

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В МЕДИЦИНЕ

Медицина как отрасль человеческих знаний относится как к науке, так и к искусству. Это связано с тем, что в медицинской практике многие явления не находят рационального объяснения, а еще более их число непредсказуемо. Медицинская информация не может иметь совершенную форму, и ей не может быть сообщена четкая структура. Не может быть построен универсальный диагностический (терапевтический) алгоритм, учитывающий все возможные нюансы конкретного случая. Как наука, медицина руководствуется методом, как искусство – интуицией. Имеет ли одна из сторон преимущество перед другой? Мнения различны. В работе [1] утверждается: «Попытка заменить интуицию теоретическими знаниями, методическим, возможно, полным исследованием несостоятельна». С другой стороны, еще С.П.Боткин считал интуицию неосознанной, своего рода «инстинктивной» и, поэтому, низшей, т.е. недостаточно развитой формой мышления врача.

В современной инженерии знаний познавательная деятельность человека представляется как результат диалектического единства логического и интуитивного начала. Подтверждением этого в медицине является использование, например, диагностических алгоритмов: чем строже и логичнее алгоритм, тем большего искусства, интуиции, инстинкта требуется для его реализации на практике. Соответственно, чем более диагностика строится на интуиции, тем больше требуются систематизированные знания для достижения успеха такой диагностики. Кроме интеллектуальных качеств, знания методов и проявления интуиции, медицина обязывает врача иметь высокий уровень нравственного развития.

Чтобы разобраться во всем комплексе инженерных проблем, связанных с проведением экспериментальных исследований биообъектов, интерпретацией результатов и принятия решений, необходимо знать все особенности взаимосвязей в аспекте «исследователь – биологический объект» (И – БО). При решении медицинских задач в качестве исследователя выступает врач, а остальные элементы системы должны обеспечивать оптимальные условия для функционирования этого звена и достижения поставленной задачи (целевой функции).

Звено И – БО представляет собой пример специализированной диалоговой подсистемы, в которой оба элемента биологического происхождения. Элемент БО является источником информации и объектом для воздействия со стороны другого элемента И. Элемент И отвечает за прием и анализ информации, а также за выработку решений по воздействию на БО. Можно выделить четыре основные функции, выполняемые в звене И–БО: проведение исследовательских процедур по оценке характеристик и отдельных показателей жизнедеятельности биообъекта; анализ информации с целью формирования у элемента И представления о мгновенном состоянии исследуемого объекта и выработке прогноза его развития; принятие элементом И решения о способе управления состоянием биообъекта; воздействие на исследуемый биообъект с целью изменения его состояния в нужном направлении.

На рис.1, а приведена обобщенная схема взаимосвязей между исследователем и биообъектом. Составными элементами системы являются технические средства диагностики (ТСД), технические средства воздействия (ТСВ), технические средства управления системами (ТСУС), технические средства замещения функций (ТСЗФ), технические средства анализа информации (ТСАИ), технические средства наблюдения исследователя (ТСНИ). Сложность взаимосвязей между исследователем и биообъектом приводит к мысли о необходимости рассмотрения биомедицинской техники различного назначения как подсистемы в некоторой кибернетической системе, предназначенной для исследования состояния биообъекта и управления этим состоянием.

Применительно к задачам медицинского характера назначение такой системы определится как диагностика и лечение заболеваний человека. Такая система (рис.1б) по своим функциональным элементам напоминает систему автоматического регулирования. Элемент БО в системе соответствует объекту регулирования и представляет собой, в свою очередь, сложную многоконтурную систему регулирования с контурами  $S_i R_i$ , которая в обычных условиях в состоянии ликвидировать возмущения, вызываемые факторами внешней среды, и гарантирует постоянную функциональную способность БО -  $X_{БО}$ . Возмущающие факторы внешней среды (ВС) могут иметь, например, социальный или психологический характер, но могут быть травмами или инфекционными процессами. Возмущающие факторы могут быть связанными с нарушениями функционирования в отдельных подсистемах  $S_i R_i$ . Если внешние возмущающие воздействия превышают определенную пороговую величину, зависящую от показателя эффективности функционирования, элемент БО приобретает неустойчивость, функциональная способность  $X_{БО}$  изменяется. С помощью методов исследования (МИ) исследователь

(И) получает информацию о функциональной способности, состоянии систем БО и факторах окружающей среды. Эта информация сопоставляется в памяти исследователя с предполагаемой концептуальной моделью о БО, а результат сравнения представляет собой логический диагноз (ЛД), в соответствии с которым вырабатываются рекомендации по управлению БО. С помощью методов воздействия (МВ) – физических, химических, ручных и технических – элемент БО снова возвращается к требуемому уровню функционирования. При необратимых изменениях функционирования полностью или частично могут быть заменены подсистемы  $S_iR_i$ . Используя модель рис.1б, можно отразить назначение и функции биомедицинской техники различных классов.

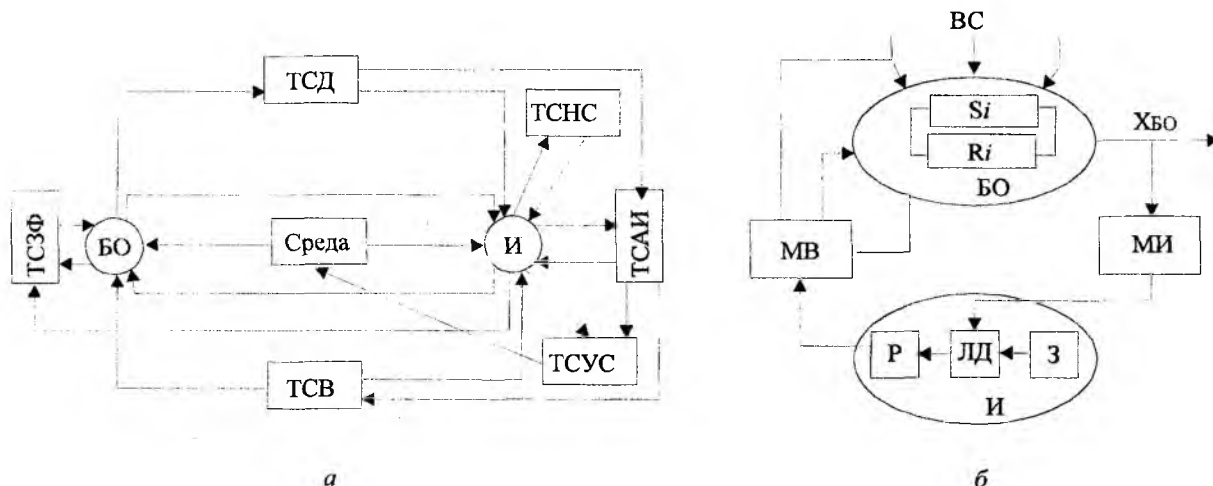


Рис. 1

Из всех действий врача – диагностика, назначение и проведение лечения – личное общение с больным наиболее привлекательное среди инженеров. Именно в диагностике возможно широкое применение вычислительной техники. Можно выделить две основные трудности, стоящие перед диагностикой: лавинообразное увеличение объекта научной информации; необходимость решения задачи более ранней и точной диагностики и распознавания предрасположения к болезни у практически здоровых людей.

Решение второй задачи – компетенция врачей. Решение первой – не столько врачей, сколько специалистов по программному обеспечению, информационным, интеллектуальным системам.

Однако для врача и инженера исходной информацией являются результат измерения медико-биологического показателя. От качества получения измерительной информации о состоянии БО, ее обработки и представления исследователю зависят суждения исследователя о функциональных возможностях БО, что определяет выработку исследователем рекомендаций по управлению, и в конечном счете определяет способность всей системы выполнять свое назначение.

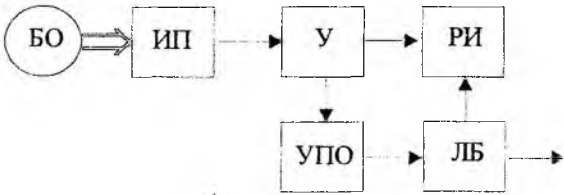


Рис. 2

В общем случае функциональная схема канала измерений [2] приведена на рис.2. Кроме объекта исследования БО в состав канала входят измерительный преобразователь (ИП) и усилитель (У).

При изучении основных источников ошибок, сопровождающих процесс выполнения измерения, необходимо кроме преобразований, осуществляемых в технических блоках канала измерения, учитывать относительность и неполноту наших знаний о функционировании исследуемого биообъекта. Задачей любых измерений является оценка состояния объекта в целом либо его некоторой функциональной способности. Состояние (а также та или иная способность) определяется некоторым “функциональным уровнем”, который выражается совокупностью существенных переменных: медико-биологических показателей и физиологических процессов. Показатели и процессы проявляются через определенные физические процессы и переменные порождающих полей, на которые и реагируют измерительные преобразователи. Таким образом, полная цепочка этапов, связывающая состояние БО с результатом диагноза, может быть отражена в виде схемы, представленной на рис. 3. Блок “Модификатор” отражает возможные преобразования порождающего поля в ИП, а блоки “Симптомокомплекс” и “Диагноз” введены для учета этапов формирования совокупности

параметров, описывающих исследуемую систему, и принятия решения о ее состоянии.

На схеме рис.3 указаны также основные источники ошибок, которые необходимо учитывать при проведении исследования [3]. Прежде всего это возможные неконтролируемые изменения состояния объекта в течении обследования. Эти изменения могут проявляться в изменении уровня функционирования. Кроме того, необходимо учитывать, что один и тот же функциональный уровень может обеспечиваться при различных значениях существенных переменных (ошибки в оценке функционального уровня).



Рис. 3

Существенные переменные проявляются в порождающих полях различной физической природы, и степень выражения этих переменных в различных физических явлениях и процессах также различна. Поэтому возникает источник ошибок, отражающий взаимосвязи между физиологическими процессами и медико-биологическими показателями, с одной стороны, и физическими процессами и их характеристиками, с другой. Следующий источник отражает ошибки, возникающие в измерительном преобразователе, и связанные с возможными модификациями порождающего поля и преобразованиями параметров поля в электрический сигнал. Электрические сигналы обрабатываются в устройствах первичной обработки с целью получения количественных оценок параметров. Этот этап сопровождается ошибками реализации алгоритмов обработки. Источники ошибок могут сопровождать также этапы формирования симптомокомплекса и диагноза – ошибки функциональной связи параметров и ошибки реализации алгоритмов диагностики.

При формировании симптомокомплекса кроме параметров, получаемых при анализе электрических сигналов ИП, необходимо учитывать параметры, получаемые исследователем (врачом) при использовании нетехнических средств исследования, – за счет опроса, осмотра, прослушивания пациента и т.д. Для отражения этого этапа в схему введен блок оценки таких качественных параметров, получение которых сопровождается ошибками субъективного восприятия.

В свете вышесказанного, внедрение технических средств в процесс постановки диагноза и определения функционального состояния человека является сложным и требующим применения компьютерных средств и предполагает анализ всех возможных факторов, влияющих на элементы системы "исследователь-биологический объект".

Список литературы: 1. Тарасов К.Е., Великов В.К., Фролова А.И. Логика и семиотика диагноза. М.: Медицина, 1989. 272 с. 2. Попечителей Е.П. Инженерные аспекты медико-биологических исследований. Л.: ЛЭТИ, 1985.. 78 с. 3. Моделирование физиологических систем организма / Под ред. Б.В.Петровского. М.: Медицина, 1981. 248 с.