



Портативная “искусственная почка”

*В. Галкин,
А. Лебедь,
Г. Коновалов*

Эффективная помощь в экстремальных ситуациях

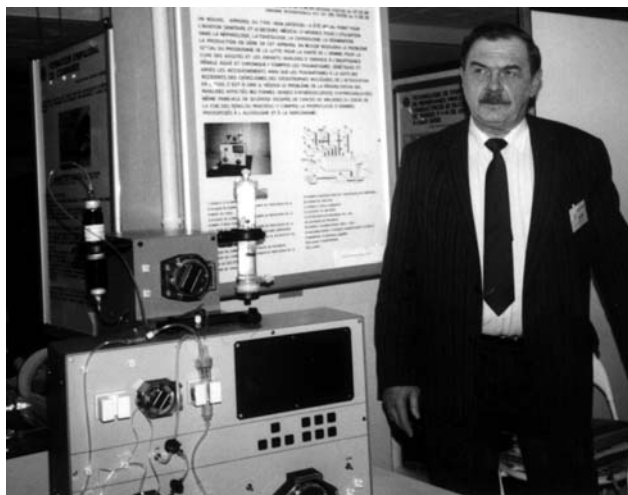
Сегодня отечественная медицина испытывает острый дефицит в современной аппаратуре гемодиализа. Зарубежные стационарные установки для большинства лечебных учреждений недоступны из-за дороговизны, а оборудование, выпускаемое в России, из-за низкого качества не обеспечивает эффективную помощь больным, страдающим от уремической интоксикации. В результате реальную помощь получают лишь 15–17% нуждающихся, а уровень смертности в группе больных с острой почечной недостаточностью достигает 50–90%. Надежду на то, что эта совершенно нетерпимая ситуация в ближайшем будущем может измениться, вселяет появление в России экстракорпоральной установки “Кортэкс 01/02”. Разработчикам научно-производственного предприятия “Кортэкс” впервые в мире удалось создать портативную систему, которая выполняет все операции очистки крови. Достоинства системы уже получили широкое признание, во всяком случае за рубежом. На Всемирном салоне изобретений “Брюссель—Эврика” она награждена золотой медалью и дипломом.

Способность поддерживать жизнь в людях, обреченных на гибель, — показатель не столько медицинской, сколько социальной защищенности населения. Важнейшую роль в поддержании тяжелобольных людей играют системы очистки крови, освобождающие организм от лишней жидкости, шлаков и токсинов. Вот почему столь актуально создание многофункционального аппарата экстракорпорального (вне организма человека) очищения крови для оказания неотложной помощи при острой интоксикации, длительного жизнеобеспечения пациентов, страдающих острой почечной недостаточностью, а также для коррекции иммунных отклонений. В нашей стране эта задача успешно решена в научно-производственном предприятии “Кортэкс”, образованном в 1991 году при ГосЦНИРТИ группой разработчиков и медиков. Они создали не только многофункциональный, но и, что особенно важно, портативный вариант аппарата “искусственная почка” — “Кортэкс 01/02” для скорой медицинской помощи и санитарной авиации [1–4].

По функциональным возможностям система “Кортэкс” сопоставима с лучшим зарубежным стационарным оборудованием. Она позволяет проводить восемь экстракорпоральных процедур: гемодиализ, гемодиализацию, гемофильтрацию, плазмофильтрацию, каскадную плазмофильтрацию, изолированную ультрафильтрацию, гемосорбцию и плазмоиммуносорбцию*. Существующие за рубежом портативные ап-

параты искусственной почки (английский Portalysis и японский Niprocurti) выполняют только одну из них. Следует отметить, что в СССР, а теперь и в России не производилась и не производится даже стационарная многофункциональная аппаратура. Не создавалось и оборудование для выполнения таких процедур, как каскадная плазмофильтрация и плазмоиммуносорбция.

Конструктивно аппарат “Кортэкс 01/02” выполнен в виде двух блоков — перфузионного и диализного, размещаемых в чемоданах размером 640x420x250 мм каждый (рис.1). Все гидравлические элементы (датчики давления, правильности закладки кровопроводящих магистралей, детекторы воздуха, клапан безопасности, перистальтические одноканальные насосы крови и антикоагулянта, перистальтический двухмагистральный насос плазмозамещения), а также терминал управления работой аппарата и обеспечения диалогового режима с обслуживающим персоналом расположены на лицевой вертикальной панели перфузионного блока. В верхней торцевой части диализного блока



В.Галкин, один из создателей портативной “искусственной почки”, демонстрирует свой аппарат на Всемирном салоне изобретений в Брюсселе

размещен одноканальный перистальтический насос диализата. Там же находится и первичный источник питания на 50 В. С помощью жесткого сочленения оба блока могут быть объединены в Т-образную конструкцию, разворачиваемую на почти горизонтальной площадке размером около 0,7x1,0 м.

Аппарат представляет собой сложную компьютеризованную систему, работающую под управлением интерактивного программного обеспечения. Он оснащен встроенным центральным процессорным устройством на основе портативного РС/XT-совместимого компьютера с производительностью 10⁶ операций/с и шестью периферийными процессорами (рис.2). Четыре унифицированные платы периферийных процессоров предназначены для регулировки и стабилизации частоты вращения бесколлекторных двигателей ДБМ-120-1-0.4-2Р18 насосов крови, плазмозамещения, диализной жид-

* Ультрафильтрация — конвекционное освобождение крови от воды и растворенных в ней веществ путем создания повышенного положительного гидростатического давления со стороны крови или разрежения с внешней стороны полупроницаемой мембраны; гемодиализация — процедура одновременной ультрафильтрации и гемодиализа; последовательная ультрафильтрация и гемодиализ — процедура, при которой ультрафильтрация выполняется отдельно от гемодиализа; изолированная ультрафильтрация — ультрафильтрация без последующего гемодиализа; гемофильтрация — конвекционное освобождение крови от растворенных в ней веществ через высокопроницаемые мембраны с компенсацией потерь воды и электролитов специальным физиологическим раствором; гемосорбция (гемоперфузия) — эффективно дополняет гемодиализ, увеличивая степень очищения крови от веществ со средним молекулярным весом при хронической и, возможно, острой почечной недостаточности.

кости, а также шагового двигателя инфузионного насоса антикоагулянта. Один процессор следит за работой контрольных приборов (датчиков давления в магистралях, детекторов пузырьков воздуха и др.). В блок периферийных процессоров входит и кросс-плата. Мультипроцессорная система и стабилизированные вторичные источники питания встроены в перфузионный блок. Аппарат содержит интерфейсы периферийных процессоров, датчиков давления, температуры, электропроводности жидкости, воздушных пузырьков, накопителей на магнитных дисках, клавиатуры и цветного ЖК-индикатора. Эти устройства выполнены на отечественных микросхемах средней степени интеграции. Для облегчения работы персонала и снижения вероятности ошибок при оперативном вводе информации, клавиатура, расположенная на передней панели аппарата, содержит всего шесть клавиш (“вверх”, “вниз”, “вправо”, “влево”, “сброс” и “ввод”). Помимо отображения вводимой и получаемой в ходе лечебной процедуры информации, а также сообщений медицинскому персоналу в критических и аварийных ситуациях, ЖК-индикатор с разрешением 600x200 пикселей отображает мнемосхемы сборки гидравлических трактов конкретных процедур восстановления гемостаза, входящих в функциональную схему системы.

Промышленные гидравлические узлы аппарата “Кортэкс-01” прошли лабораторно-медицинские испытания в отделении экстракорпоральных методов лечения и трансфузиологии в Медицинском центре Управления делами Президента Российской Федерации. Испытания подтвердили достаточность эксплуатационных параметров для экстракорпоральных процедур, в частности контролируемых путем компьютерного управления фазой бесколлекторных моментных электродвигателей перистальтических насосов расходов перфузата 0,1–1800 мл/мин, инфузата — 0,01–10 мл/ч. Сейчас НПП “Кортэкс” переводит электронную схему “Кортэкс-01” на более дешевую и надежную импортную элементную базу с высокой степенью интеграции.

Диалоговый режим работы, порядок включения и устанавливаемые врачом режимы работы элементов функциональной схемы аппарата задаются специальной программой “Кортэкс 01/02—01”, хранимой в НГМД и содержащей до 12 основных и вспомогательных программных модулей. Модуль 1 предоставляет выбор процедуры из ме-

ню с помощью клавиш-стрелок “вверх/вниз”. После выбора конкретной процедуры программа переходит в режим подсказки оператору (модуль 2). На этом этапе на ЖК-индикаторе воспроизводится мнемоническое изображение внешнего вида аппарата и порядок укладки сегментов магистрали на его передней панели. После сборки аппарата программа переходит к предварительной настройке параметров процедуры (модуль 3). Схема экстракорпоральных процедур представлена графически при помощи согласованных с медиками мнемосхем. На этапе настройки оператор устанавливает верхние и нижние пределы и предварительные параметры процедуры (скорость кровотока, подачи антикоагулянта и диализной жидкости, время процедуры и т.п.), а также шаг изменения каждого параметра. Настройка выполняется с помощью соответствующих клавиш-стрелок, перемещаемых вдоль горизонтальных и вертикальных цифровых шкал. По завершении настройки всю информацию можно записать в НГМД, чтобы в дальнейшем использовать ее по умолчанию. Модуль 4 запускает необходимые для данной операции насосы и выводит их на заданные режимы работы. Модуль 5 поддерживает операции вывода необходимой информации и контроля време-

ни процедуры, а модуль 6 периодически опрашивает датчики (контроль текущих параметров процедуры). По желанию персонала параметры можно корректировать (модуль 7).

Причины возникновения аварийной или критической ситуации анализируются и классифицируются как устранимые или неустраняемые. К устранимым без прерывания процедуры относится выход отдельного параметра процедуры за пределы разрешенного диапазона (например, давление в возвратной магистрали превышает допустимое значение 200 мм рт. ст.). В этом случае на ЖК-индикатор передается сообщение о причине аварийной ситуации (модуль 12) и рекомендации по ее устранению (корректировка параметра, необходимые манипуляции и др.). При возникновении неустраняемых ситуаций (например, появление в магистрали воздушных пузырьков) ЖК-индикатор воспроизводит соответствующее сообщение и система осуществляет аварийную остановку процедуры (модуль 11). Завершается процедура по желанию оператора или по истечении времени процедуры под управлением модуля 10. Сообщение об этом появляется на экране за пять минут до завершения процедуры. Затем программа возвращается в

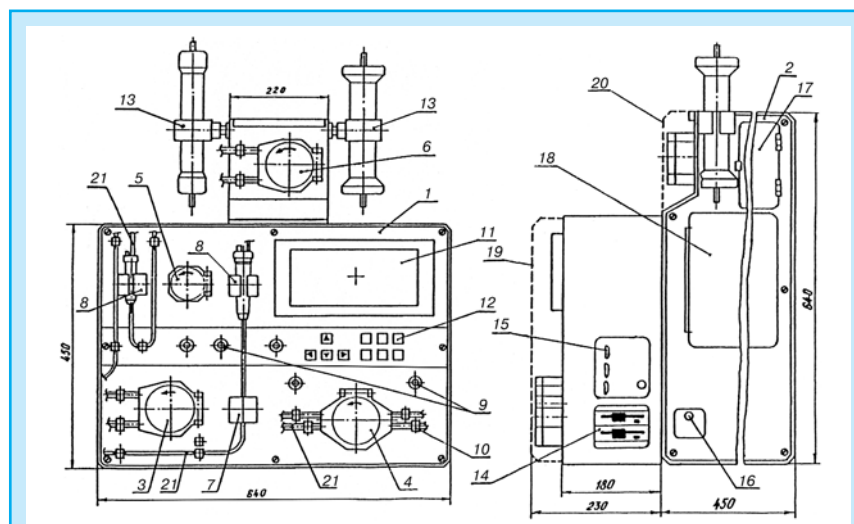


Рис. 1 Конструктивная схема аппарата “Кортэкс 01/02”:

1 — перфузионный блок; 2 — диализный блок; 3 — перфузионный насос крови; 4 — перфузионный двухконтурный (двухмагистральный) насос (плазмозамещения); 5 — инфузионный насос (для заправки антикоагулянта); 6 — насос диализного раствора; 7 — клапан безопасности; 8 — УЗ детекторы воздуха, 2 шт. (4 шт с учетом резервирования для иных целей); 9 — датчики давления (в том числе артериального, венозного, трансмембранного), 5 шт.; 10 — датчик правильности закладки одноразовых магистралей (он же держатель магистралей), 15 шт. в двух блоках; 11 — ЖК-индикатор; 12 — оперативная клавиатура; 13 — зажимы для установки одноразовых исполнительных элементов (диализаторов, каскадных фильтров и т.п.); 14 — накопитель на гибких (или жестких) магнитных дисках; 15 — разъемы компьютера МС 1504 (для подключения стандартной клавиатуры, принтера и т.п.); 16 — разъемы для соединения перфузионного и диализного блоков; 17 — нагреватель диализата со схемой управления; 18 — емкость для укладки комплекта одноразовых расходных элементов (диализаторов, фильтров, кровопроводящих магистралей и т.п.); 19 — съемная крышка перфузионного блока; 20 — съемная крышка диализного блока; 21 — кровопроводящие магистрали

меню выбора процедур (модуль 1). По желанию оператора можно блокировать аварийные остановки и окончание процедуры по истечении заданного времени. Но в этом случае ответственность за результаты процедуры возлагается на медицинский персонал. Специальная защита программного обеспечения “Кортэкс 01/02-01” от несанкционированного копирования и внесения изменений гарантирует безопасное проведение экстракорпоральных процедур.

Мобильный, быстро разворачиваемый портативный аппарат “Кортэкс 01/02” — качественно новый образец медицинской техники, который в равной степени может быть использован в полевых условиях, амбулаторно или стационарно. Он особенно перспективен при оказании экстренной медицинской помощи в труднодоступных регионах с малым числом госпиталей и больниц, оборудованных стационарной аппаратурой для внепочечного очищения крови. Конечно, разработка передовой наукоемкой гемодиализной технологии, создание и промышленное освоение портативного компьютеризованного аппарата “искусственная почка” обходится дорого (в среднем его себестоимость оценивается в 25—27 тыс. долл.). Но эти затраты оправданы огромной потребностью России в аппаратах гемодиализа и плазмафереза. Для организации производства таких аппаратов потребуются инвестиции в размере 1 млн. долл. При объеме выпуска 150—170 аппаратов в год эти средства будут возвращены всего за один год. Нет нужды напоминать, что инвести-

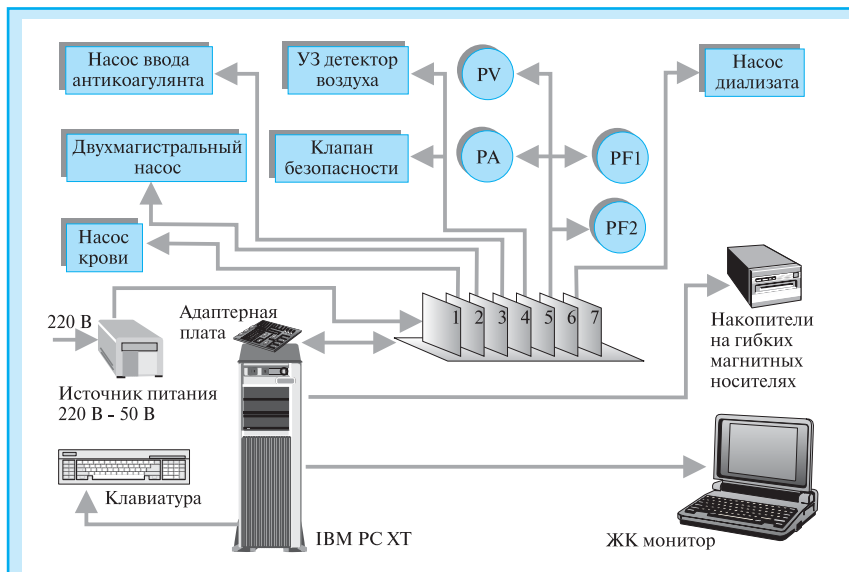


Рис. 2. Функциональные элементы электронной системы аппарата “Кортэкс 01/02”:
1 — плата вторичных источников питания; 2 — процессорная плата управления перфузионным насосом крови; 3 — процессорная плата управления перфузионным двухмагистральным насосом; 4 — процессорная плата управления инфузионным насосом антикоагулянта (гепарина); 5 — процессорная плата управления клапаном безопасности и УЗ-детектором воздуха; 6 — процессорная плата управления датчиками давления; 7 — процессорная плата управления перфузионным насосом диализата; PV, PA, PF1, PF2 — датчики давления

ции в новые медицинские технологии — “святое дело”. Мы еще не забыли Спитак и Нефтегорск, массовые отравления в Ставрополе и не имеем права лишать своих детей и внуков возможности получить экстренную и эффективную медицинскую помощь при природных и технических катаклизмах.

Литература

1. Портативный аппарат для экстракорпоральных процедур восстановления гомеостаза. Решение о выдаче патента по заявке №94029898 (приоритет от 11.08.1994 г.).

2. Портативный аппарат для экстракорпоральных процедур восстановления гомеостаза. Свидетельство РФ на полезную модель N1631 (приоритет от 27.08.1993 г.).

3. Портативный аппарат для экстракорпоральных процедур восстановления гомеостаза. Патент РФ на промышленный образец N41015 (приоритет от 27.08.1993 г.).

4. Ведомость технического проекта и пояснительная записка к ОКР “Почка” “Портативная экстракорпоральная система Кортэкс 01/02 для санитарной авиации и скорой медицинской помощи”. КНГЖ. 408732 ТП, ПЗ. — М.: ГосЦНИРТИ/НПП “Кортэкс”.

Как обнаружили медики, стимуляторы нервной системы, первоначально предназначенные для подавления неустранимых болевых ощущений путем воздействия на спинной мозг, могут дать хорошие результаты и при лечении тремора (дрожание конечностей и головы), вызванного болезнью Паркинсона. Для этих целей фирма Medtronic разработала имплантируемый электрический нейростимулятор, в состав которого входят зонд Model 3387 DBSTM, импульсный генератор Irel и соединительный провод Model 7495. Нейрохирург имплантирует зонд с четырьмя электродами в зрительный бугор, с помощью которого происходит передача сигналов мозга. Этот этап операции производится под местной анестезией, чтобы в ходе операции пациент мог сообщать врачу о своем состоянии. Затем под общей анестезией больному имплантируют под кожу в области ключицы импульсный генератор (размер — 55x60x10 мм, масса — 49 г). Зонд присоединяется к импульсному генератору специальным проводом, который размещается под кожей в области головы, шеи и плеч.

Импульсный генератор формирует импульсы, которые через электроды поступают в зрительный бугор головного мозга и ослабляют тремор. Пациент может самостоятельно включать и выключать нейростимулятор с помощью магнита. Многие пациенты предпочитают выключать его на ночь, чтобы продлить срок службы батареек (три-пять лет при нормальной эксплуатации). По оценкам специалистов фирмы Medtronic, примерно 5—10% людей, страдающих болезнью Паркинсона и другими аналогичными заболеваниями, может быть рекомендовано имплантирование электрического нейростимулятора. Предположительно, у 60—80% пациентов лечение даст положительные результаты.

Design News, 1996, v.51, N13, p.46

Переносная медицинская библиотека для врачей

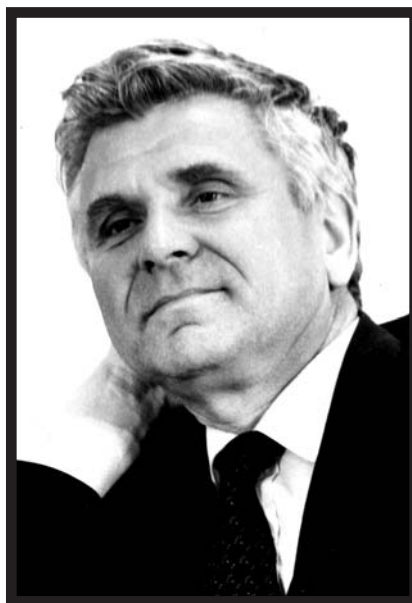
Компания Franklin Electronic Publishers анонсировала медицинскую справочную систему Pocket PDR (Physician’s Desk Reference) Medical Book System (MBS), которая предоставляет мгновенный доступ к целой библиотеке справочных материалов по медицине. Поставки Pocket PDR MBS начнутся в марте. Эта система заменит нынешнюю Digital Book System (DBS), в которой имелся четырехстрочечный экран. Pocket PDR MBS представляет собой миниатюрное устройство весом 198 г. В специальный разъем этого устройства вставляются две платы ПЗУ, на которых могут храниться различные медицинские справочники. С помощью небольшой клавиатуры врач может выбрать интересующую его “книгу” и просмотреть информацию на восьмистрочном дисплее. В качестве элементов питания используются батарейки типа AAA. Такая библиотека легко помещается в кармане пиджака. Стоимость устройства — 149,95 доллара.

Дайджест

Электрический нейростимулятор для подавления тремора при болезни Паркинсона

Дайджест

<http://www.franklin.com>



В мае Владимиру Ивановичу Шимко исполнилось бы шестьдесят. Мы готовились поздравлять его с юбилеем, а вместо этого приходится говорить слова прощания... 2 марта, не дожив чуть более двух месяцев до шестидесятилетия, Владимир Иванович скорпостижно скончался. Горечь этой утраты испытали не только друзья и близкие Владимира Ивановича, но и все, кому довелось работать с этой незаурядной личностью. Человек, крупный во всех отношениях, последний министр радиопромышленности СССР, он начинал, как и большинство из нас: школа, учеба в Московском энергетическом институте, работа на производстве, в научно-исследовательском институте. Те, кто хорошо знал Владимира Ивановича, говорят, что удача, успех как бы сами тянулись к нему. Но путь вверх не бывает легким: он требует огромной энергии, знаний, таланта организатора. Всего этого у Владимира Ивановича было в избытке. А еще — упорства в достижении цели, верности принципам, уважения к людям, с которыми работал, оптимизма и неиссякаемого чувства юмора в любых жизненных ситуациях.

В последние годы жизни В. И. Шимко возглавлял корпорацию "Радиокомплекс", объединившую научно-технический потенциал практически всех предприятий радиопромышленности России и стран СНГ, щедро отдавал свою энергию и жизненный опыт сохранению этого потенциала, консолидации сил для подъема экономики страны. Одновременно Владимир Иванович был вице-президентом Международной Академии информатизации, председателем наблюдательных советов ряда фирм и предприятий.

Членом редколлегии нашего журнала Владимир Иванович стал сравнительно недавно. Но работать с журналом собирался всерьез и надолго. Мы встречались, строили планы... Несмотря ни на что уверены, что этим планам суждено сбыться, теперь уже с помощью коллег и единомышленников Владимира Ивановича и во имя тех общих целей, над достижением которых они вместе трудились.

Редколлегия и редакция журнала
"ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ"