

Метод расчета мензур щипковых и смычковых музыкальных инструментов

Статья призвана осветить один из запутанных вопросов в области изготовления музыкальных струнных инструментов, а именно - какова должна быть их точная мензура.

Мензурой (в переводе это слово означает "размер") в нашем случае будем называть звучащую часть струны или расстояние от края нижнего порожка до подставки. Длина мензуры определяет силу натяжения струн и силу их давления на подставку, а потому непосредственно влияет не только на технику звукоизвлечения, но и на тембр и силу звука. Важно и то, что от величины мензуры зависят полутоновые расстояния на грифе инструмента, в связи с чем, даже незначительное изменение длины мензуры приводит к длительному периоду адаптации для исполнителя, который переходит с одного инструмента на другой (особенно это касается безладовых смычковых инструментов).

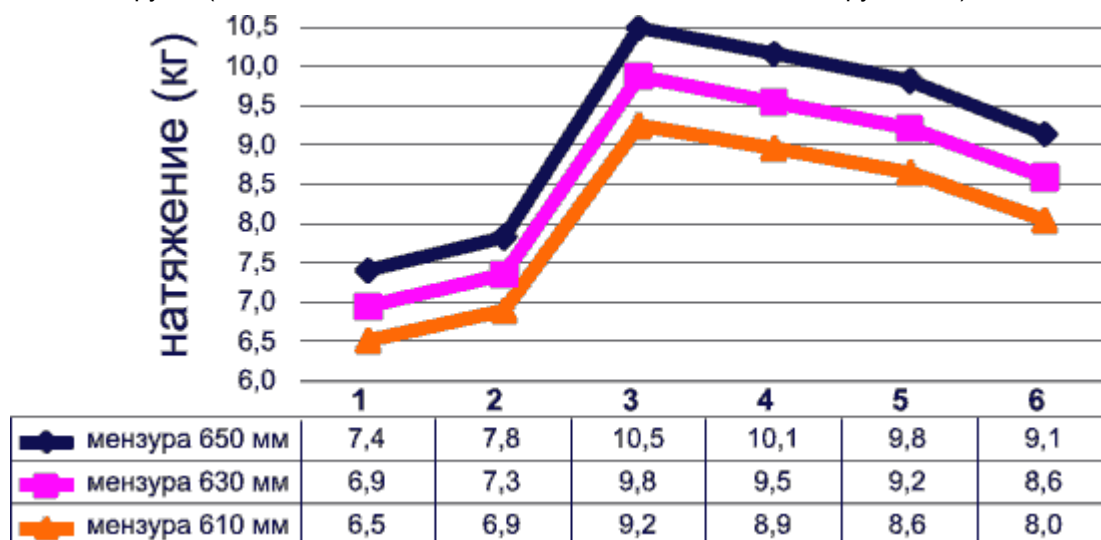


Диаграмма зависимости натяжений гитарных струн №10 на стальной основе от мензуры инструмента. Поскольку "сильными" или "слабыми" струны бывают не сами по себе, а только в соотношении с длиной мензуры, то, не имея стандарта мензур, невозможно определить и правильно рассчитать оптимальное натяжение струн любого инструмента

Причин по которым существует большое разнообразие мензур несколько:

- попытки, предпринимаемых во все времена мастерами, для того, чтобы найти оптимальные размеры инструмента и параметры его звучания,
- изготовление инструмента под индивидуальную руку исполнителя;
- изменение мензуры инструмента для понижения или повышения натяжения струн.

Несмотря на то, что струнные инструменты насчитывают не одно столетие своего существования, а в мире, не считая мастеров-изготовителей, существуют целые фабрики по их производству, всеобщего стандарта мензур не существует (!). Методом поиска правильной мензуры до сих пор является метод "научного тыка" или метод копирования удачных инструментов, которые также имеют разнообразные размеры. Отсутствие стандарта мензур отчасти связано с тем, что до сих пор не разработана единая теория построения музыкальных инструментов. Ниже будет рассмотрен метод определения мензур, который помимо того, что опирается на четкую математическую формулу, логичен и прост.

Я предлагаю оригинальный метод расчета мензур музыкальных струнных инструментов, в надежде, что его простота и логика найдут отклик, как у мастеров-изготовителей инструментов, так и у представителей музыкальной промышленности. (Впоследствии мною будет рассмотрена тема о зависимости натяжения струн от размера мензуры, а также зависимости строя инструмента от параметров натяжения и длины мензуры, что может существенно облегчить построение нестандартных или восстановление забытых старинных инструментов.)

Для расчета длины мензур предлагаю использовать уже имеющийся способ деления грифа струнного инструмента на лады (который позволяет укорачивать массу струны и изменять частоту ее колебаний на 1/2 тона), с использованием коэффициента 1,059463094 (корень 12-й степени из числа 2), отталкиваясь от строго определенной длины условного отрезка.

Если взять некий большой отрезок (длиннее мензуры самого большого музыкального инструмента) и разбить его на части в соответствии с законом полутонового повышения частоты, то мы получим подобие грифа с ладами, где каждому отрезку будет соответствовать мензура того или иного инструмента (см. Рисунок 1). Общую длину отрезка нужно разделить на вышеупомянутый коэффициент 1,05946..., затем полученную величину снова разделить на наш коэффициент и т.д. При этом, если за полный отрезок принять мензуру контрабаса, то отстоящей от него на 8 "ладов" мензурой будет виолончельная 4/4, еще через 13 "ладов" – скрипичная 4/4 и т.д.

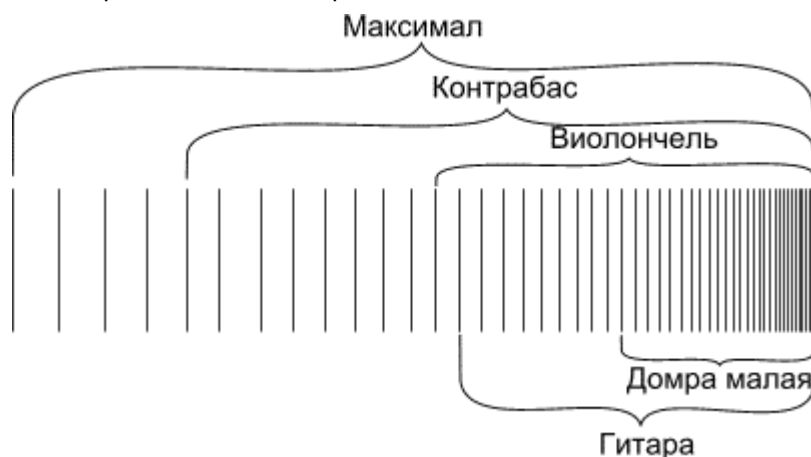


Рис 1. Ладовый принцип получения мензур струнных инструментов

За величину этого отрезка (условно назову его "максимал", т.е. имеющий максимально возможную величину) могла бы быть принята мензура самого крупного (из серийных) струнного инструмента – балалайки контрабас (мензура доходит до 1180 мм). Но сразу встанет вопрос - какую из встречающихся мензур этого инструмента считать правильной? Ведь точно определенной мензуры нет ни у одного струнного инструмента и балалайка контрабас не исключение, к тому же вряд ли будет правильным равняться на достаточно "молодой" инструмент и подгонять под него классическую смычковую группу. Перепробовав множество различных вариантов, я остановился на нейтральном отрезке, который получен мною от числа ПИ (3,141592654)..., а именно 10 в степени ПИ, т.е. 1385,455731... в миллиметрах.

Понимая всю условность подобного исчисления, тем не менее, считаю, что главное - с достаточно большой точностью получить (на самом деле все равно каким образом) этот первый большой отрезок, и используя наш коэффициент разделить его на бесконечный ряд более мелких. Вот, собственно, и весь метод, надеюсь, что не утомил Вас математикой.

Полученные на базе данного "максимала" длины отрезков оказались наиболее приближены к усредненным размерам мензур большинства инструментов. В Таблице 1 приведены наглядные результаты построения шкалы мензур, исходя из размера "максимала" = 1385,5 мм.

Таблица 1. Бесконечный ряд мензур

(жирным шрифтом выделены мензуры очень точного попадания в фактический размер)

Смычковые инструменты	Длина мензуры (мм)	Щипковые инструменты
МАКСИМАЛ	1385,5	МАКСИМАЛ
	1307,7	
	1234,3	
	1165,0	Балалайка КОНТРАБАС (1100 - 1180)
Контрабас 4/4	1099,6	
Контрабас 3/4?	1037,9	
	979,7	
	924,7	
	872,8	Бас гитара
	823,8	Бас гитара 3/4?
	777,6	Балалайка БАС (750 - 780)
	733,9	
Виолончель 4/4	692,7	Домра БАС (685 - 715)
Виолончель 3/4	653,8	Гитара (610 - 650)

Виолончель 2/4	617,2	Гитара 3/4?
Виолончель 1/4	582,5	Домра ТЕНОР (565 - 585)
Виолончель 1/8	549,8	Балалайка АЛЬТ (490 - 535)?
Виолончель 1/16	519,0	Балалайка АЛЬТ (490 - 535)
	489,8	Домра АЛЬТ (490 - 505)
	462,3	Балалайка Секунда (475 - 490)?
	436,4	Балалайка ПРИМА (435 - 450)
	411,9	Балалайка ПРИМА ?
Альт ?	388,8	Домра МАЛАЯ (380 - 400)
Альт ?	367,0	
	346,4	
Скрипка 4/4 (325 - 330)	326,9	
Скрипка 3/4	308,6	
Скрипка 2/4	291,3	
Скрипка 1/4	274,9	
Скрипка 1/8	259,5	
Скрипка 1/16	244,9	
	231,2	

"РАЗБОР ПОЛЕТОВ"

Теперь приступим к рассмотрению полученных данных. Начать, видимо, будет лучше со смычковой группы струнных инструментов, поскольку она является наиболее старой и консервативной.

СМЫЧКОВАЯ ГРУППА

При подборе "максимала", первое, на что я обращал внимание, это именно мензуры смычковой группы, как наиболее устоявшиеся. Каково же было мое удивление, когда я обнаружил, что, при величине максимала в 1385,5 мм, все инструменты этой группы (за исключением альты, о чем будет ниже сказано) легли в таблицу мензур как влитые. Всегда когда мне попадают в руки скрипки, виолончели, альты я проверяю их мензуру и нахожу все больше подтверждений правильности данного метода.

СКРИПКА 327мм: (325-335)

Некоторые источники сообщают, что длина скрипичной мензуры может доходить до 330 мм (среди фабричных мне попадались инструменты с мензурой даже 337 мм), но, из хороших мастеровых, мне лишь пару раз встретились такие инструменты, владельцы которых и без моей подсказки считали, что инструмент великоват по мензуре. А вот инструменты с мензурой 327 мм встречаются очень часто (до 90% всех встреченных мною инструментов) и у их владельцев проблем не наблюдается.

Маломензурные скрипки (и виолончели), т.е. 3/4, 1/2, 1/4 и т.д. выпускаются с чрезвычайно неодинаковыми мензурами, а поскольку требования к технике и звуку здесь намного ниже, то, как фабрики, так и мастера "вытворяют" (по другому не скажешь) с мензурами этих инструментов все, что угодно. Но, в общих чертах, мензуры детских скрипок усреднено расположены примерно так, как в Таблице.

АЛЬТ 367 или 389 мм: (?)

Сразу оговорюсь, что под словом "мензура" у альтистов, а также скрипичных мастеров, принято подразумевать размер корпуса инструмента, но в данном случае речь пойдет только о длине струн.

Альт – единственный инструмент из скрипичного семейства, у которого за всю историю его существования так и не устоялась мензура в пределах хотя бы 5%. Вызвано это тем, что более низкий строй, чем у скрипки, требует увеличения объема воздуха в корпусе и, как следствие, увеличения всех размеров инструмента, в том числе и мензуры. В то же время способ игры на альте (как на скрипке) не позволяет увеличить его настолько, насколько бы хотелось. Великие "итальянцы" не создали эталонных по мензуре инструментов, и до сих пор почти каждый мастер пытается нащупать свой размер, надеясь ухватить "золотой" стандарт, но все напрасно, поскольку очевидно, что дело здесь совсем не в

размерах.

В отношении мензуры альта мне думается, что поскольку инструмент с мензурой 389 мм (по струне) уже заметно страдает от того, что 1-ая струна "ля" имеет слишком большое натяжение и малый запас прочности (при существующих на сегодня материалах для ее производства), грамотней все же равняться на мензуру 367 мм.

ВИОЛОНЧЕЛЬ 693 мм:

Попадавшиеся мне в руки хорошие мастеровые виолончели с точностью до 1 мм имели указанную мензуру в 693 мм. Кстати сказать, виолончелисты (как и скрипачи), в отличие от альтистов, в подавляющем большинстве случаев не знают какая мензура у их полного инструмента, поскольку сами инструменты различаются минимально.

КОНТРАБАС 4/4 1100 мм:

Концертный контрабас, как правило, имеет мензуру 1100мм, а в эстрадном коллективе довольно часто используется его меньший брат с мензурой 1000 - 1050мм, что как нельзя лучше ложится в нашу Таблицу.

ЩИПКОВАЯ ГРУППА

РУССКИЕ НАРОДНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Говоря о мензурах этих инструментов необходимо принять во внимание тот факт, что семейства домр и балалаек (как оркестровые), родились сравнительно недавно, в связи с чем их мензуры еще не вполне устоялись. Также необходимо отметить, что из-за того, что в советское время профессиональные струны для них делались одного типа натяжения (в основном в Мастерских БТ), многочисленные попытки мастеров изменять мензуру этих инструментов могли быть вызваны стремлением понизить или повысить натяжение струн под конкретного музыканта.

ДОМРЫ 3-СТРУННЫЕ

Говоря о мензурах домр сразу хочу отметить, что я был просто поражен, когда обнаружил, что мензуры этого семейства выстроились в Таблице очень четко и логично. Приведенные ниже фактические данные говорят о том, что мастера, разрабатывающие это семейство, либо опирались на опыт построения инструментов семейства скрипичных (или семейства мандолин), либо на природный талант конструктора. В последнем случае можно подозревать, что автор концепции был один.

ДОМРА МАЛАЯ 389 мм: (380-400 мм официальные данные)

Этот размер является средним для данного инструмента и встречается чаще всего.

ДОМРА АЛЬТ 490 мм: (490-505 мм официальные данные)

В диапазоне встречающихся мензур соответствует более короткому типу.

ДОМРА ТЕНОР 582 мм: (565-585 мм официальные данные)

Этот редкий, почти исчезнувший инструмент, очень хорошо дополняет логичную концепцию мензур семейства домр.

ДОМРА БАС 693 мм: (685-715 мм официальные данные)

Мензура вполне подходит под встречающиеся размеры, являясь средней (соответствует мензуре полной виолончели).

БАЛАЛАЙКИ

Теперь мы коснулись вопроса, где нам предстоит встретиться с большими проблемами. Говоря о мензурах семейства балалаек нельзя не отметить то, что если до сих пор при анализе построения мензур в смычковой группе и домрах наблюдалась стройная концепция, то в мензурах балалаек логика явно хромает. Много говорит о том, что это семейство создавалось бессистемно, "на глазок". Ни в одной другой группе мне не приходилось наблюдать, чтобы прима, секунда и альт имели бы столь близкую, если не сказать почти одинаковую, мензуру. Я втиснул их в свою Таблицу не без труда и хочу сказать, что мастерам и музыкантам, если они хотят сделать это семейство живучим, необходимо что-то предпринять. Вариантов компоновки мензур и строев этих инструментов можно придумать довольно много и, при стремлении исправить положение дел среди мастеров и музыкантов, можно подобрать вполне неплохой компромисс и вдохнуть новую жизнь в семейство балалаек.

БАЛАЛАЙКА ПРИМА 436 мм (435-450 мм официальные данные)

Инструмент необычен тем, что имеет две унисонные нижние струны из нейлона и стальную верхнюю. Являясь солирующим инструментом, балалайка прима довольно сильно отличается по мензуре от выполняющей те же функции домры малой (или мандолины), что очевидно неразумно, поскольку этим занижается тесситура солирующего инструмента. Я бы сказал, что, исходя из мензуры, данный инструмент промежуточный между альтом и примой, т.е. соответствует размеру секунды. С моей точки зрения, мензурю прима необходимо уменьшить до 412 мм (при этом она все равно на "шаг" (по Таблице) будет больше, чем мензура в 390 мм домры малой, если мы будем придерживаться принципа отличия в большую сторону мензур балалаек от домр), одновременно с поднятием ее строя на 1,5 или 2,5 тона вверх: до-соль-соль или ля-ре-ре.

БАЛАЛАЙКА СЕКУНДА 462 мм (475-490 мм официальные данные)

Тем, кто играет на "секунде" не позавидуешь, на них синтетические струны уже не ставят, мензура не может быть меньше, чем у прима (хотя и такое встречается), при этом даже самые тонкие струны имеют слишком большое натяжение (из-за того, что сделать струну с более-менее прочной обмоткой меньше 0,53 мм в диаметре невозможно, а голая струна звучит плоско, неинтересно). Лишним доказательством неправильности расчетов мензур балалаек является тот факт, что разница в суммарном натяжении струн балалайки секунда и прима составляет около 70% (при мензурах 436 и 462 соответственно), в то время как между альтом и секундой эта величина составляет не более 20% (и это еще при сравнении с альтом, имеющим удлиненную мензурю 550 мм).

Официальный стандарт мензуры "секунды" 475-490 мм, можно воспринять только как попытку установить секунду в промежутке между примой и альтом, что, хотя и выглядит логичным, однако противоречит принципу удобства игры на инструменте - необычный строй балалайки секунда (со структурой настройки как у прима и альт), не требующий улучшения звучания 3-ей басовой струны за счет увеличения мензуры, скорее требует укорачивания мензуры инструмента, что способствует ослаблению слишком завышенного натяжения струн и удобству игры. Тут-то и выясняется, что укорачивать мензурю секунды не позволяет слишком близко расположенная прима (хотя, как уже отмечалось, некоторых мастеров и музыкантов это не смущает, и секунду урезают до прима и даже еще больше, что противоречит уже всему и вся, и что по-русски можно назвать мензурным "беспределом"). Да-с, господа мастера, неувязочка получается...

БАЛАЛАЙКА АЛЬТ 550 мм (490-535 мм официальные данные)

Казалось бы, имеющийся в Таблице размер мензуры 519 мм точно соответствует усредненной мензуре балалайки альт, приведенной в официальных данных, однако такой размер слишком приближен к секунде и от него следует отказаться в пользу размера 550 мм. Думаю, что приведенный выше официальный размер отражает стремление к сокращению неудобно большой мензуры инструмента со столь своеобразным строем (две унисонные струны). Однако, по правилам, относящимся к другим группам инструментов, мензура балалайки альт должна быть все-таки большей, т.к. иначе, во-первых, будет не понятен ее столь большой отрыв от мензуры балалайки бас, а, во-вторых, ее мензура будет почти равна мензуре домры альт, а как мы видим из Таблицы создатели семейства балалаек, отталкиваясь от мензуры прима, хотели бы, чтобы все балалайки были бы длиннее домр. Круг замкнулся - теперь в двойне очевидно, что нам мешает мензура балалайки прима (которая, судя по мензуре, совсем даже и не прима).

БАЛАЛАЙКА БАС 777 мм (750-780 мм официальные данные)

По сути, этот инструмент является треугольной разновидностью домры бас (на этом инструменте уже нет типичных для балалаек унисонных струн), имеет с ней одинаковый строй, но большую мензурю, что вообще-то для басового инструмента хорошо, хотя не понятно зачем вообще нужен треугольный вариант домры бас. Однако, если исходить из концепции построения мензур (значит была-таки концепция!), это сделано принципиально, из соображения, что если балалайка прима длиннее домры малой, то и балалайка бас должна быть длиннее добры бас. Отсюда вытекает вывод, что первоначально мензуры секунд и альтов были длиннее современных и лишь со временем, в связи с тем, что доставляли массу неудобств музыкантам, сползли вниз и разрушили логичность мензур всей группы, чему виной, по-моему, мензура прима.

БАЛАЛАЙКА КОНТРАБАС 1165 мм:

Этот инструмент стоит несколько особняком в группе, имеет строй на октаву ниже балалайки бас, и (видимо из-за отсутствия домры контрабас) ему пришлось стать больше смычкового контрабаса. Это самый большой по мензуре из серийных струнных инструментов. Как уже упоминалось выше, порой его мензура доходит до 1180 мм. Довольно часто его делают укороченным для удобства транспортировки, но укорачивание длины струны у басового инструмента плохо сказывается на звуке. (Вот бы с таким строем, да размером со скрипку.... Но здесь у мастеров так как с балалайкой секундой не выйдет - нельзя обойти закон акустики: строй ниже - мензура больше.)

ГИТАРЫ

СЕМЬ СТРУННАЯ ГИТАРА СЕ1

6-ТИ И 7-МИ СТРУННАЯ ГИТАРА 654 ММ:

Наша мензура чуть больше, чем принято в большинстве случаев (648 - 650 мм), и ровно вдвое длинней скрипичной мензуры (собственно, 1-я струна "ми" и там и здесь с разницей в октаву). Но я буду настаивать на том, что полученное значение не только вполне допустимо, но и, более того, желательно. Запас прочности у верхних струн гитары достаточный, чтобы выдержать незначительное повышение натяжения, а вот для басовых струн любое увеличение длины мензуры пойдет только на пользу их звучанию (что особенно актуально для басовой струны "ре" у 7-ми струнной гитары). Гитара настолько популярный инструмент, что для нее выпускается чрезвычайно много типоразмеров струн и подобрать немного более тонкие, чтобы сохранить натяжение, не проблема. Да и натяжение, при тех же струнах, возрастет всего на 1%.

Что касается "дамских" гитар с уменьшенной мензурой (610-620-625мм), то размер 617мм из Таблицы может вполне явиться примиряющим и расцениваться как 3/4.

БАС-ГИТАРА 824 или 873мм:

Мензура 873мм длиннее, чем принято в большинстве случаев (хотя отдельные модели этого инструмента, порой достигают мензуры 950мм). Этот инструмент самый молодой из всех рассмотренных, но он очень динамично развивается и уже нарабатывает свои стандарты мензур. Я сам в прошлом бас-гитарист и должен сказать, что считал распространенную мензуру бас-гитары 864 мм (по 1-й струне соль) достаточно удобной. Несмотря на это, должен сказать, что, имея контрабасовый строй, инструмент только выиграет от небольшого (на 1%) увеличения длины струны. Другой ближайший размер 824 мм очень похож на некоторые модели японских фирм (823-825 мм), более приемлемые для музыкантов с небольшими руками и может считаться (как у скрипок и виолончелей) 3/4-м.

На этом разбор мензур инструментов заканчивается. В отношении инструментов, не вошедших в таблицу, систематические измерения мензур мною не проводились, однако они возможны в дальнейшем. Буду рад услышать отклик на свою статью от мастеров и музыкантов. Сообщите, что Вы думаете о новом методе и присылайте замеры мензур для коллекции.

Всех, кого заинтересовала эта тема, прошу писать мне на электронный адрес фирмы "Господин музыкант" gmstring@rol.ru

Дмитрий Бабиченко

Оригинал статьи - www.GMstrings.ru

Перепечатка данной статьи возможна только с согласия автора и со ссылкой на сайт фирмы "Господин музыкант"