

УДК 004.045

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА БАРОКАМЕРЫ С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ**

*Руденко Б.С. , Шатохин П.А.*

*Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления*

*E-mail: Borys.Rudenko@gmail.com*

*В данной статье описывается актуальность и проблематика данного метода лечения, выдвигаются требования для построения системы, а также описывается аппарат для достижения поставленных задач.*

### **Общая постановка проблемы и актуальность задачи**

Применение алгоритмов интеллектуального анализа данных медицинских баз с применением математических методов для контроля и управления различных медицинских оборудований и аппаратов на основе компьютера является актуальной проблемой. Гипербарическая оксигенация (ГБО) - это лечение кислородом под повышенным давлением в барокамерах. При всех заболеваниях, когда доставка кислорода нарушена, развивается гипоксия (кислородное голодание) ткани данного органа. Только с появлением гипербарической медицины, т.е. возможностью создать повышенное давление кислорода в окружающей больного среде, врачам удается ликвидировать нехватку кислорода в тканях. Кислород в условиях барокамеры, растворяясь в плазме и межтканевой жидкости, в больших количествах попадает в органы и ткани, куда не доходит гемоглобин. Таким образом удается ликвидировать кислородное голодание в больном органе и восстановить его функцию и сопротивляемость к болезнетворным компонентам. Кроме того, в тканях происходит доокисление продуктов жизнедеятельности организма, что также благоприятно влияет на организм. Спектр заболеваний, при которых показано применение метода ГБО очень широк. ГБО-терапия особенно эффективна при следующих патологиях: сосудистая патология, сердечная патология, патология желудочно-кишечного тракта, патология печени, центральной и нервной системы, отравления, патология эндокринной системы, раневая патология, лучевые поражения и многие другие.

Очевидно, что данная методика лечения очень актуальна, т.к. практически отсутствуют противопоказания к лечению и при этом лечение дает очень эффективные результаты. Но есть и ряд сложностей. Для рационального использования ГБО в интенсивной терапии требуются: углубленные знания особенностей патофизиологии кислородного статуса и методов его коррекции у тяжелых больных. Специфика методики применения ГБО требует от врача дополнительных знаний в областях барофизиологии, устройстве бароаппаратов, методов контроля и анализа функционального состояния организма во время ГБО. Практически барокамера управляется вручную с учетом информации полученной от самого пациента, что снижает эффективность работы барокамеры и не позволяет выбрать оптимальный режим. Для повышения эффективности работы и автоматизации всего процесса ГБО, целесообразно использовать на всех этапах лечения компьютер. То есть основной проблемой широкого распространения данного метода лечения объясняется сложностью в подборе оптимального режима лечения индивидуально для каждого больного.

### Постановка задач исследования

Целью настоящего исследования является создание системы автоматизированной системы контроля и управления процессом гипербарической оксигенации. В соответствии с намеченной целью поставлены следующие задачи:

- создание базы данных для хранения и анализа информации.
- формирование алгоритма поиска начального режима лечения на основании данных текущего пациента и предыдущих накопленных.
- формирование алгоритма корректировки режима лечения на основании реакции организма на лечение.

### Решения задач и результаты исследования

В процессе гипербарической оксигенации необходим непрерывный автоматический контроль за состоянием больного. При этом должны учитываться индивидуальная чувствительность организма человека к комплексу факторов, воздействующих на него в процессе ГБО. Значения, воздействующих факторов в барокамере на человека можно изменять с помощью управляющих параметров барокамеры, которые могут отражаться на состоянии больного. Таким образом, используя эти параметры можно управлять как внутренней средой барокамеры, так и состоянием больного, находящегося в барокамере.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать следующую схему:

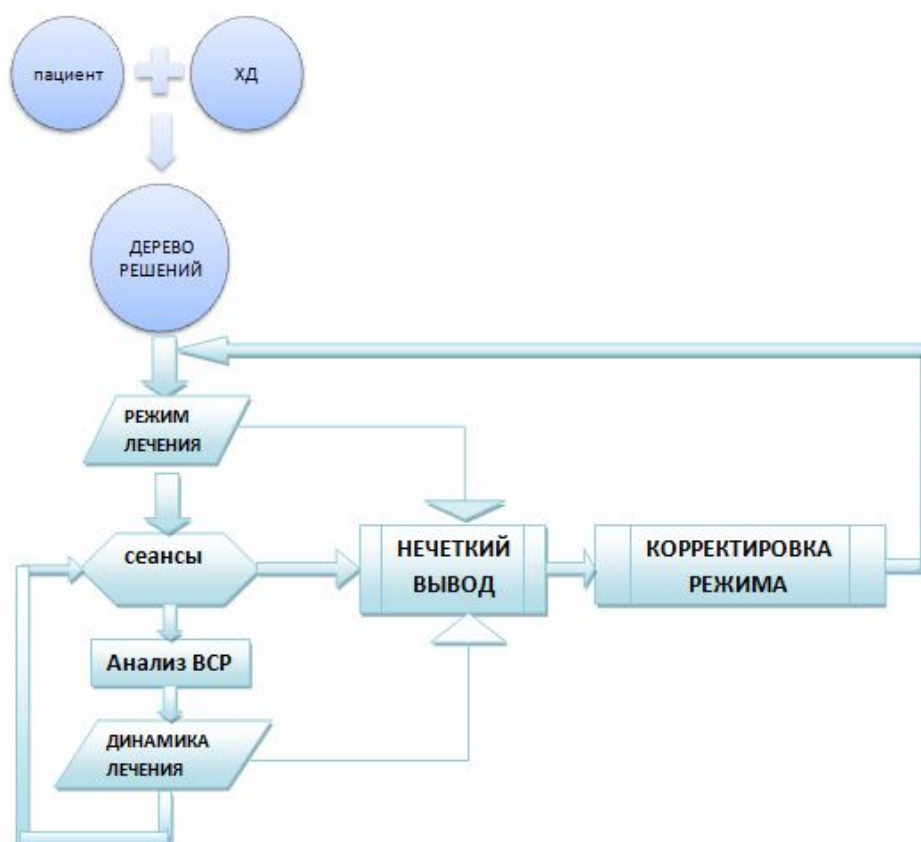


Рисунок 1 – схема работы системы

Подробно опишем данную схему.

Поскольку в начале лечения нам неизвестна реакция организма пациента на воздействие ГБО, то нам необходимо выбрать режим лечения по предыдущему накопленному опыту на основании данных о пациенте (диагноз, рост, вес, пол, результаты психологического тестирования, возраст и др.)

Следовательно для формирования начального режима лечения нам необходимы данные пациента, а так же хранилище данных с информацией о прохождении лечения других пациентов. Поскольку объемы данных очень велики и нет четких зависимостей между параметрами системы — то предлагается использовать один из самых мощных инструментов Data Mining – деревья решений. Деревья решений представляют собой способ отображения правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. Следовательно нам необходимо решить задачу классификации т.е. отнесения объектов к одному из заранее известных классов.

В виде результата классификации мы будем использовать лингвистическую переменную «РЕЖИМ ЛЕЧЕНИЯ». Эту переменную можно охарактеризовать терминами ("щадящий", "слабый", "средний", "сильный", "интенсивный"). Переменная зависит от настроек управляющих параметров барокамеры. Барокамера – характеризуется управляющими параметрами (давление, скорость компрессии, время декомпрессии, температура в камере, длительность сеанса). Эти параметры выставляются перед началом сеанса врачом. Они имеют минимальные и максимальные возможные значения, которые зависят от конкретной модели барокамеры. Для максимального эффекта лечения параметры должны подбираться индивидуально для каждого пациента от сеанса к сеансу.

То есть в результате классификации с помощью дерева решений мы получим значение лингвистической переменной.

Для решения данной задачи был выбран алгоритм C4.5. C4.5 – алгоритм построения дерева решений с неограниченным количеством потомков в узле. Наиболее оптимален для задач классификации.

Следующим шагом является получение параметров variability сердечного ритма человека (SDNN, RMSSD, Cv, Mo, AMo, Si, CCI, CCO и др) во время сеанса. Исследование и анализ variability сердечного ритма является современной методологией изучения состояния механизмов регуляции физиологических функций у человека. Сердце как индикатор адаптационных реакций всего организма “отзывается” на самые разнообразные внутренние и внешние воздействия. То есть для нахождения оптимального режима барокамеры, нужно провести глубокий анализ параметром ВСР пациента. Практически во время сеанса кардиоанализатор постоянно снимает кардиограмму сердечного ритма человека. В результате статического и спектрального анализа кардиограммы можно получить параметры variability сердечного ритма. Каждый параметр имеет свои нормы. Соответственно изменение этих параметров в ту или иную сторону может говорить о положительном или отрицательном влиянии гипербарической оксигенации и конкретно установленного режима барокамеры на организм пациента.

Для оценки влияния ГБО на пациента и его variability сердечного ритма введем лингвистическую переменную «ДИНАМИКА ЛЕЧЕНИЯ». Термами этой переменной будут следующие значения («отрицательная», «нормальная», «положительная»).

Для подстройки выбранного режима лечения индивидуально для каждого больного необходимо построить нечеткую систему, входящими переменными которой будут переменная «РЕЖИМ ЛЕЧЕНИЯ» и «ДИНАМИКА ЛЕЧЕНИЯ». В результате

нечеткого вывода в зависимости от выбранного режима и влияния лечения на пациента будет произведена корректировка параметров и подобраны новые наиболее оптимальные регулирующие параметры барокамеры на следующий сеанс. Так будет продолжаться на каждом последующем сеансе до окончания курса лечения.

### **Выводы**

Во время ГБО правильное дозирование гипероксии в соответствии с индивидуальной реактивностью организма является основной проблемой данного метода. Использование схемного подхода в определении индивидуальной тактики оксигенобаротерапии не позволяет достичь максимальный эффект ГБО, зачастую приводит к кислородной интоксикации. Предыдущие десятилетия становления ГБО характеризовались именно таким схемным подходом. По этой причине метод ГБО частично потерял доверие медицинской общественности.

В настоящее время сложились хорошие предпосылки для введения в рутинную практику ГБО методов объективной оценки функционального состояния непосредственно во время баротерапии с целью оптимизации режимов гипероксии. Этими предпосылками являются: достижения фундаментальных наук в области физиологии кислорода; накопленный практический опыт по изучению функционального организма во время ГБО; развитие биомедицинских информационных технологий. Применение математического анализа ритма сердца позволило расширить диагностическую значимость биоэлектрической активности миокарда и повысить объективность оценки функционального состояния.

Вопрос дозирования ГБО является ключевым вопросом. Этот тезис принят всеми специалистами ГБО. Наиболее реальный подход решения этой проблемы, это дальнейшее изучение эффективности ГБО на новой современной единой методологической основе, которая также позволяет по истечению каждого сеанса ГБО корректировать режим гипероксии. Накопление данных, подготовленных в едином стандарте в различных подразделениях ГБО, изучение корреляций с метаболическими и структурными реакциями организма на гипероксию позволит существенно продвинуться в понимании механизмов ГБО при различных функциональных состояниях, обеспечить должный индивидуальный подход в определении тактики баротерапии.

В результате работы были получены следующие результаты:

1. Сформирован алгоритм поиска первоначального режима лечения.
2. Сформирован алгоритм корректировки параметров в связи с индивидуальными особенностями организма пациента.

### **Литература**

- [1] Мусаев Е.И., Гаджиев П.К. Процессы управления барокамерой с использованием теории оптимизации и нечетких систем // Научно-практической журнал "Здоровье". Баку 1998 №4 С.48-49.
- [2] Чернов В.И., Чижик В.А., Мясников А.А., Кулешов В.И. Методика определения оптимальной дозы кислорода при оксигенобаротерапии. Санкт-Петербург:Военно-медицинская Академия, 1994 -532с.
- [3] Ефуни С.Н. Руководство по гипербарической оксигенации.- М.: Медицина, 1986.- 416 с.
- [4] Никулина Г. А. Исследование статистических характеристик сердечного ритма как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: Ав-тореф. дис. ... канд. мед. наук.— М.: изд. ИМБП, 1974.— 30 с.

- [5] Леоненков А.В. Нечеткое моделирование Matlab и fuzzyTECH , Петербург 2005 – 736 с
- [6] Murthy S. Automatic construction of decision trees from data: A Multi-disciplinary survey // Data Mining and Knowledge Discovery (Kluwer Academic Publishers, USA). 1998. V. 2. № 4. P. 345 - 389 p.