

УДК 615.835.3

## АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ И ВЫВЕДЕНИЯ АЛКОГОЛЯ ИЗ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Зельманский О. Б., Богущ В. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Предложены технические системы, предназначенные для терапии синдрома дыхательной недостаточности и алкогольного абстинентного синдрома, а также контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стационарных объектов и блокирования доступа к аппаратно-программным средствам управления этими объектами, построенные на основе анализа показателей функции внешнего дыхания человека, включая пульс, сатурацию, частоту дыхания, а также концентрацию алкоголя в глубоком альвеолярном выдыхаемом воздухе. Обосновано применение алгоритма шифрования Twofish с целью обеспечения конфиденциальности и целостности информации, обрабатываемой и передаваемой предложенными системами в формате HL7-сообщений.

**Ключевые слова:** синдром отмены алкоголя, нормоксическая лечебная компрессия, содержание алкоголя в крови, анализ выдыхаемого воздуха на содержание алкоголя, контроль доступа.

## APPARATUS FOR CONTROL AND ELIMINATION OF ALCOHOL FROM THE HUMAN ORGANISM BASED ON THE RESPIRATORY SYSTEM MODEL

Zelmanski O., Bogush V.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract.** The technical systems intended for the treatment of respiratory failure syndrome and alcohol withdrawal syndrome as well as monitoring the blood alcohol content of personnel of mobile and stationary objects and blocking access to hardware and software for controlling these objects are proposed. They are built on the basis of the analysis of human external respiration function indicators including pulse, saturation, respiratory rate, and alcohol concentration in deep alveolar exhaled air. The use of the Twofish encryption algorithm is substantiated in order to ensure the confidentiality and integrity of information processed and transmitted by the proposed systems in the HL7 message format.

**Key words:** alcohol withdrawal syndrome, normoxic therapeutic compression, blood alcohol content, breath alcohol analysis, access control.

*Адрес для переписки: Зельманский О. Б., ул. П. Бровки, 6, г. Минск 220013, Республика Беларусь  
e-mail: 7650772@rambler.ru*

Управление транспортными средствами, сложным технологическим оборудованием, а также критически важными объектами информатизации, в том числе для обеспечения функционирования экологически опасных или социально значимых производств, является неотъемлемой частью жизни современного человека. В связи с чем нахождение в состоянии алкогольного опьянения при управлении такими источниками повышенной опасности остается одной из актуальных угроз как безопасности, так и здоровью человека [1]. Одним из подходов к решению обозначенной задачи является оценка физического состояния персонала (пульс, сатурация, частота дыхания, концентрация алкоголя в выдыхаемом воздухе), работающего с источниками повышенной опасности. Кроме того, алкогольной зависимостью обуславливается до 30 % затрат системы здравоохранения, поскольку с ней, как правило, связаны сопутствующие заболевания, влияющие на рост смертности [2]. Исходя из чего, очевидна необходимость в технических системах, обеспечивающих повышение эффективности лечения алкогольной интоксикации и алкогольного абстинентного синдрома, и в то же время сокращение фар-

макологической нагрузки на организм пациента, а также сокращение затрат.

Предлагаются система контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стационарных объектов [3], а также портативная система оксигенации под избыточным давлением [4]. В основу данных систем была положена модель дыхательной системы человека. Во-первых, это обусловлено тем, что благодаря низкой молекулярной массе, хорошей растворимости в воде и относительной растворимости в жире при употреблении алкоголь быстро проникает в стенки желудка и всасывается в кровь, а оттуда – в выдыхаемый воздух при испарении из легочной артериальной крови в процессе газообмена. Соответственно, установить факт нахождения человека в состоянии алкогольного опьянения возможно путем определения концентрации алкоголя в глубоком альвеолярном выдыхаемом воздухе. Во-вторых, алкоголь нарушает связывание и транспорт кислорода гемоглобином, вызывая гипоксию, достигающую наибольшей выраженности во время острой интоксикации и абстинентного синдрома. В связи с чем возможно добавление кислородной терапии к комплексному лечению, а для его контроля – измерение пульса, сатурации и частоты дыхания.

Таким образом, с целью выявления факта нахождения человека в состоянии алкогольного опьянения, с одной стороны, и для подбора и коррекции режима кислородной терапии при острой алкогольной интоксикации и абстинентном синдроме – с другой, в основу разработанных систем положен анализ таких параметров функции внешнего дыхания, как пульс, сатурация и частота дыхания, а также концентрация алкоголя в глубоком альвеолярном выдыхаемом воздухе. При этом кислородную терапию предложено проводить ингаляционным методом при повышенном давлении в диапазоне 0,13–0,16 атм. Преимуществами использования данного диапазона невысокого повышенного давления по сравнению с диапазоном 2–3 атм., применяемым при гипербарической оксигенации, являются: высокий лечебный эффект, безопасность, отсутствие противопоказаний за исключением клаустрофобии, гипертонического криза и диабетической комы.

Разработанная портативная система оксигенации под избыточным давлением выполняет измерение содержания кислорода в артериальной крови пациента и частоты его сердечных сокращений и, кроме того, концентрации кислорода и температуры воздуха внутри корпуса системы. Исходя из результатов анализа измерений, система определяет статус оксемии пациента и обеспечивает автоматизированный контроль и коррекцию доли вдыхаемого кислорода, а также положительного давления и температуры воздуха внутри корпуса системы.

Сочетание оксигенации под избыточным давлением с методами медикаментозной терапии позволяет оптимизировать время лечения пациентов с алкоголизмом, а также избежать осложнений в случае тяжелого течения, так как кислород потенцирует действие психотропных и антигистаминных препаратов, снижает резистентность организма к инсулину и другим лекарственным веществам. Следовательно, возможно значительно уменьшить дозировку лекарственных препаратов, а зачастую осуществлять и безмедикаментозную терапию. В ходе апробации предложенной системы на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр психического здоровья» установлено, что нормоксическая лечебная компрессия в комплексном лечении более эффективна чем гипербарическая оксигенация, в отношении снижения тяжести патологического влечения к алкоголю, преимущественно из-за вегетативного компонента. Предложенная система также может применяться для лечения синдрома дыхательной недостаточности различного генеза.

В свою очередь система контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стацио-

нарных объектов ввиду применению электрохимического датчика, который в отличие от полупроводникового не реагирует на посторонние запахи при приеме медикаментов, воспалительных процессах во рту, заболеваниях желудка, а также на пары ацетона, бензина, отличается высокой точностью и избирательностью к этанолу в выдыхаемом воздухе. Что обеспечивает достоверность результатов, которая наряду с документированностью и датированностью относится к основным принципам доказательности. Являющейся, ввиду последствия решений, основанных на результатах количественного анализа алкоголя в выдыхаемом воздухе, основным требованием к результатам измерений.

Отдельное внимание при разработке предлагаемых систем уделено обеспечению конфиденциальности и целостности информации при ее обработке, хранении и передаче в формате HL7-сообщений. Обосновано применение алгоритма шифрования Twofish, характеризующегося более высоким быстродействием при шифровании как малых, так и больших массивов данных по сравнению с другими алгоритмами, рекомендуемыми в настоящее время NIST.

Таким образом, анализ параметров модели дыхательной системы человека позволил предложить систему персонализированной ингаляционной кислородной терапии при повышенном давлении для лечения как синдрома дыхательной недостаточности, так и алкогольного абстинентного синдрома, а также разработать систему контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стационарных объектов и блокирования доступа к аппаратно-программным средствам указанных объектов для тех представителей персонала, в отношении которых установлен факт отклонения от нормы показателей их здоровья.

#### Литература

1. Dawson, D. A. Alcohol consumption, alcohol dependence, and all-cause mortality / D. A. Dawson // *Alc. Clin. Exp. Res.* – 2000. – V. 24, №1. – P. 72–81.
2. Mokdad, A. H. Actual causes of death in the United States / A. H. Mokdad // – 2000. – V. 291, № 10. – P. 1238–1245.
3. Система удаленного мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами и контроля содержания алкоголя в крови персонала этих объектов: пат. 7487 Респ. Беларусь / О. Б. Зельманский, Б. В. Зельманский – u20110066; заявл. 11.02.2011; опубл. 06.05.2011 // *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.* – 2011. – № 4(81). – С. 220–221.
4. Портативная система гипербарической оксигенации: пат. 11669 Респ. Беларусь / О. Б. Зельманский, Б. В. Зельманский, Е. И. Давидовская, О. А. Иванушич – u 20170277; заявл. 15.08.2017; опубл. 01.02.2018// *Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.* – 2018. – № 2(121). – С. 154.