

# ПУТИ СТАНОВЛЕНИЯ БИМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

**А.И. Бых,**

зав. каф. биомедицинских электронных устройств и систем, д.ф.-м.н., профессор,

**Л.А. Аверьянова,** к.т.н.,

**О.И. Скляр,** с.н.с.,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В данной статье прослежены пути развития биомединженерии как в Украине, так и в мире, приведена структура отрасли биомедицинской инженерии и биотехнологий, а также показано развитие рынка продаж биомедицинского оборудования, указаны пути формирования и возрождения этой отрасли.

Степень развития современного общества во многом определяется уровнем развития техники, в частности — электроники. По мере становления данной отрасли сложные электронные системы вначале широко применялись в военной технике, затем — вычислительной, после — в бытовой технике и только потом в медицине. Именно та часть электронной техники, которая находит свое применение в биологии и медицине, отнесена к направлению «Биомедицинская инженерия» (биомединженерия). Как самостоятельное направление биомединженерия получила название только в последние годы, когда электронные медицинские устройства и системы стали достаточно сложными и вместе с тем доступными любому медицинскому учреждению.

Биомединженерию в мире причисляют к техническим наукам. В основу работы любого сложного технического медицинского устройства положены явления, возникающие при взаимодействии различных видов электромагнитного излучения и биообъекта. При этом создатели технических меди-

фундаментальных областях позволило создать современные технические медицинские средства, которые подняли и продолжают поднимать медицинское приборостроение на принципиально новый уровень, а возможности врачей (в части объективного установления диагноза заболевшего человека и его лечения) изменяют кардинально. Арсенал технических медицинских средств оказался настолько велик, что именно это вызвало необходимость выделения медицинского электронного приборостроения в отдельную отрасль. Рассмотрим кратко перспективы развития данной отрасли.

Известно, что первые технические диагностические средства врача поначалу были достаточно примитивными (термометр, стетоскоп и т.п.). Подобные устройства не предполагали непосредственного документирования полученной информации. Позже появились первые электрические и электронные устройства (электрокардиограф, рентгеновский аппарат и т.п.), позволяющие не только получить соответствующую информацию, но и зафик-

сировать ее. В то же время количество полезной информации, извлекаемой из задокументированных результатов, по-прежнему было невелико, что объяснялось отсутствием технических средств обработки данных, и поэтому анализ диагностической информации носил преимущественно качественный характер, а главным инструментом для количественного анализа были простейшие измерительные инструменты. Следующий этап развития нового поколения медицинской электронной техники отмечен стремительным ростом в сфере средств вычислительной техники, что позволило хранить большие объемы информации и, главное, проводить в огромных объемах вычисления. По мере совершенствования компьютеров (повышение тактовой частоты и увеличение объема памяти) возможности количественного анализа зафиксированной диагностической информации стали приемлемыми для потребителя (врача). С этого момента можно было говорить о том, что роль медицинской электронной техники становится значительной, а отрасль требует выделения отдельного направления — биомединженерии, которое должно иметь свою инфраструктуру как при разработке, производстве и обслуживании техники, так и при подготовке соответствующих кадров.

С точки зрения общей структуры знаний, отрасль «Биомедицинская инженерия и биотехнологии» может быть разделена на два гло-

Именно та часть электронной техники, которая находит свое применение в биологии и медицине, отнесена к направлению «Биомедицинская инженерия» (биомединженерия)

цинских средств должны обладать знаниями как в области физики, так и биологии. Плодотворное сотрудничество специалистов в данных

сировать ее. Возможность иметь какой-либо документированный результат — первый этап на пути объективизации биомедицинских

бальных направления: программно-аппаратные средства воздействия на биообъект и его диагностику (биомедицинская инженерия) и программно-аппаратные средства для создания различных штаммов, лекарств, биоматериалов и т.п. (биотехнология). На рис. 1 показана структура рассматриваемой отрасли, которая сложилась и может быть предложена на сегодняшний день.

В настоящее время наиболее бурно развиваются области «Медицинских компьютерных устройств и систем» и «Биомедицинской информатики», а остальные — находятся в стадии развития, хотя имеют очень большие перспективы за счет массового внедрения. Именно развитие первых двух областей определяет динамику рынка медицинского оборудования (рис. 2) [1-3].

Только в Европе около 12000 предприятий производят различное медицинское оборудование [1]. Вместе с тем поставщиками сложного медицинского оборудования являются лишь несколько транснациональных компаний, к которым принадлежат General Electric, Siemens, Philips и др. Эти компании имеют разностороннюю инфраструктуру, вкладывая огромные средства в проведение научно-исследовательских и конструкторских работ и получая значительные прибыли. Например, в 2003 г. фирма Siemens за счет продажи сложной медицинской техники получила чистую прибыль более 1 млрд. евро [6].

В бывшем СССР около 300 предприятий изготавливали медицинскую технику различного назначения, а после его распада в Украине осталось только 19% таких предприятий [5], причем спектр техники, который относится к направлению «Медицинские компьютерные устройства и системы», в Украине практически не производился. За годы независимости инвестиций в эту отрасль было очень мало, поэтому на сегодняшний день медицинская техника и оборудование в больницах, поликлиниках и диспансерах на 50-60% морально и физически устарели.

Аналогичное состояние наблюдалось и у нашего ближайшего соседа — России [4]. Но после проведения в 2006 году научно-практического семинара «Современная медицинская электронная

техника: возможности и перспективы» дело существенно сдвинулось с мертвой точки. Выводы этого семинара констатировали следующее [3]:

- практически все современное медицинское оборудование основано на микроэлектронике;
- разработка и внедрение собственного медицинского оборудования в медицинскую практику — это, в конечном итоге, показатель экономического развития страны;
- четкой государственной программы в области разработки, производства и внедрения медицинской техники нет;
- ведущие мировые корпорации занимают около 70% российского рынка медицинской техники.

В Украине формируются государственные программы по оснащению современной техникой некоторых медицинских учреждений [5]. При условии сохранения объемов финансирования 2003-2004 годов на приобретение медицинской техники лет через пять отдельные направления (например, онкология) будут полностью

обеспечены необходимой техникой. А другие? Кроме того, как же в стране обстоят дела с разработкой и производством сложной медицинской техники? Практически никак. Отдельные поисковые работы проводятся в рамках выполнения бюджетной тематики некоторыми академическими НИИ и высшими учебными заведениями. Это позволяет лишь проводить отдельные фундаментальные исследования и поддерживать необходимый образовательный уровень при подготовке специалистов в направлении биомедицинской инженерии. Таким образом, в стране наблюдается серьезный разрыв между исследовательскими, опытно-конструкторскими работами и внедрением их в производство.

На приобретение сложной медицинской техники Украина тратит ежегодно порядка 2 млрд. евро, что составляет всего 1% мирового рынка данного оборудования. Всю эту технику должны обслуживать и эксплуатировать хорошо подготовленные специалисты, как врачи, так и инженеры. Раньше инженеры по медицинской техни-



Рис. 1. Структура отрасли «Биомедицинская инженерия и биотехнологии»

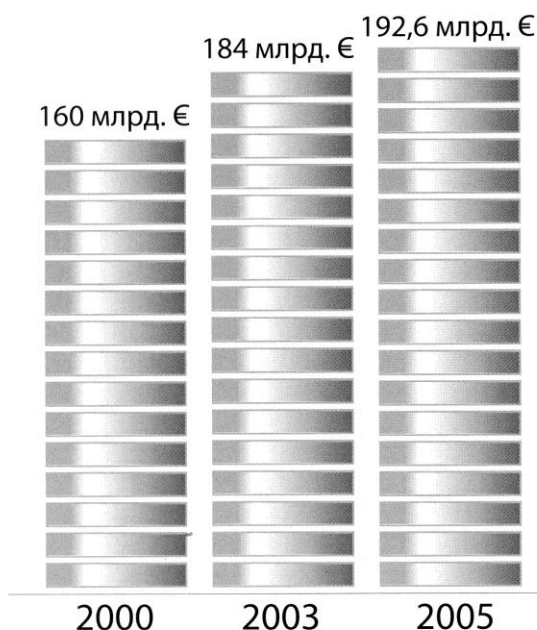


Рис. 2. Объемы продаж мирового рынка медицинского оборудования

ке трудоустраивались в основном на предприятия, которые разрабатывали и выпускали медицинскую технику, но таковых в Украине остались единицы, а поступающая в лечебные учреждения электронная техника становится все сложнее, и очевидно, что для ее эксплуатации в клинике необходим грамотный специалист. В то же время в штатных расписаниях медицинских учреждений практически нет инженерных должностей. Как известно, стоимость единицы современного диагностического оборудования исчисляется в миллионах долларов (компьютерный томограф — 13 млн. грн., ангиографическая установка — 14 млн. грн. и т.п.), поэтому медицинскому учреждению целесообразнее иметь штатного инженера, который будет отвечать за эксплуатацию этой техники, обучать врачей работе с ней и осуществлять профилактическое обслуживание.

Конечно, отдельного обсуждения требует вопрос разработки современной медицинской техники. Раньше предприятия оборонного комплекса, которые занимались разработкой и выпуском электронной техники, одновременно создавали единичные образцы сложной медицинской техники. Но после прекращения работы этих предприятий пришла в упадок собственно разработка медицинской техники и соответственно — ее производство. Для возрождения отрасли потребуются много времени и средств. Одним из реальных способов подъема данного направления могут послужить результаты работы вузовской науки. Так, например, на кафедре биомедицинских электронных устройств и систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, где с 1982 года проводится подготовка специалистов по разработке, производству и эксплуатации электронной медицинской техники, ни на день не

прекращались как фундаментальные, так и прикладные научно-исследовательские работы по созданию современных аппаратных и программных средств для медицины. Они охватывают следующие направления:

- функциональная диагностика состояния человека (в гастроэнтерологии, пульсотометрии, урологии, акустоостеометрии, аудиометрии, пульмонологии, офтальмологии, вестибулометрии);
- клиническая лабораторная диагностика (определение скорости оседания эритроцитов и параметров иммунно-ферментного анализа);
- системы обработки клинической информации (в электрофизиологии, рентгенологии, эндокринологии, фармакологии, психологии, экологии);
- системы реабилитации (в протезировании, ортопедии);
- средства обучения (функционально-моделирующие программы интраскопических систем).

Поскольку в стране существует полноценная система подготовки инженерных кадров, то можно надеяться, что удастся наладить производство современной сложной электронной медицинской техники, чему может способствовать приход инвестиций от ведущих мировых производителей. Как, например, в Китае: на сегодня каждый третий томограф, выпускаемый фирмой General Electric, производится именно в этой стране. А пока мы должны грамотно эксплуатировать сложную медицинскую электронную технику для того, чтобы обеспечить нашим согражданам надлежащий уровень медицинского обслуживания.

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что, невзирая на все проблемы в области разработки и производства сложной биомедицинской техники, в Украине имеется значительный научно-технический и кадровый потенциал, способный создавать и производить принципиально новую биомедицинскую технику при соответствующих инвестициях. Особо следует отметить,

что существенный прорыв в направлении биомедицинской инженерии может быть обеспечен нашими специалистами за счет создания оригинальных программных продуктов в области биомедицинской информатики. Это направление требует меньших материальных ресурсов и энергетических затрат, нежели приборостроение, но большего интеллектуального труда. В то же время в Украине еще не утрачены возможности создания собственной базы производства сложной медицинской техники при соответствующих инвестициях. **MT**

#### Литература

1. Яценко В.П., Максименко В.Б. Концепція розвитку освітнянського напрямку «Биомедицина інженерія» в Україні // Київський політехнік. №13(2789) від 5 квітня 2007 року. — С. 5.
2. www.invest-in-germany.de/ru/Окно в Европу/Рынок медицинского оборудования.
3. Прокофьева Е., Титова И., Шахнович И. Медицинская электроника в России: покупать нельзя производить? // Электроника. Наука. Технология. Бизнес. — 2006. — №5, С. 122–127.
4. Виленский А.В., Федосеев В.Н. Рынок медицинской техники и здравоохранительных услуг // Корпоративный менеджмент. — 2001. — №3. С. 5.
5. Воротынцева А. Медицинская техника: выход из замкнутого круга? // Зеркало недели. — 2005. — №3.
6. www.medicine.siemens.ua.

**Существенный прорыв в направлении биомедицинской инженерии может быть обеспечен нашими специалистами за счет создания оригинальных программных продуктов в области биомедицинской информатики**