е. изменять их и уже вижу как это отражается на графике. Путем манипуляций с длиной рупора я смог снизить настройку примерно до 32-33 Гц.





Меня это устраивает и я жму Save.

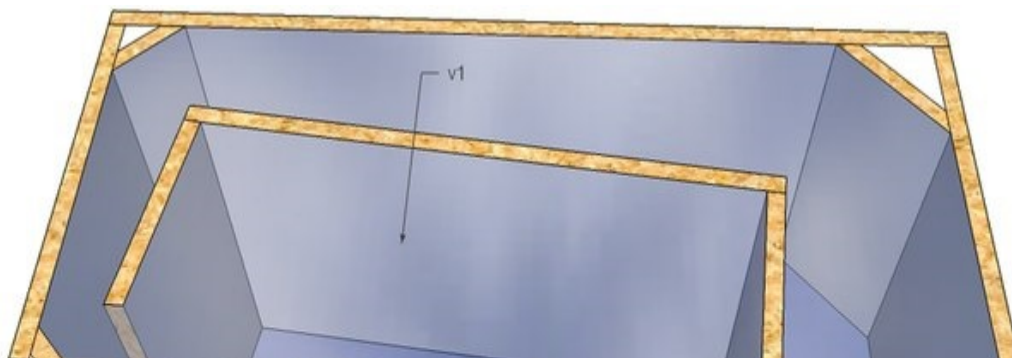
Теперь я знаю настройку своего рупора (расчетную), знаю его объем, объем предрупорной камеры, знаю площади сечения начала и выхода рупора, а так же его длину и теперь я могу приступать к моделированию корпуса.

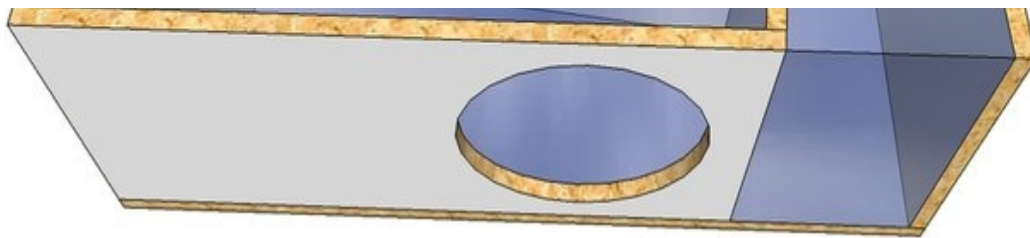
Когда будете играть с площадями сечения, старайтесь соблюдать соотношение площадей 1:3.

Ок! Расчет окончен, приступим к проектированию.

(огромное спасибо ребятам из группы ВК. Данное описание проектирования принадлежит им, прошу не злиться на меня, просто хочу сделать одну статью, где будет собрано все)

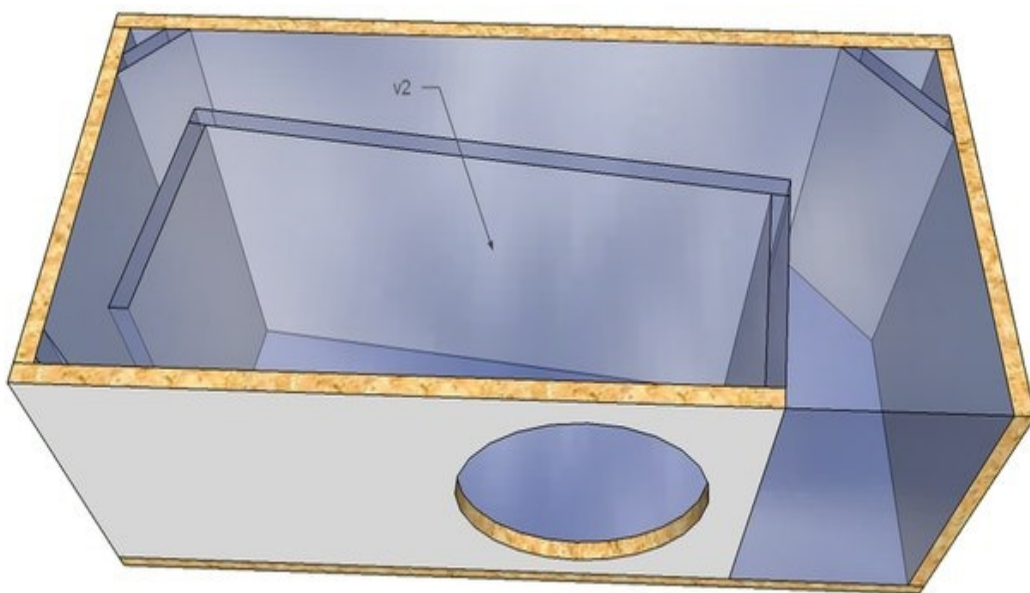
Для примера возьмем объем, равный 123 литрам. По факту он может отличаться от расчетного, процентное соотношение рассчитывать не будем. Погрешность в любом случае будет очень невысокой и расхождение с расчетной настройкой не больше 1 Гц. На слух этого не заметить и общей картины не испортит. Экспонентное расширение ни в счет.



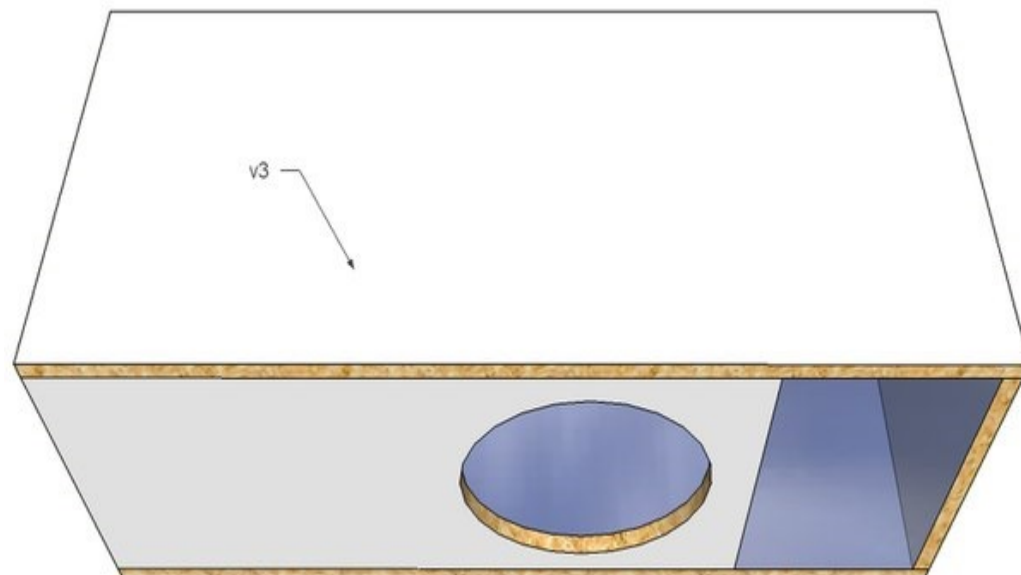


v_1 — общий чистый объем оформления, не путать с объемом камеры рупора.

v_2 — чистый внутренний объем плюс объем внутренних перегородок. Самое главное, что нам поможет свернуть расчетные данные с минимальной погрешностью 138 литров.



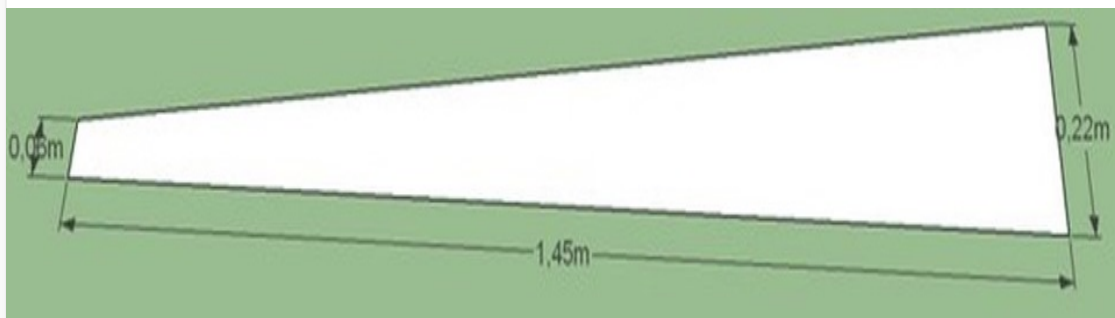
v_3 — грязный объем по габаритам корпуса. 175 литров.



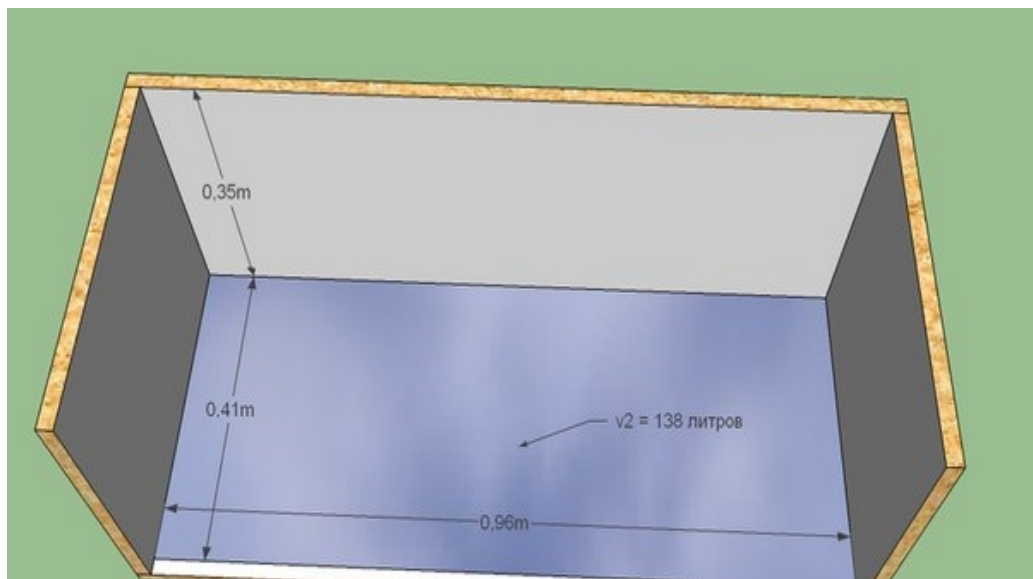
Имеем примерно следующее соотношение V_{tc} — 56 л, S_1 — 210 см², S_2 — 770 см², $C_{оп}$ — 145см, v_1 — 123 л., v_2 — 138 л. (12%), v_3 — 175 л. (42%)

Ну и главное, как свернуть и с чего вообще начинать работу над чертежом. Набросок выполняется с использованием программы Google SketchUp 8.

Определившись с шириной или глубиной корпуса, рисуем отдельно расширяющийся порт длиной 145см, он нам поможет правильно свернуть рупор. Площадь на выходе 770кв, делим на внутреннюю высоту 35см и получаем ширину порта на выходе — 22см. Площадь вначале 210кв, также делим и получаем ширину порта — 6см.

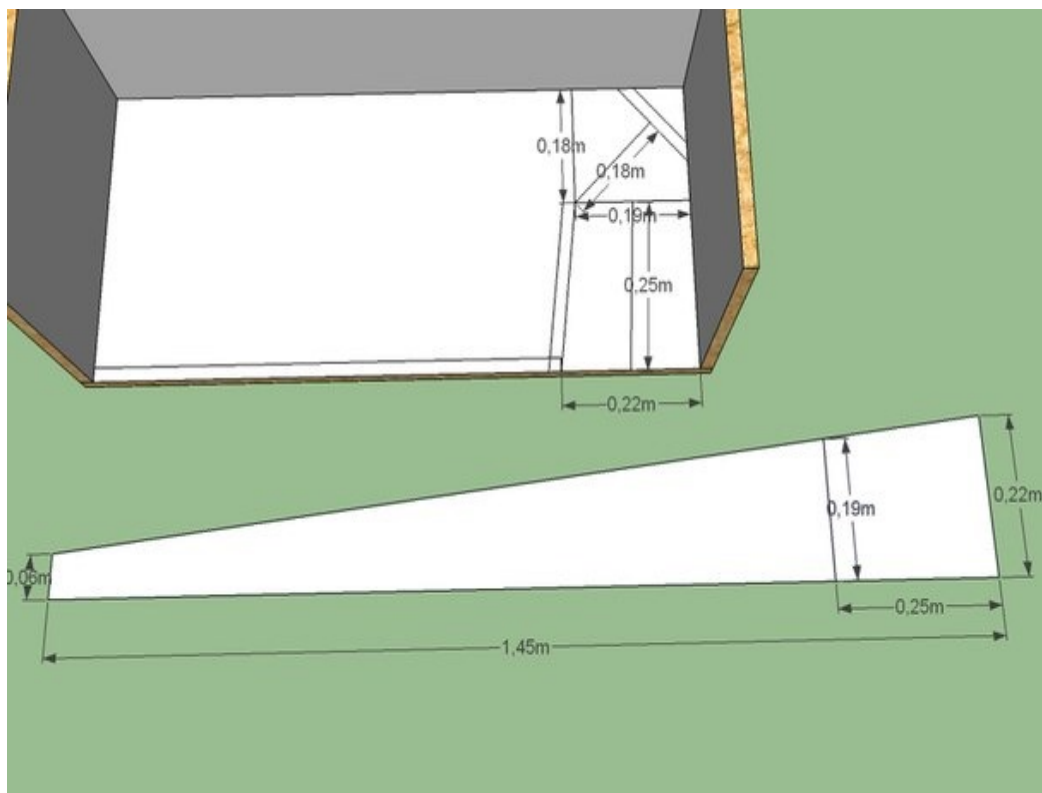


Получив 123 литра чистого объема умножаем его на 1,12 и получаем примерно 138 литров. Этот объем нужно вписать внутрь корпуса. Вспоминаем математику, геометрию и прочее.

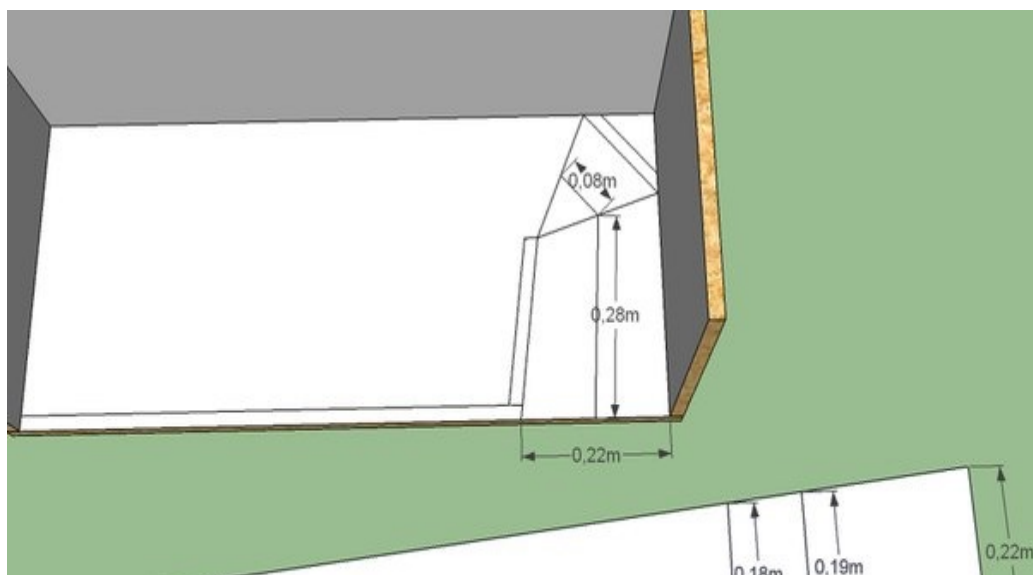


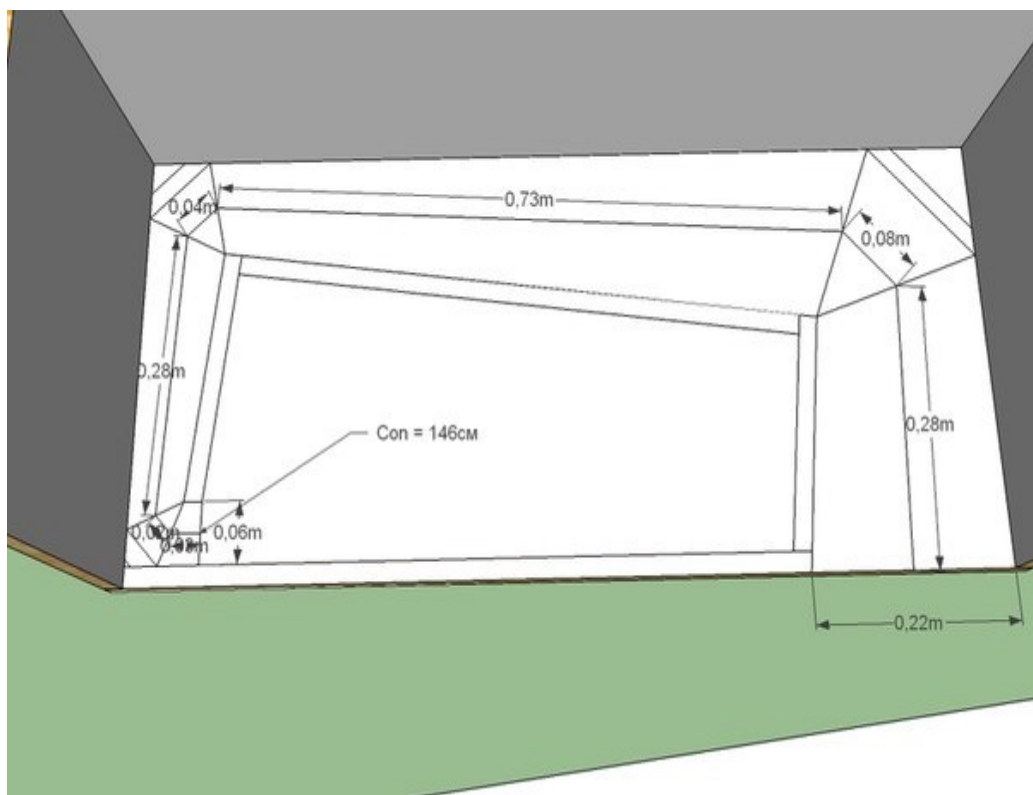
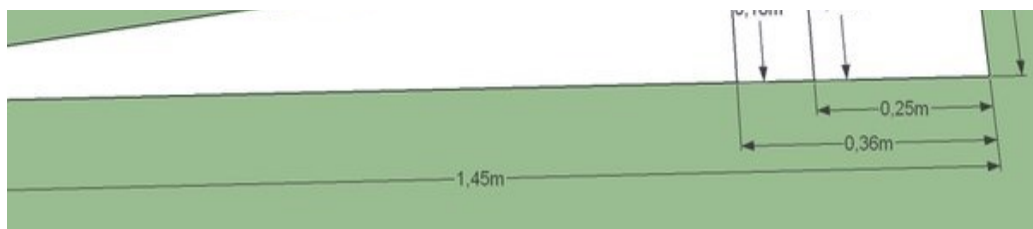


Порт сворачиваем с конца, делая разметки используя отдельно нарисованный рупор.

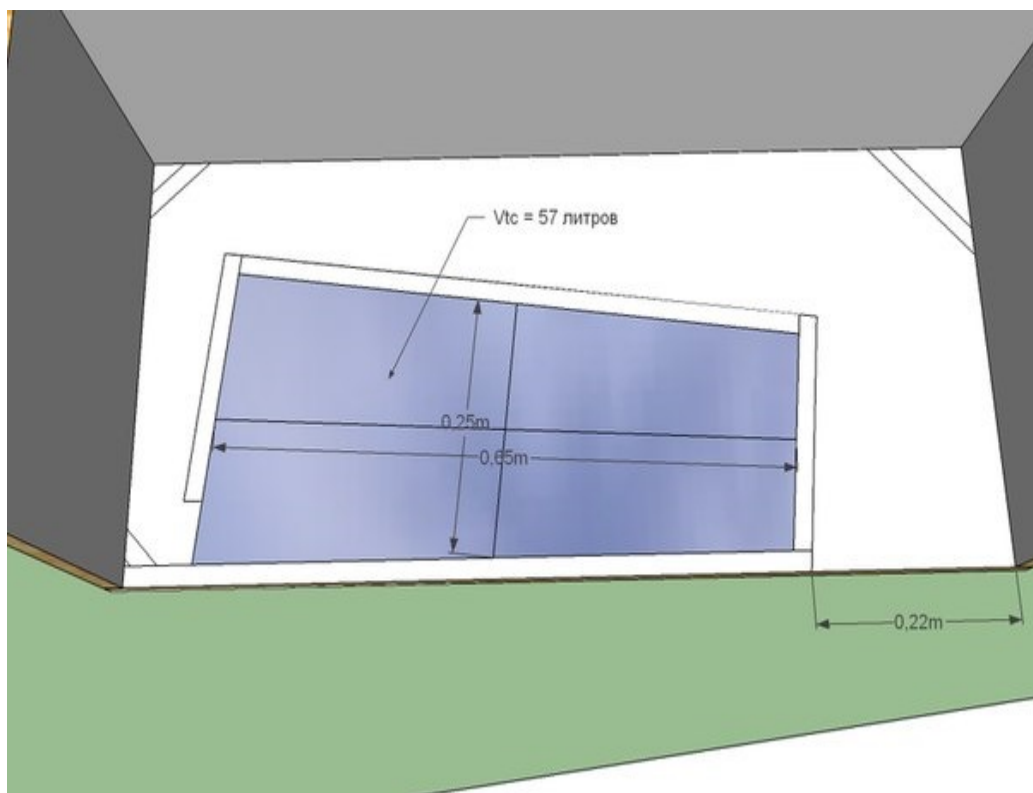


Сразу скругляем угол по минимальной ширине порта и отмечаем "пройденный путь" на отдельно нарисованном рупоре.





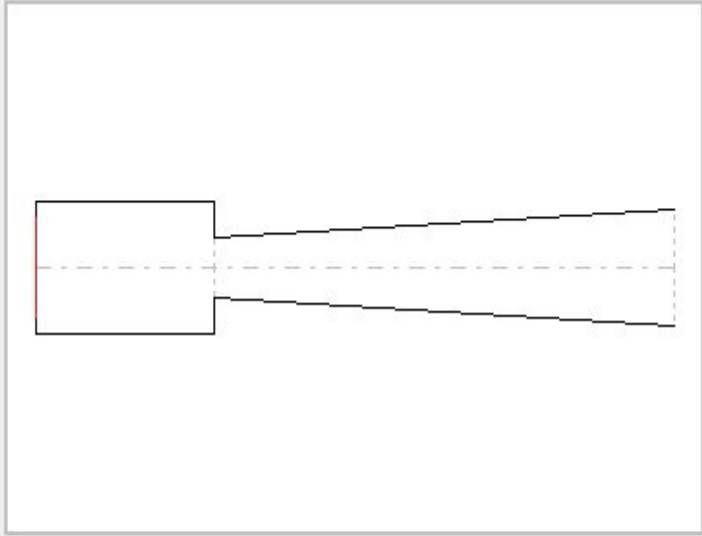
Объем считаем по средним линиям.



Ну что же господа, на этом и все. Надеюсь статья была информативна и полезна.

Все огромное спасибо за внимание и удачи в новых проектах.

Schematic Diagram System Volume 122,802 Litres



S1 210,00

S2 770,00

L12 Con 145,00

Horn length is 145,00 cm

Schematic **Horn S1 - S2**

Save **Cancel**