

# СТАНДАРТНЫЕ ТИПОРАЗМЕРЫ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Михаил Бердичевский

**С**ердце обливается кровью, когда видишь прекрасное, уникальное по своим техническим характеристикам оборудование, кое-как смонтированное в неизвестно откуда взятый корпус, видимо, уже неоднократно бывший в употреблении. Когда спрашиваешь человека, почему он так пренебрежительно отнесся к своему труду, обычно слышишь, что этот корпус оказался «подходящим». Начинаешь разбираться в подробностях, и выясняется, что сначала плата «развелась» в таких-то размерах, потом к ней подключили купленный готовый модуль, клеммные соединители вытащили из какого-то списанного агрегата, а все вместе это удалось засунуть в старый электрический щиток, в крышку которого врезали пяток кнопок и разъемов. А главное — пока работает нормально. Вопрос только, как долго это будет работать и кто такое купит или хотя бы захочет изучить подробнее.

Конечно, когда речь идет о небольшой управляющей системе или измерительном приборе, проблема решается относительно легко. Ряд фирм предлагает готовые конструктивы, корпуса и шкафы, которые без особых модификаций могут быть приспособлены к большинству применений. Разумеется, это не освобождает разработчика от необходимости правильного выбора материала корпуса, степени защиты от внешних воздействий и расчета тепловых режимов. В промышленных системах широко применяются герметичные шкафы различных типоразмеров, где сами платы и модули крепятся либо к съемным монтажным панелям, либо на широко распространенный во всем мире DIN-рельс. Готовые конструктивы ведущих производителей обеспечивают надежную защиту оборудования, удобство для разработчика и персонала, а также товарный вид. Самое удивительное заключается в том, что все это стоит значительно дешевле «аналогов», изготовленных в отечественных мастерских, так как является продуктом крупносерийного производства.

В крупных же системах, когда количество плат и модулей измеряется многими десятками, единственным выходом может оказаться использование стоечной компоновки оборудования. И для того чтобы эта компоновка была эффективной, нам с вами придется соблюдать ряд стан-

дартов, предусмотренных для подобного рода конструктивов. Именно об этих стандартах и пойдет речь во второй статье нашего цикла, посвященного конструкциям радиоэлектронного и электротехнического оборудования.\*

В настоящее время широко применяются два международных стандарта на механические конструктивы для электронного оборудования:

- 19-дюймовые конструктивы по МЭК 297 (формат 482,6 мм) и
- метрические конструктивы по МЭК 917 (формат 25 мм).

Многие разработчики, особенно из бывших оборонных отраслей, привыкшие к конструкциям на базе так называемой «Евромеханики», узнав об этом, сразу заявляют что-то типа: «Ну, про 19 дюймов нам не интересно, у нас все метрическое». И они в корне не правы. Метрический стандарт МЭК 917 — это довольно новый стандарт, принятый по инициативе ряда телекоммуникационных компаний, а определяемые им допустимые размеры плат, модулей (ТЭЗов) и субблоков (кассет) никак не коррелируются с теми «метрическими» параметрами, к которым привыкли наши разработчики. В действительности у нас всегда работали с «обметриченным» вариантом все того же 19-дюймового МЭК 297, поэтому «метрического» стандарта, на основе которого были созданы тысячи конструкций в бывшем СССР, с точки зрения международных органов по стандартизации, просто не существует в природе.

Но отчаиваться не стоит. Разработчики «метрического» варианта МЭК 297 сделали его достаточно совместимым с оригиналом. Размеры печатных плат практически совпадают (наиболее распространены 233,35×220 мм и 100×160 мм), разница в шаге установки плат (5 мм вместо 5,08 мм) в большинстве случаев несущественна, что позволяет использовать модули старой разработки в кассетах, соответствующих МЭК 297. Проблема возникает с соединителями, или, как их привыкли называть, разъемами. Если предусмотрен кросс-монтаж накруткой или непосредственной распайкой жгутов на соединители, то проблем не возникает. Устанавливаем метрические разъемы в кассету с дюймовым шагом модулей — и все в порядке! Сложности начинаются, если у нас с вами используется кросс-плата. Устано-

\* Статья не содержит полных описаний стандартов и не может использоваться в качестве нормативно-технической документации.

вить ее в кассету не составит труда, но соединители на «метрической» кросс-плате и на модулях, установленных с дюймовым шагом, стыковаться не будут.

У этой проблемы есть два решения. Более дешевое и простое состоит в доработке кросс-платы с целью установки разъемов с метрическим шагом между контактами на «дюймовые» посадочные места в каркасе. Более дальновидное решение, хотя и более дорогое, состоит в переходе на использование дюймовых разъемов. Конечно, на этом пути существует ряд проблем, но все они решаемые:

- для большинства программ автоматизированной разводки печатных плат, применяемых сегодня у нас в стране, режим с дюймовой сеткой является «родным»;
- дюймовые соединители наиболее ходовых типов предлагаются на рынке десятками фирм, поставляющих комплектующие. Кроме того, крупнейшие производители конструктивов, такие как Schroff/Hoffman, поставляют полную номенклатуру стандартных дюймовых соединителей и кросс-плат;
- современное технологическое оборудование в силу заложенных в него принципов управления позволяет изготавливать любые печатные платы: хоть метрические, хоть дюймовые, хоть вообще «вершковские».

В награду ваше изделие станет совместимо с десятками тысяч других изделий, производимых в мире, и у вас больше не будет проблем с конструктивами. В какой бы стране вы ни находились, в вашем распоряжении сотни вариантов компоновки оборудования в уже готовые, профессионально сделанные конструктивы. Выбирайте, что дешевле, красивее, что полнее отвечает вашим эксплуатационным требованиям. И все благодаря элементарному соблюдению простых и ясных международных стандартов.

Вот на этой оптимистичной ноге мы и перейдем, наконец, к прозе — описанию основных положений стандартов МЭК 297 и МЭК 917. Начнем, естественно, с «дюймового» МЭК 297, поскольку в настоящее время он, безусловно, доминирует повсюду в мире, и нет никаких оснований полагать, что такое положение быстро изменится, даже если США перейдут, наконец, на метрическую систему измерений.

### 19-дюймовый стандарт МЭК 297

19-дюймовый стандарт МЭК 297 (в Германии ему соответствует DIN 41494) ведет свою родословную от American Standard ASS C 83.9 (в настоящее время он называется ANSI/EIA RS 310-D), который первоначально определял только размеры 19" передних панелей, их высоту и расположение монтажных отверстий для крепления в шкафах. Преобразование данного стандарта в 1964 году в DIN, а затем в 1969 году в МЭК (IEC), кроме прочего, имело целью привести стандарт в соответствие с требованиями к конструкциям электронного оборудования. Позднее в 1972 году стандарт был дополнен спецификациями на размеры печатных плат, а в 1980-1984 годах приобрел свой сегодняшний вид и охватывает все нормативы на

размеры 19" корпусов от платы до полностью укомплектованного шкафа.

Базовой единицей измерения в МЭК 297 является дюйм, который считается равным 25,4 мм. Это позволяет достаточно удобно пользоваться им в странах с метрической системой измерений. Ширина кассет и субблоков для установки в стойку составляет, как вы уже догадались, 19", или 482,6 мм. Однако под посадочные места для модулей отведена не вся ширина субблоков, а только 16,8 дюйма, или 426,72 мм. Это пространство поделено на 84 посадочных места шириной 5,08 мм, или 0,2 дюйма. Эта единица в английских текстах именуется 1НР, а в немецких — 1ТЕ.

Все вертикальные посадочные размеры в шкафах кратны 44,45мм, что равно 1,75 дюйма. Эта единица называется 1U, а в немецкой документации — 1НЕ. При выборе конструктива этими двумя величинами приходится оперировать непрерывно.

Но начнем по порядку, то есть с платы. В таблице 1 представлен набор допустимых типоразмеров печатных плат согласно МЭК 297-3. Жирным шрифтом выделены предпочтительные размеры, а именно 100×160 мм, 100×220 мм, 233,35×160 мм и 233,35×220 мм. Конечно, можно взять любые другие размеры из стандартного типоряда, но следует учитывать, что тем самым вы значительно сужаете поле выбора готовых конструктивов в дальнейшем. Например, для плат высотой 4U и 5U практически невозможно найти готовых корпусов субблоков, хотя их и можно собрать из готовых деталей. На рис. 1 показано рекомендованное расположение соединителей и крепежных отверстий на платах размером 3U и 6U. Следует обратить внимание на симметричность платы типоразмера 6U относительно своей продольной оси. При этом расположение всех от-

Таблица 1

РАЗМЕРЫ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПО МЭК 297-3		
Обозначение	Высота (мм)	Длина (мм)
<b>3U</b>	<b>100</b>	100
		<b>160</b>
		<b>220</b>
4U	144,45	280
		100
		160
5U	188,90	220
		280
		100
6U	<b>233,35</b>	160
		220
		280
		100
		<b>160</b>
		<b>220</b>
		280

Плата высотой 6U  
симметрична относительно своей  
продольной оси.

Координатная сетка  
строится относительно соединителей.

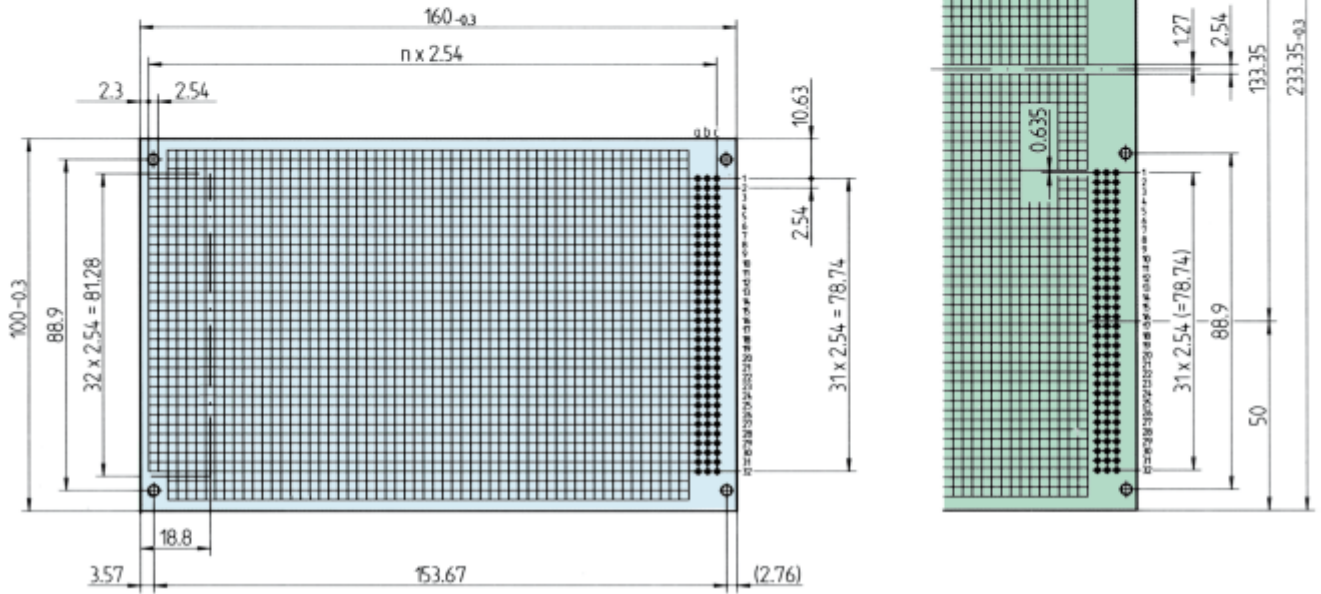
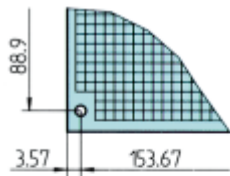


Рис. 1



Вариант при установке соединителя  
на переднюю панель в соответствии  
с DIN 41612.

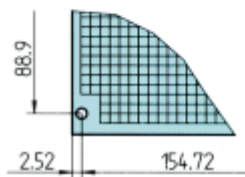


Рис. 2

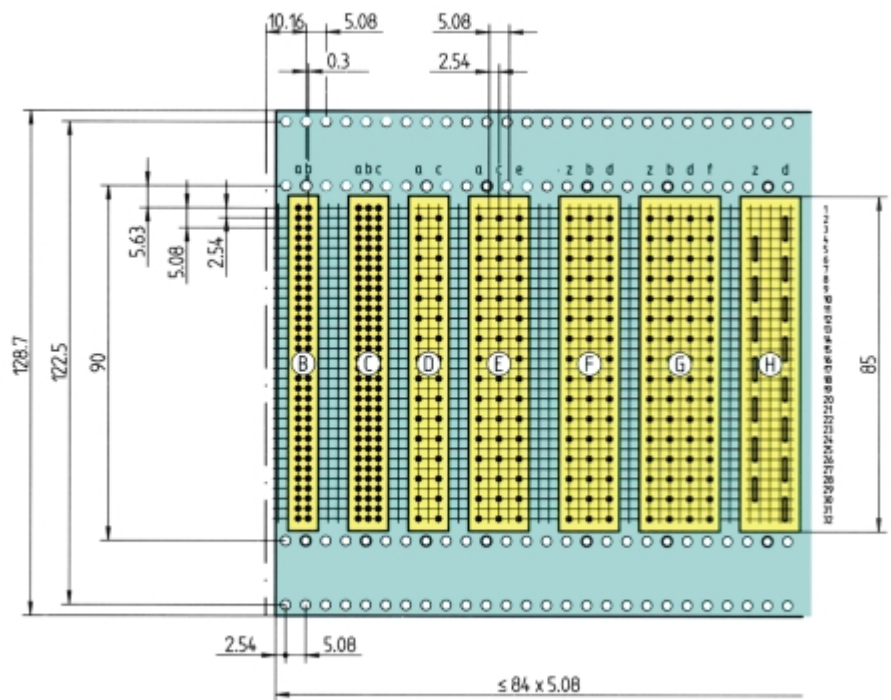


Рис. 3

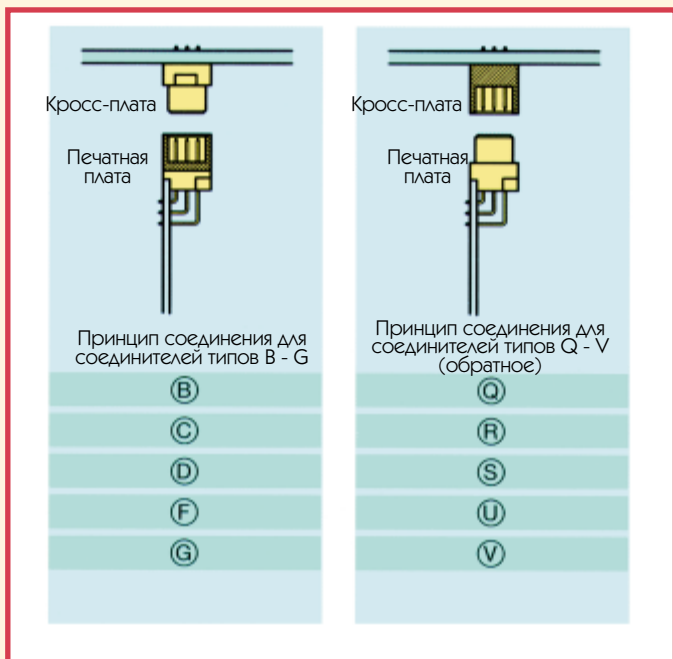


Рис. 4

верстий на каждой половине повторяет их расположение на плате типоразмера 3U. На рис. 2 показаны варианты расположения отверстий в передней части платы в случае установки передних панелей (или просто экстракторов) и в случае установки фронтальных соединителей. Эти два размера приведены для типовой толщины платы 1,6 мм. Шаг сетки, как вы наверняка догадались, составляет 2,54 мм.

На рис. 3 показано рекомендуемое расположение соединителей на кросс-плате для основных типов разъемов. Такое расположение регулируется стандартом МЭК 603-2 (DIN 41612), который самым тесным образом связан с МЭК 297. На рис. 4 показано соответствие между типами разъемов в зависимости от того, вилка или розетка установлены на печатную плату. Хотелось обратить внимание, что наиболее распространенным типом соединителя является тип С, а в источниках питания — соединитель типа Н. Причем соединитель типа С существует в трех вариантах: на 96 контактов (максимально возможное для 19" конструктивов), на 64 контакта (без центрального ряда контактов) и на 32 контакта (с прореженными боковыми ря-

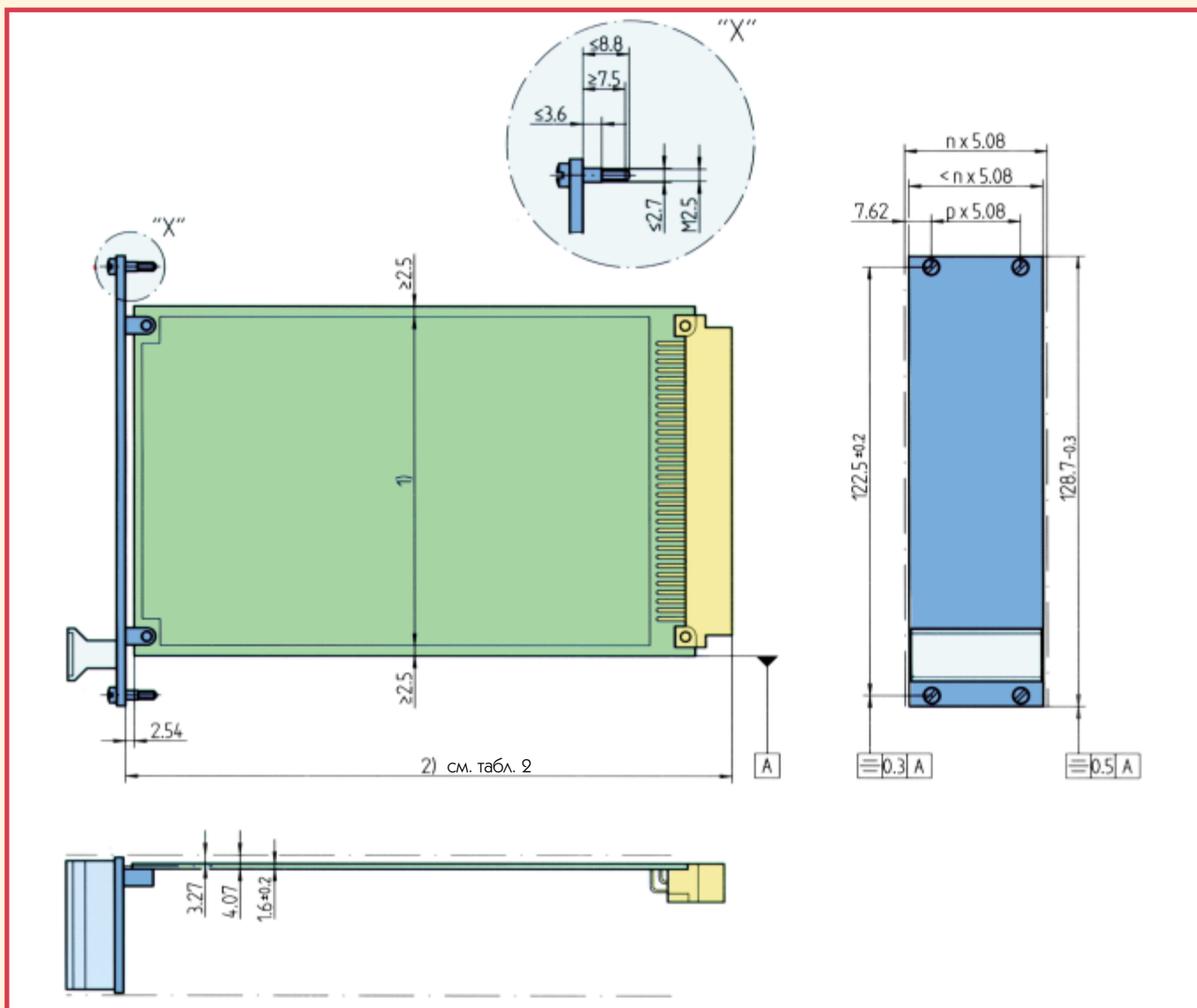


Рис. 5

Таблица 2

РАЗМЕРЫ МОДУЛЕЙ ОТКРЫТОГО ТИПА ПО МЭК 297-3		
Тип соединителя	Контрольный размер для печатной платы длиной	
	160 мм	220 мм
B,C,D,E,M,Q,R,S	169,93±0,4	229,93±0,4
F,G,H,U,V	171,93±0,4	231,93±0,4

дами контактов). Это позволяет решить большинство задач, а остальные типы соединителей лучше применять только в технически обоснованных случаях.

Теперь, когда мы рассмотрели размеры печатных плат, можно перейти к описанию следующей ступени в иерархии конструктивов по МЭК 297 — модулю (plug-in unit). Принципиально существует два основных вида модулей:

- открытые модули, состоящие из печатной платы, передней панели и соединителя. Вариант без передней панели, но с экстрактором, можно рассматривать как частный случай такого модуля;
- закрытые модули (frame-type plug-in units), представляющие собой печатную плату с соединителем, установленную

во внешний корпус, который может выполнять функции механической защиты, электромагнитного экрана или радиатора.

В рамках одного субблока модули различного вида могут использоваться одновременно в любой комбинации. Если в субблоке используются модули без передних панелей, может применяться общая передняя панель, закрывающая часть субблока с такими модулями. Конструкция экстракторов обычно предусматривает такую возможность.

На рис. 5 показаны основные размеры модулей открытого типа. Как 1) на рисунке

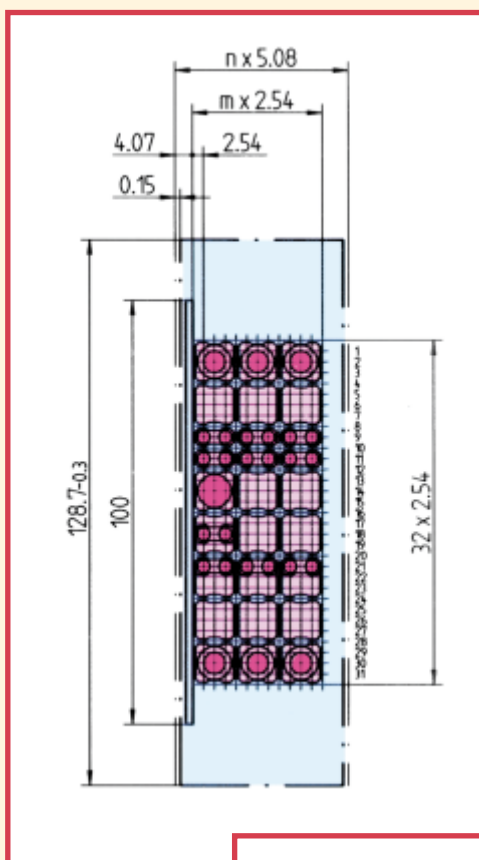


Рис. 6

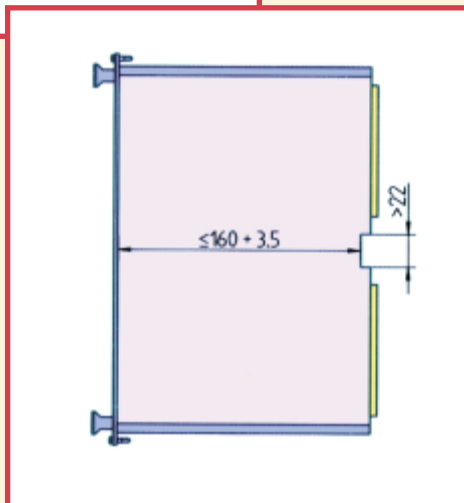


Рис. 7

обозначена зона, предназначенная для установки компонентов. Как 2) обозначена допустимая глубина модуля. В таблице 2 приведена величина этого параметра в зависимости от размера печатной платы и типа установленного соединителя. Тем, кто уже забыл премудрости допусков и посадок, напомним, что значком А обозначена база, относительно которой рассчитывается допуск на параллельность (соосность).

Рисунок 6 демонстрирует позиционирование координатной сетки под установку компонентов типа переключателей и светодиодов на передней панели модуля.

Размеры закрытых модулей аналогичны открытым. Рисунок 7 показывает, какое свободное место должно быть предусмотрено в закрытом модуле высотой 6U под центральный поперечный рельс в субблоке. Применение этого рельса является обязательным как в случае установки соединителей под накрутку, так и в случае применения кросс-плат.

На рис. 8 показаны габариты и посадочные размеры субблока. Напомню, что внутреннее пространство под установку модулей составляет в сумме 84НР. Однако в корпусах приборов иногда применяют субблоки частичной ширины, как правило, 63НР и 42НР, изредка 28НР. Следует обратить внимание на то, что внутри одного субблока можно одновременно устанавливать модули различного конструктивного исполнения и различной ширины. Поэтому часто встречающаяся постановка вопроса типа: «Мне нужна кассета на 17 посадочных мест» — является некорректной. Число посадочных мест определяется, исходя из суммарной ширины модулей и того факта, что эта сумма не может быть больше 84НР. Если в кассете остается свободное место, то оно при необходимости закрывается передней панелью-заглушкой. Использование кассет неполной ширины в стойках невозможно.

На рис. 9 показана установка модулей в кассеты высотой 6U (вид сбоку) и основные размеры. Как 1) обозначена допустимая проекция механических

частей, предназначенных для защиты соединителей и проводов от повреждения.

На рис. 10 показаны типы крепежных отверстий для установки субблока в стойку. Допустимое расположение этих отверстий на кассете будет обсуждаться далее при описании конструктивных параметров передних панелей.

Рисунок 11 иллюстрирует установку печатной платы или модуля с соединителем в направляющую субблока. Кажущаяся сложность совмещения всех многочисленных элементов в субблоке

друг с другом не должна вас пугать. Вам потребуется только разработать свою печатную плату в одном из стандартных размеров, а все остальные элементы конструкции имеются на рынке в готовом виде. Это касается и передних панелей, и экстракторов для модулей открытого типа, и корпусов модулей закрытого типа, и субблоков, и направляющих. Воспользовавшись всеми этими элементами, как детским конструктором, вы легко соберете нужную вам конструкцию, работая только отверткой. При этом у вас получится хоть и стандартная, но своя собственная конструкция, оптимизированная для конкретного применения.

Но перейдем, наконец, к описанию 19-дюймовых передних панелей, которые, как уже упоминалось, и положили

начало рассматриваемому нами стандарту. В таблице 3 приведены основные параметры передних панелей согласно МЭК 297-1. Более четко уяснить физический смысл этих параметров можно с помощью рисунков 12 и 13. Форма и размеры крепежных отверстий полностью идентичны показанным на рис. 10. Как вы могли заметить, панели высотой 6U имеют два варианта исполнения. Основным является вариант с двумя отверстиями, однако допускается и вариант с четырьмя. На рисунке не показаны панели высотой более 12U. Однако их размеры определяют, исходя из тех же принципов.

Теперь собственно о 19" шкафах и стойках. Кому-то это может показаться странным, но стандартизованы не

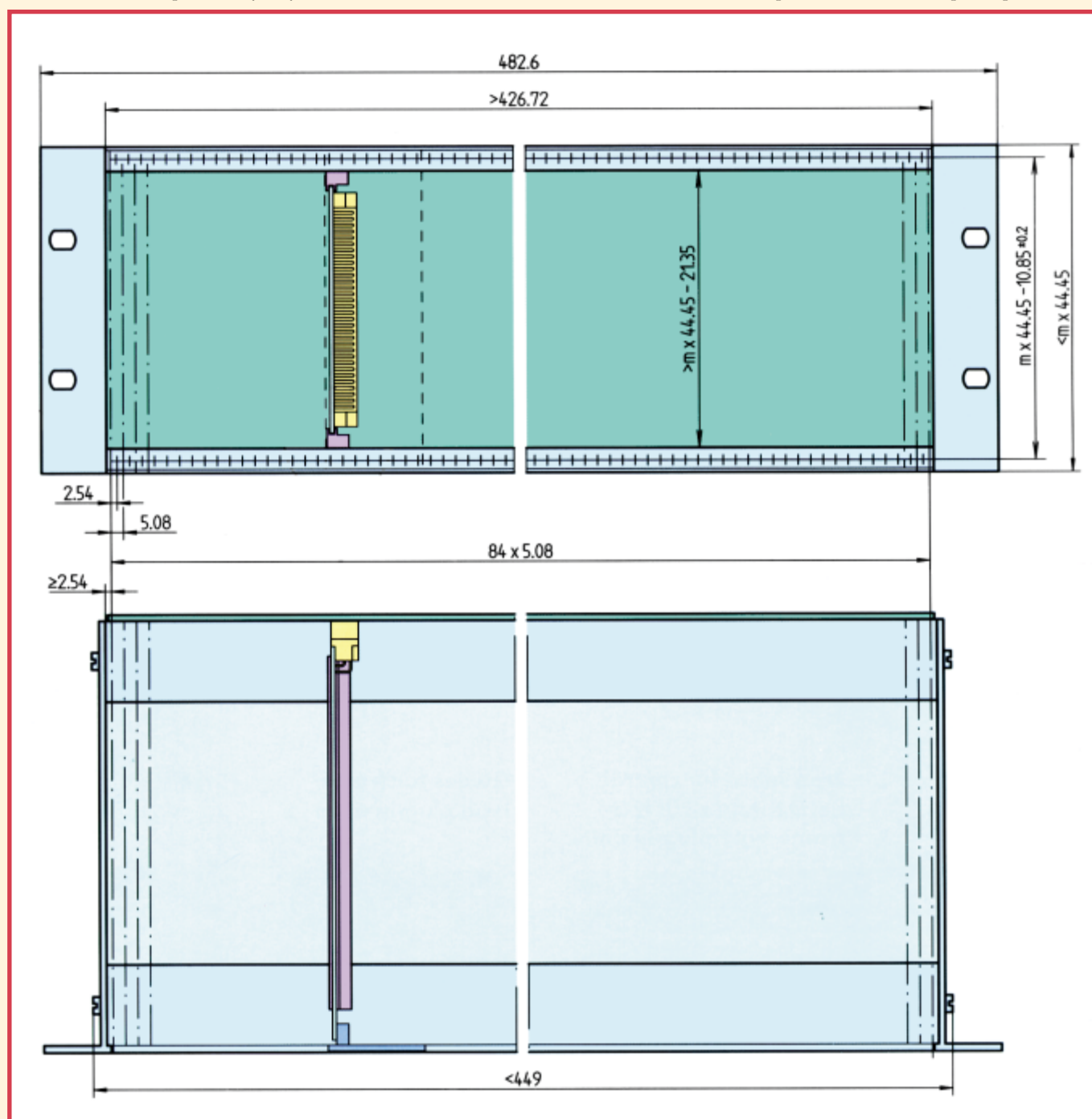


Рис. 8

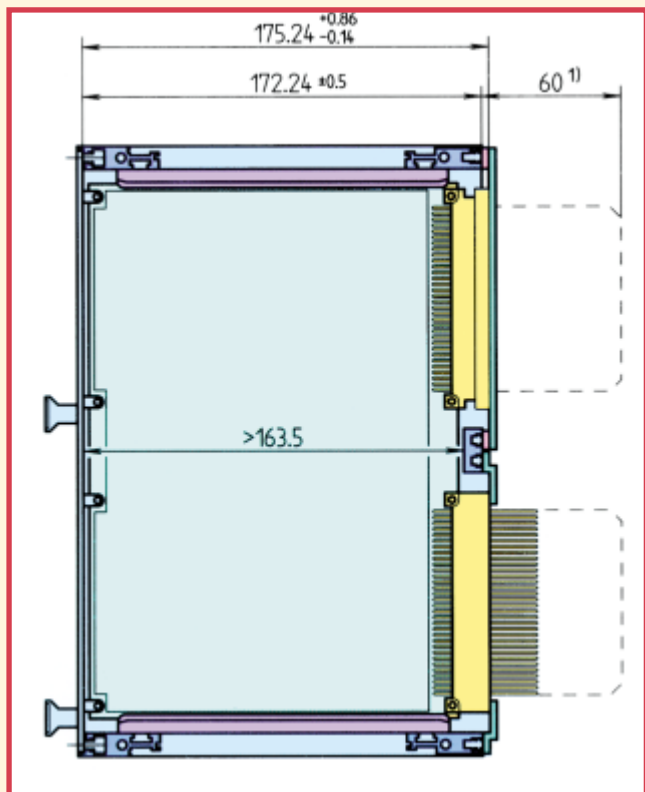


Рис. 9

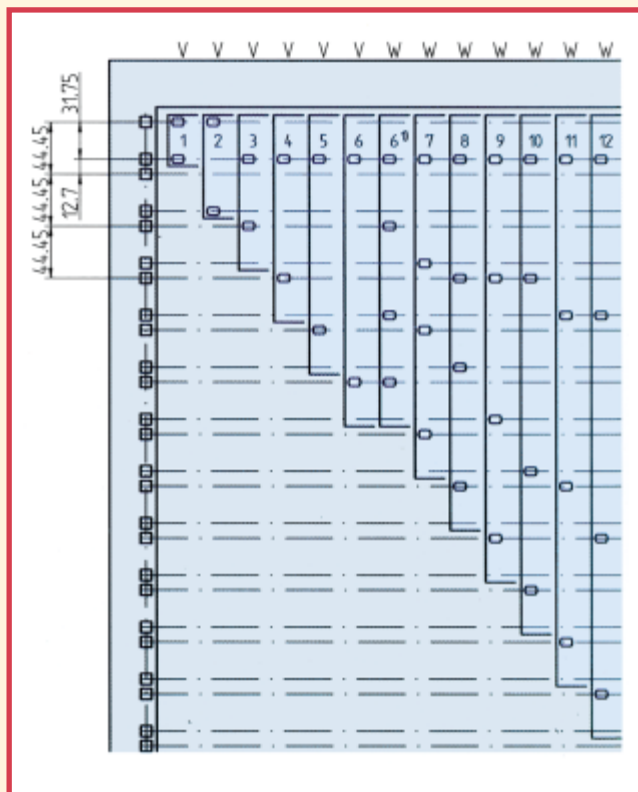


Рис. 12

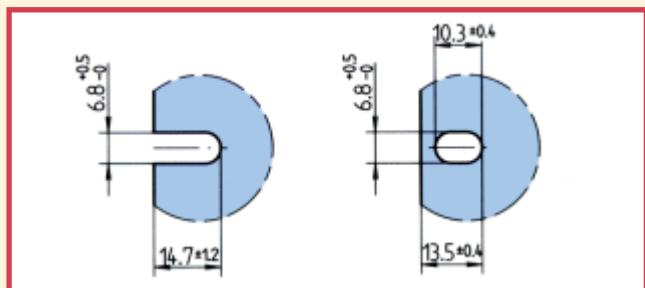


Рис. 10

Таблица 3

типоряд на высоту, а также на ширину и глубину шкафов. Эти цифры нуждаются в некотором комментарии. Параметр S в таблице 4 определяет только минимальное количество посадочных единиц (U) в шкафу. Так, для шкафа высотой 1800 мм это число не должно быть меньше 36. В большинстве современных шкафов высотой 1800 мм количество посадочных единиц по высоте составляет 38. То же касается всех остальных допустимых высот шкафов. Следует от-

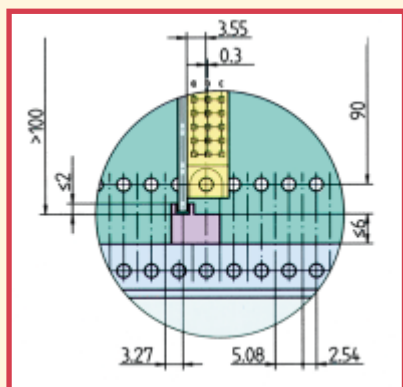


Рис. 11

только внутренние посадочные размеры шкафов, но и их внешние габариты. На рис. 14 обозначены основные габаритные размеры стандартного 19-дюймового шкафа. В таблицах 4, 5 и 6 приведен стандартный

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДНИХ ПАНЕЛЕЙ СОГЛАСНО МЭК 297-1

Размер, U	Тип	Высота панели h-0,8, мм	Расстояние между основными отверстиями e1, мм	Расстояние между основными и вспомогательными отверстиями e2, мм
1	V	43,6	31,75	-
2	V	88,1	76,2	-
3	V	132,5	57,15	-
4	V	177	101,6	-
5	V	221,5	146,1	-
6	V	265,9	190,5	-
6 <sup>1</sup>	W	265,9	76,2	57,15
7	W	310,3	57,15	88,9
8	W	354,8	76,2	101,6
9	W	399,2	120,6	101,6
10	W	443,7	165,1	101,6
11	W	488,1	146,1	133,3
12	W	532,6	190,6	133,3

<sup>1</sup> Вариант исполнения

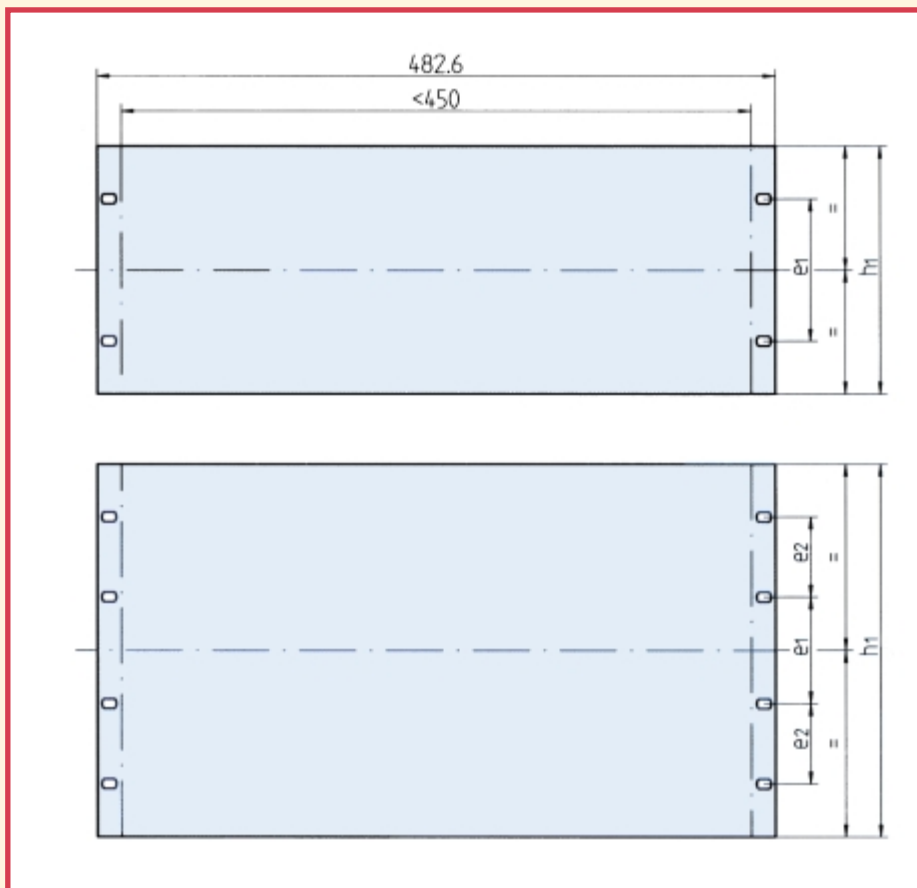


Рис. 13

метить, что высоту шкафа следует считать вместе с ножками.

Что касается ширины шкафа, то параметр  $P$  является предельно допустимой шириной и реальный габарит шкафа по ширине должен быть меньше. Наиболее часто встречающимися сочетаниями ширины и глубины шкафа являются  $600 \times 600$ ,  $600 \times 800$  и  $800 \times 800$  мм. Конечно, поставляются шкафы и с другими сочетаниями размеров, но выбор там уже гораздо меньше. Отдельно следует заметить, что электротехнические корпуса и шкафы, а также 19-дюймовые приборные корпуса не обязаны соответствовать этим размерам.

На рис. 15 показано размещение вертикальных монтажных рельсов в шкафу. На рис. 16 показано расположение крепежных отверстий в вертикальном монтажном рельсе по МЭК 297-1. В шкафах американского производства часто встречаются расположенные на оси симметрии основных

Таблица 4

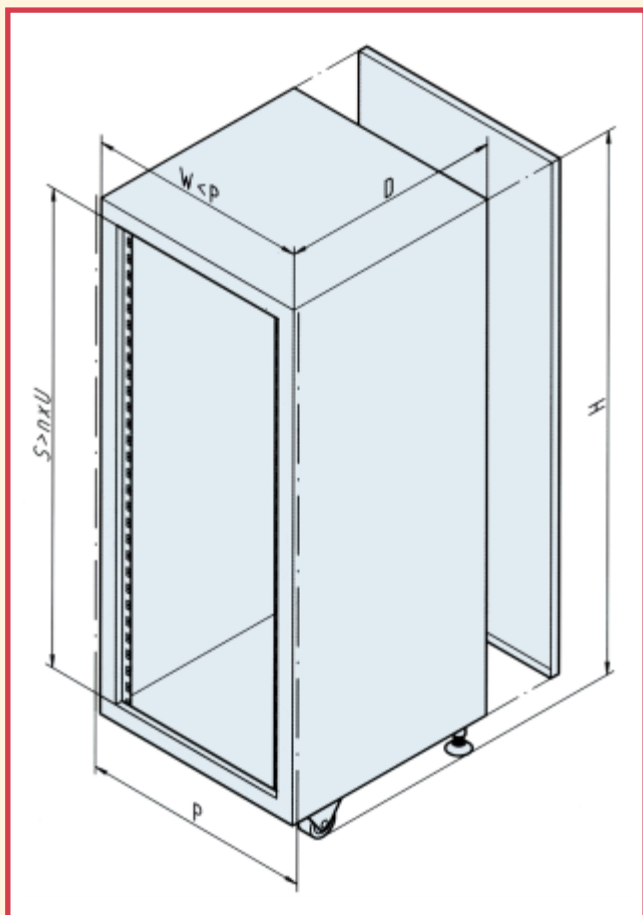


Рис. 14

ВЫСОТА СТАНДАРТНОГО ШКАФА 19"

Высота шкафа Н, мм	Посадочный размер под сублоки и панели $S > n \times U$ n
800	13
1000	18
1200	22
1400	27
1600	31
1800	36
2000	40
2200	45

Таблица 5

СТАНДАРТНЫЙ ШКАФ 19"	
Ширина шкафа $W < P$ P, мм	
550	
600	
700	
800	
900	

Таблица 6

СТАНДАРТНЫЙ ШКАФ 19"	
Глубина шкафа D, мм	
400	
600	
800	
900	



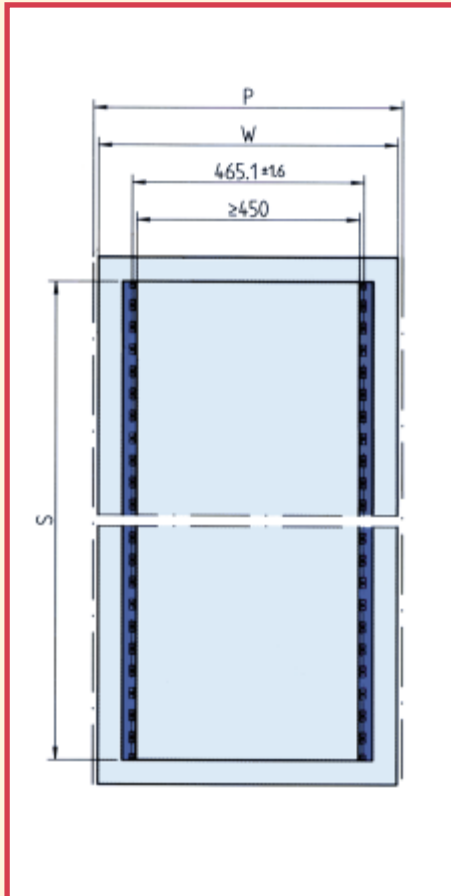


Рис. 15

дополнительные отверстия, показанные как 1) на рис. 17. Их существование допускается американским стандартом EIA RS 310-D, упоминавшимся в начале статьи.

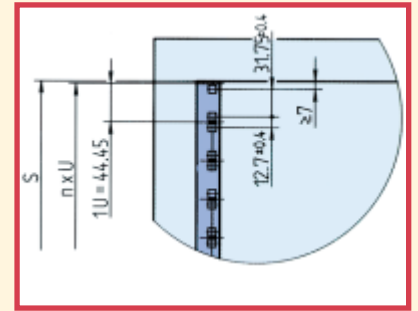


Рис. 16

Ну что ж, все основные положения 19-дюймового стандарта нами рассмотрены, и настало время вспомнить о метрическом стандарте МЭК 917.

**Метрический стандарт МЭК 917**

Стандарт МЭК 917 базируется на метрических стандартах в соответствии с ISO 1000 и ISO 31/1. Естественно, при его разработке старались учесть все лучшее, что было в 19" стандарте. При этом также старались обеспечить удовлетворение потребностей, которые могут возникнуть в будущем. Однако все видят будущее по-своему, и метрический стандарт не получил

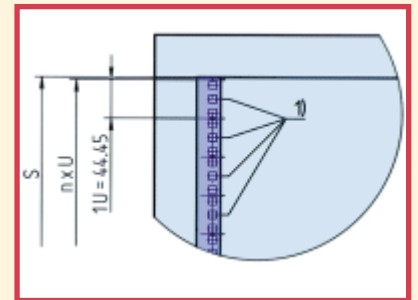


Рис. 17

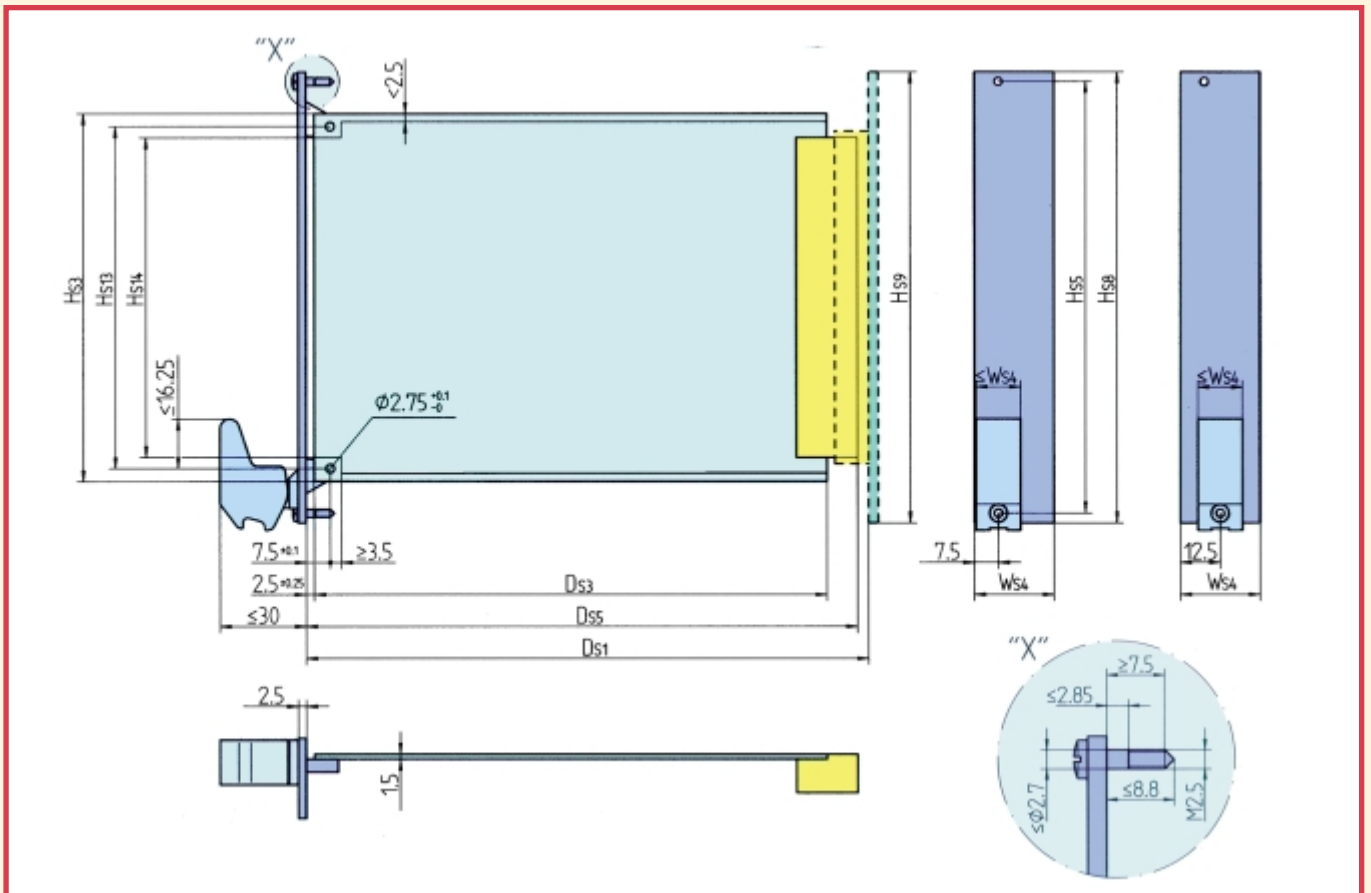


Рис. 18

Таблица 7

РАЗМЕРЫ МОДУЛЕЙ ПО МЭК 917				
Размеры в миллиметрах				
$H_{S3} 0/-0,3$	115	265	415	565
$H_{S5} \pm 0,35$	135	285	435	585
$H_{S8} \leq$	141	291	441	591
$H_{S9} \pm 0,5$	145	295	445	595
$H_{S13} \pm 0,1$	107	257	407	557
$H_{S14} \leq$	100	250	400	550
$D_{S1} +1/0$	175,5	225,5	250,5	300,5
$D_{S5}$	Определяется в зависимости от типа соединителя			
$D_{S3} 0/-0,3$ для соединителей с шагом контакта 2,5 мм, типа Telecombus	160	210	235	285
$D_{S3} 0/-0,3$ для соединителей с шагом контакта 2 мм, типа Futurebus+	163	213	238	288
$W_{S4}$	$n \times 5 - 0,3$			

Таблица 8

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ СУББЛОКОВ ПО МЭК 917				
Размеры в миллиметрах				
$H_{S0} 0/-0,8$	149	299	449	599
$H_{S1} >$	125	275	425	575
$H_{S2} + 0,6/0$	115,2	265,2	415,2	565,2
$H_{S5} \pm 0,35$	135	285	435	585
$H_{S7} \pm 0,35$	142	292	442	592
$D_{S1} +1/0$	175,5	225,5	250,5	300,5
$D_{S2} +0,8/0$	174	224	249	299
$D_{S3} 0/-0,3$ для соединителей с шагом контакта 2,5 мм, типа Telecombus	160	210	235	285
$D_{S3} 0/-0,3$ для соединителей с шагом контакта 2 мм, типа Futurebus+	163	213	238	288

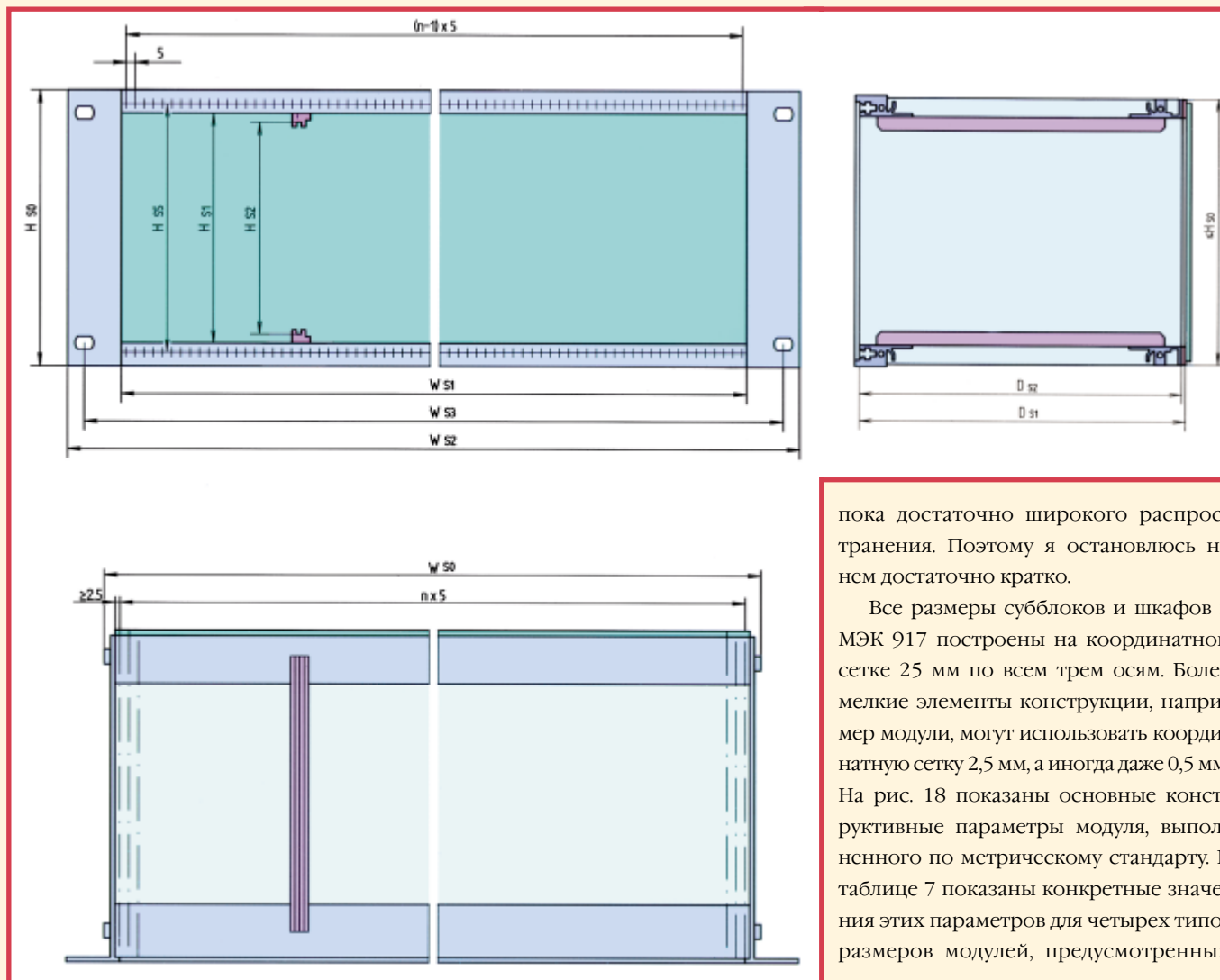


Рис. 19

пока достаточно широкого распространения. Поэтому я остановлюсь на нем достаточно кратко.

Все размеры субблоков и шкафов в МЭК 917 построены на координатной сетке 25 мм по всем трем осям. Более мелкие элементы конструкции, например модули, могут использовать координатную сетку 2,5 мм, а иногда даже 0,5 мм. На рис. 18 показаны основные конструктивные параметры модуля, выполненного по метрическому стандарту. В таблице 7 показаны конкретные значения этих параметров для четырех типоворазмеров модулей, предусмотренных

Таблица 9

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ СУББЛОКОВ ПО МЭК 917			
Размеры в миллиметрах			
$W_{S0} <$	450	500	625
$W_{S1} >$	425	475	600
$W_{S2} \leq$	483	533	658
$W_{S3} \pm 1,0$	465	515	640
n	85	95	120

стандартом. На рис. 19 и в таблицах 8 и 9 приведены соответствующие параметры для субблоков.

Как вы можете убедиться, эти параметры не имеют ничего общего с тем «метрическим стандартом», который применялся в бывшем СССР.

Что касается шкафов, то специально разработанные под метрический стандарт шкафы найти достаточно сложно. Исключение составляют только шкафы, выполненные в соответствии со стандартом Европейских телекоммуни-

кационных компаний ETS 300 119, который можно рассматривать как частный случай МЭК 917. В настоящее время все основные производители конструктивов имеют в своей номенклатуре так называемые EXTSI-шкафы. В этих шкафах используются, как правило, модули на основе плат высотой ( $H_{S3}$ ) 115 или 265 мм с соответствующими субблоками. Наиболее употребляемая посадочная ширина субблока ( $W_{S3}$ ) — 465 мм, реже — 515 мм.

Однако практически все современные модели 19-дюймовых шкафов предусматривают возможность установки вертикальных монтажных рельсов для метрических субблоков. Причем в одну и ту же стойку можно одновременно устанавливать как 19", так и метрические субблоки. Поэтому, если ваше оборудование выполнено по 19" стандарту и вы купили некое оборудование, выполненное по метрическому стандарту, проблем с их размещением в одном монтажном шкафу не возникнет.

В заключение автор искренне надеется, что приведенная в данной статье информация окажется для вас полезной. ●