

УДК 621.373.826.

Ю.С.Монахов (6 курс, каф. мехатроники, СПбГИТМО), А.В.Ефименко, асп.,
В.Л.Жуков, инж, Е.В.Шалобаев, к.т.н., доц.,

РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ СКАНИРУЮЩЕГО ЛАЗЕРНОГО СТИМУЛЯТОРА

Новое поколение медицинских сканирующих лазерных стимуляторов (СЛС) [1,2], имеет структуру, представленную на рис. 1.

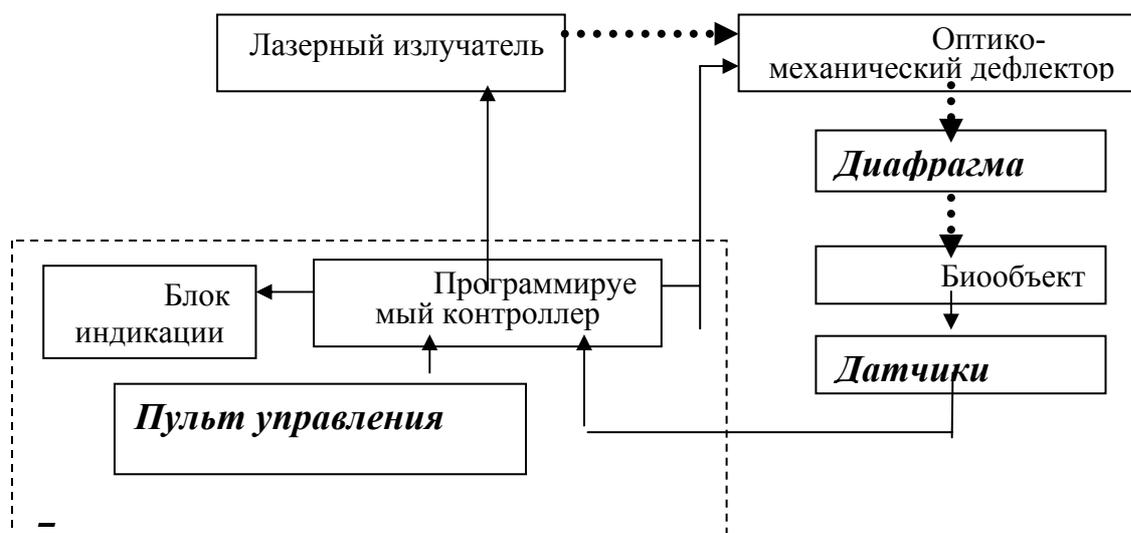


Рис. 1. Структурная схема лазерного стимулятора с БОС

Достоинством лазерных СЛС является возможность оперативной, в режиме реального времени, коррекции параметров лазерного излучения для получения желаемого результата воздействия, что достигается с помощью цепей биологической обратной связи (БОС), на основе учета ответных реакций организма на лазерное излучение. С их помощью осуществляется оптимизация лазерного воздействия на биоткань, при котором наиболее эффективно и атравматично реализуются воздействия на ткани и органы. Методы контроля лазерной процедуры, основанные на биоуправлении, осуществляют воздействие лазерным излучением в соответствии с биоритмологическими показателями организма. Биоуправление углубляет принцип индивидуализации лечения, при котором существенную роль играет методика осуществления лазерной процедуры. Метод лазерной биофотометрии базируется на совокупности двух признаков: дозовое лазерное воздействие и одномоментная оценка и коррекция его эффективности по оптическим параметрам биообъекта (коэффициент отражения, поглощения, пропускания) в реальном масштабе времени на принципах обратной связи. Это обеспечивает точность, воспроизводимость и высокую адекватность диагностических и лечебных методов. Фактически поглощаемая плотность мощности (а именно этот параметр и время воздействия являются определяющими для знака ответной

реакции) зависит не только от поглощенного тканями лазерного излучения, но и от характера его распространения. Следует отметить, что точность контроля и дозиметрии лазерной терапии методами, использующими показания с датчиков пульса, давления и дыхания пациента, не позволяет контролировать поглощенную дозу внутренними тканями, так как они не учитывают потери лазерной энергии на локальный нагрев верхних слоев кожного покрова. Поэтому при поверхностном дозировании по поглощенной дозе необходим учет теплофизических свойств эпидермиса, который основан на методе контроля поглощаемой в эпидермисе мощности излучения при низкоинтенсивной лазерной терапии внутренних органов.

БОС включают в себя средства регистрации аналоговой информации (датчики пульса, давления, частоты дыхания, мышечного напряжения и т.п.), блок перевода аналоговой информации в цифровой код, обработки данных и формирования управляющего сигнала (контроллер) и исполнительную подсистему (актюатор). Таким образом, получившаяся система датчик – контроллер – актюатор – объект, представляет собой замкнутую информационную систему (рис. 2.).



Рис. 2. Замкнутая информационная система с БОС

Используемые в лазерной медицинской технике БОС, могут быть разделены на две группы: 1) системы для контроля состояния непосредственно самой лазерной системы (оптических параметров, КПД и т.д.) и для стабилизации параметров на заранее заданном уровне (подобные системы можно считать классическими); 2) системы предназначенные для коррекции параметров заданного излучения. Последние системы, вследствие их существенно большей сложности, до начала 1990-х годов практически отсутствовали.

В работе рассмотрены проблемы реализации БОС и указаны некоторые результаты работ по решению данных проблем. В качестве объекта анализа рассматриваются системы с БОС, основанные на создании блока управления, предназначенного для выработки сигналов для блока излучателя в соответствии с программой, учитывающей индивидуальные особенности пациента и данные, полученные от датчиков. К числу основных проблем, стоящих перед разработчиками таких систем, относится следующее. Во-первых, нет точного и однозначного ответа на большинство вопросов, касающихся проявления результатов воздействия лазерного излучения не только на генном, клеточном и межклеточном уровнях, но даже на уровне органов человеческого организма. Во-вторых, это проблема датчиков для контроля за параметрами биообъектов. Использувавшиеся ранее контактные (накладные и вживляемые) электроды, вытесняются бесконтактными. В то же время, основной недостаток контактных электродов (изменение условий контактирования из-за перемещений сопряженных поверхностей и происходящих там же физико-химических процессов) может быть практически устранен, а бесконтактные датчики достаточно сложны в расчете, эксплуатации и относительно дороги. В-третьих, датчики температуры, по сравнению с датчиками артериального давления и пульса обладают значительной инерционностью. В-четвертых, разнообразные индивидуальные особенности пациентов, что видно на примере поглощения и отражения лазерного излучения кожей. Полезная для лечения мощность лазерного излучения существенно уменьшается после прохождения кожного покрова, и степень этого снижения зависит от многих субъективных параметров. Так, при длинах волн излучения от 0,67 до 0,83 мкм в лучшем случае проходит 20%, а в худшем 5% энергии.

Работа выполнена в рамках Гранта РАН и Правительства Санкт-Петербурга 2003 года № М03-3.5Д-301.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шалобаев Е.В., Юркова Г.Н., Ефименко В.Т., Ефименко А.В. Лазерные стимуляторы // Датчики и системы. - 2001. - №8. - С.58-59.
2. Ефименко В.Т., Шалобаев Е.В., Ефименко А.В., Юркова Г.Н. Сканирующие лазерные датчики в системе диагностики и лечения заболеваний // Датчики и системы. 2001 №11 С.7-9.