

# ВЫБОР СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Для диагностических и терапевтических медицинских систем требуются надежное соединение и точная передача сигнала. При проектировании медицинского оборудования (рис. 1) необходимо устранить возможность выхода из строя или потери функциональности оборудования. Соединительные компоненты особенно уязвимы, так как зачастую находятся в местах наибольшего износа и могут быть повреждены из-за условий окружающей среды и плохой эксплуатации.

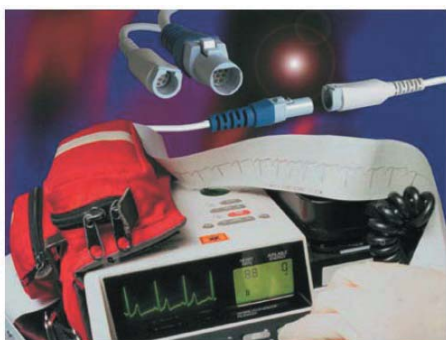


Рис. 1. Медицинское оборудование

В медицине следует учитывать множество факторов при выборе разъемов, способных обеспечить максимальную производительность и надежность в течение предполагаемого срока службы устройства.

## Цветовое кодирование

В случае неправильного соединения возникает угроза безопасности пациента и оператора. Разработчики могут устранить эту угрозу путем использования цветового коди-



Рис. 2. Серия медицинских соединителей HyperGrip бренда Hypertac



Рис. 3. Монитор пациента с соединителями компании Smiths Connectors (Hypertac)

рования, которое обеспечит визуальную индикацию соответствия разъемов (рис. 2, 3).

Цветовую маркировку необходимо выбрать во время покупки, так как цвет будет неизменной особенностью пластикового корпуса соединителей. Тем не менее некоторые соединители имеют механизм смены цвета во время сборки. Цвета разъемов могут изменяться с помощью разноцветных силиконовых колец или оправки кабеля в процессе сборки — такая возможность реализована в серии соединителей HyperGrip (см. характеристики в табл.) от компании Smiths Connectors.

## Поляризация соединителя

Неправильного подключения также можно избежать, применяя поляризованные соединители. Такие разъемы физически исключают возможность ошибки.

Существует несколько вариантов поляризации. Первый — использование разъемов, имеющих фиксированную систему ключей, являющихся частью корпуса и идентичных во всем остальном. Также можно приобрести разъемы с настраиваемыми ключами, что позволит снизить затраты. Некоторые

Количество контактов	HG0: 5, HG2: 12, HG3: 19, HG4: 33, HG6: 80
Выходы	Обжим, пайка
Диаметр контактов	HG0: 0,012" (0,30 мм), HG2, 3, 4, 6: 0,016" (0,40 мм)
Ток	1 А/контакт
Сопротивление контакта	< 8 мОм
Количество циклов соединения	20000 циклов
Выдерживаемое диэлектриком напряжение	750 В
Покрытие контактов	Золочение поверх никелирования
Материал изолятора	Жидкокристаллический полимер
Материал корпуса	Полиэфиримид
Материал заглушек	Силикон
Сопротивление изолятора	>5×104 МОм при 500 В
Рабочий диапазон температур	-40... +125 °С
Стерилизация	Автоклавирование 134 °С, Gamma, EtO, Sterrad®

конструкции позволяют изменять ключи разъема за счет изменения положения подключения. Неправильное подключение в таком случае предотвращается пластмассовым ключом, который позволяет соединять только совместимые разъемы. В разъемах, у которых в качестве ключа выступают сами контакты, существует значительный риск их повреждения.

### Качество и надежность

При проектировании медицинских систем необходимо удостовериться, что выбранные разъемы обеспечат надежное соединение. Одним из важных факторов является соответствие разъемов техническим требованиям по большому количеству циклов соединения-разъединения.

Некоторые из разъемов, применяемых в медицинском оборудовании, соединяют и разъединяют много раз в день на протяжении всего жизненного цикла. Такие разъемы могут выдерживать десятки тысяч циклов соединения-разъединения за срок своей службы. Обыкновенный высококачественный разъем для медицины, военного применения или промышленности, рассчитанный на 500–1000 циклов соединения-разъединения, не подойдет для такого использова-

HyperTas — производитель надежных соединительных решений для ответственных применений. Технология гиперболоидных гнезд HyperTas®, используемая в соединителях, обеспечивает надежность, долговечность и низкую стоимость соединительного решения. Для применения в медицине HyperTas выпускает две основные линейки соединителей: HyperGrip и D-series. Компания PT Electronics является официальным дистрибутором компании Smiths Connectors (HyperTas, Sabritec, IDI). Образцы соединителей, изображенных на рисунках, доступны по предварительному заказу.

ния. Кроме того, необходимо учитывать ударные и вибрационные нагрузки. Например, если оборудование используется в машине скорой помощи, выбранный разъем должен соответствовать требованиям по эксплуатации.

В то же время многие соединения созданы для грубых или неаккуратных применений, но иногда с медицинскими разъемами работают в хирургических перчатках, которые могут порваться или повредиться, если у разъема есть острые края или им неудобно пользоваться.

### Гиперболоидные гнезда и подпружиненные контакты

Надежность разъема — его способность работать в течение длительного срока или в сложных ситуациях — в значительной степени определяется устройством контактов. Консольный пружинный механизм, используемый в соединительной продукции, — самый уязвимый. Нормальное усилие в подобных соединениях приводит к изнашиванию пружин.

Разработчики оборудования могут устранить этот недостаток, применяя контакты альтернативной конструкции — например, систему гиперболоидных контактов, где гиперболоидное гнездо обеспечивает надежное соединение при



Рис. 4. Контакты соединителя HyperGrip

малых усилиях сочленения. Соединители серии HyperGrip и D компании Smiths Connectors оснащены гиперболоидными гнездами Hypertac®, поэтому разъем соединяется плавно и легко (рис. 4). Такие разъемы выдерживают более 20 000 циклов соединения-разъединения. Другим их достоинством является то, что гиперболоидное гнездо очищает контактирующую поверхность от загрязнений.

Разъемы для применений в медицинской отрасли должны содержать различные типы контактов (сигнальные, силовые, высокочастотные, оптические), чтобы удовлетворять особые потребности разработчиков медицинского оборудования. Требования, предъявляемые высокоплотными сигналами, могут быть выполнены за счет применения подпружиненных контактов без увеличения размеров разъема. Использование других технологий соединителей позволяет создать функциональный гибридный разъем, способный заменить собой несколько соединителей.

В случаях, когда одна часть разъема является одноразовой, а другая должна надежно проработать в течение нескольких тысяч циклов соединения-разъединения, разработчики оборудования сами пытаются спроектировать сменную часть, тем самым сокращая затраты. Но электрических проблем и повреждения оборудования можно избежать, применяя соединения, вилка и гнездо которых разработаны одним производителем разъемов.

### Дополнительный функционал

Медицинская аппаратура все чаще включает в себя функцию Plug-and-Play, которая значительно упрощает процесс подключения дополнительных приборов. Для поддержания подобных функций конструкция обычно включает в себя дополнительную электронную начинку. Например, какое-либо персонализированное устройство связывается с главной системой и сообщает идентификационную информацию или информацию о своем статусе. Компонент, отвечающий за персонализацию устройства, может быть установлен в самом устройстве или по определенным причинам вынесен за его пределы, в корпус разъема. Разработчики могут реализовать эту дополнительную функцию сами, но в таком случае необходимо избегать повреждений конструкции разъема, которые могут привести к ухудшению работы. Производителям разъемов стоит указывать наличие дополнительного функционала в том или ином компоненте.

### Медицинские средства стерилизации

Важно, чтобы разъемы выдерживали воздействие чистящих средств и стерилизационных методов, применяемых

в медицине. При очистке используются различные средства, начиная от мыльного раствора и заканчивая спиртосодержащими веществами, этиленоксидом и гамма-излучением. Кроме того, для дезинфекции инструментов и кабелей широко применяется обработка паром высокой температуры.

### Немагнитные решения

Магнитные материалы, расположенные близко к ВЧ-частям установки МРТ, портят качество снимка. С увеличением мощностей установок разработчики стараются убрать магнитные материалы подальше от сканируемой МРТ области. Для этого все чаще применяются разъемы из немагнитных материалов. Некоторые производители разъемов успешно решают проблему эксплуатационных требований МРТ, выпуская варианты высоконадежных разъемов, кабельных сборок и соединительных подсистем из немагнитных материалов.

### Заключение

Учитывая специфику разъемов, применяемых в медицине (рис. 5), необходимо обращать внимание на все элементы конструкции уже на ранних этапах проектирования. Разъемы часто выбирают уже после того, как большая часть конструкции сформирована. Если используемые в прототипе разъемы не выдерживают необходимое количество циклов соединения-разъединения или повреждаются во время дезинфекции, это весьма проблематично. И даже несмотря на то, что производители разъемов могут подготовить индивидуальное решение, разработчики оборудования могут избежать дополнительных расходов, заложив требования к соединителям на начальных этапах проектирования.



Рис. 5. Монитор пациента с соединителем компании Smiths Connectors



Иван Завалин,  
инженер по внедрению холдинга PT Electronics,  
ivan.zavalin@ptelectronics.ru

Цены на высококачественные медицинские соединители превосходят конкурентные бюджетные решения, но в конечном итоге высокая стоимость разъема снизит затраты остальных моментов ТСП (total cost price — общие издержки) благодаря низкой стоимости владения. Своевременный и правильный выбор соединительного решения освобождает от необходимости доработки соединителя или изделия в дальнейшем.

