

ПОРТАТИВНАЯ ПРОГРАММИРУЕМАЯ ШИНА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ТРАВМАМИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

В работе описана автоматизированная система для реабилитации рук после травм или оперативного лечения. Система позволяет быстро изменять план реабилитации, предоставляет возможность дистанционного управления (находится под управлением контроллера Arduino). Описаны преимущества разработанной системы по сравнению с другими аналогами, представлена блок-схема системы, приведены пример реализации и часть алгоритма работы.

Ключевые слова: автоматизированная медицинская система, реабилитация.

Введение

В настоящее время современная медицина не может обходиться без технических средств, которые служат для решения проблем: диагностики, лечения, реабилитации и т.д. И эти технические средства совершенствуются, становятся сложнее, качественнее, эффективнее. Естественно, новые технологии не обходятся без применения цифровых технических средств. Сегодня практически любая современная медицинская система находится под управлением ЭВМ: персонального компьютера (ПК) или собственного встроенного микроконтроллера.

Цель работы: ускорить реабилитацию пациентов после повреждения плечевого сустава путем разработки портативной программируемой реабилитационной шины.

Материалы и методы

Пациенты, которые перенесли хирургические операции на плечевом суставе, нуждаются в реабилитации – разработке руки. Суть процесса состоит в том, что пациент выполняет отведение, сгибание и ротацию плечевой кости в определенных пределах, комбинации и последовательности. В настоящее время для такой разработки плеча пациенту помогает врач. Сама процедура реабилитации весьма длительна и очень болезненна для пациента. Для ускорения процесса и облегчения процедуры используется механическая шина [1], изображенная на рис. 1а. По сути, пациент (или врач) сам задает движение с помощью червячных механизмов. Такая конструкция имеет ряд недостатков:

- Вес
- Громоздкость
- Необходимость ручного управления.



Рис. 1. Примеры реализации шин для реабилитации:
а) Механическая шина для реабилитации «МЕТОДИСТ»
б) Пример реализации автоматизированной шины

Кроме этого, в медицинской практике используются автоматизированные шины для разработки суставов фирмы ORMED [2], среди которых можно отметить такие недостатки, как громоздкость, стационарность, нет жесткой фиксации пациента, невозможность дистанционного управления, дороговизна.

В работе описана система, в которой предложена новая, автоматизированная шина, позволяющая значительно повысить удобство и эффективность эксплуатации. Суть автоматизированной шины в том, что она автоматически разрабатывает плечевой сустав пациента, перемещая его руку с помощью моторов. Пределы и скорость движения руки вводятся врачом в контроллер шины. Кроме того, конструкция может использоваться не только для автоматической разработки, но и для помощи движению пациента.

Предложенная конструкция лишена недостатков, указанных выше. Такую шину можно носить на себе, т.к. она обладает легким весом.

В общем случае автоматизированная система должна иметь микроконтроллерное управление, либо управление с ПК. Обязательной является наличие возможности экстренной остановки выполнения упражнения. Также должна быть возможность программирования алгоритма работы и возможность записи индивидуальных параметров пациента, необходимых для работы шины.

Устройство управления представленной автоматизированной системы (плата с МК) имеет пульт и ЖК дисплей, которые позволят пациенту в случае необходимости остановить движение, изменить скорость, узнать текущее состояние системы и пр.

Система может быть снабжена некоторыми дополнительными свойствами, например возможность подключения flash-накопителя с программой работы и данными конкретного пациента, возможность дистанционного управления работой шины (возможность реализации протоколов связи Bluetooth или GSM).

Результаты и их обсуждения

В основе блока управления лежит микроконтроллер серии ATMEGA168, который сопряжен с ПК для возможности программирования, записи необходимой программы реабилитации. К блоку управления подключены приводы, которые в свою очередь управляют непосредственно шиной, (а, следовательно, и рукой). В качестве приводов можно использовать моторы-редукторы, сервоприводы, даже пневматические системы. В разработанной системе были использованы сервоприводы с ввиду ряда их преимуществ, а именно:

- Возможность задания точного угла поворота.
- Возможность удерживать привод в заданном положении или ограничивать его движение.
- Удобство управления.

Пример прототипа автоматизированной шины представлен на рис. 1б.

В представленном устройстве можно выделить два основных блока: контроллер, как управляющая часть, и шина, как исполняющая часть. Контроллер принимает в качестве входных данных программу реабилитации, которой он будет следовать. На выходе контроллера имеется широтно-модулированный сигнал

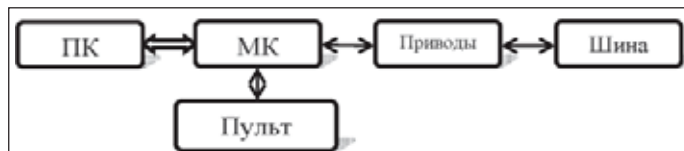


Рис. 2. Блок-схема автоматизированной системы

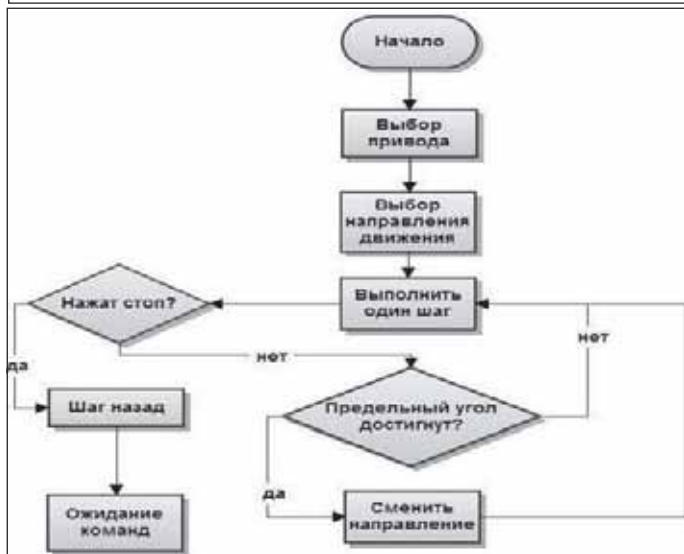


Рис. 3. Алгоритм работы автоматического режима системы

(ШИМ), управляющий приводами. Пульт управления позволяет управлять ручным режимом, переключать режимы (ручной/автомат), экстренно останавливать работу. Так же он предоставляет визуальную информацию о текущем состоянии системы.

На рис. 2 представлена блок-схема, отражающая структуру автоматизированной системы. Упрощенный вариант алгоритма работы автоматического режима представлен на рис. 3.

В начале работы алгоритма происходит выбор привода, т. е. в какой плоскости будет двигаться рука. Затем выбирается направление, определяющее сгибание/разгибание сустава. После этого выполняется один шаг в выбранном направлении и контроль предела. Если достигнут установленный предел движения – начинается движение в обратном направлении. Кроме того, всегда ведется наблюдение экстренной кнопки остановки движения, в случае нажатия которой шина опускает руки в исходное положение. Пределы движения рук описаны в таблице 1 [4].

Выводы

Автоматизированная система, описанная в данной работе, является перспективной и востребованной, т.к. она позволит пациентам быстрее восстанавливать работоспособность в посттравматический период. Основными преимуществами разработки являются автоматизация процесса, возможность программирования и дистанционного управ-

Амплитуда движений руки в градусах (Chapchal, 1954)

Функция	В плече-лопаточном суставе			В плече-лопаточном суставе с участием лопатки		Включая движения туловища
	плече-лопаточный сустав	неизбежное вращение		в нормальных плоскостях *	оптимально **	
		внутри	кнаружи			
Сгибание	70	18		120	155	180
Разгибание	37		90	60		
Отведение	88		24	120	155	180
Приведение	8		1	25		
Внутренняя ротация	60			90		
Наружная ротация	36			90		

ления, относительная простота, легкость конструкции. В будущем планируется дальнейшее улучшение конструкции автоматизированной системы для повышения комфорта и эффективности использования.

Все авторы дают согласие на единоразовую публикацию этой статьи.

Литература

1. Декларационный патент Украины на изобретение № 60169А от 15.09.2003, бюл. № 9 «Фиксационно-реабилитационная механическая шина "Методист" для разработки движений в плечевом суставе».
2. Аппараты для разработки ARTROMOT. Режим доступа к ресурсу: <http://вэлм.рф/apparaty-dlya-razrabotki/#a>
3. Программируемый контроллер Arduino. Режим доступа к ресурсу: <http://robocraft.ru/blog/arduino/18.html>
4. Маркс В. О. Ортопедическая диагностика (руководство-справочник) / В. О. Маркс. – Минск. : «Наука и техника», 1978. – 512 с.

¹Сухин Ю. В., ²Сушко Е. О., ²Данілов П. В., ¹Сухин А. Ю.

¹Одеський національний медичний університет, Одеса

²Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

Портативна програмована шина для реабілітації хворих з травмами плечового суглоба

У роботі описана автоматизована система для реабілітації рук після травм або оперативного лікування. Система дозволяє швидко змінювати план реабілітації, надає можливість дистанційного керування (знаходиться під управлінням контролера Arduino). Описано переваги розробленої системи в порівнянні з іншими аналогами, представлена блок-схема системи, наведені приклад реалізації та частина алгоритму роботи.

¹Y. Suhin, ²E. Sushko, ²P. Danilov, ¹A. Suhin

¹National Medical University of Odessa, Odessa, Ukraine

²National Technical University of Ukraine "KPI", Kiev, Ukraine

Portable Digital Splint for Rehabilitation Patients with Injuries of the shoulder Joints

The article describes the development of an automated system for the rehabilitation of joints of the hands from injury or surgery. System is under the control of the controller Arduino, you can quickly change the rehabilitation program, allows remote control. The advantages in comparison with analogues are described, a block diagram of an example implementation and simplified algorithm are shown.