

# СИСТЕМА УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ И СТАЦИОНАРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ И КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ АЛКОГОЛЯ В КРОВИ ПЕРСОНАЛА ЭТИХ ОБЪЕКТОВ

стр. 22 – 29

О.Б. Зельманский

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

*Контактные данные:* Зельманский О.Б., e-mail: 7650772@rambler.ru

**Резюме:** Аргументирована актуальность разработки технических систем, предназначенных для контроля физического состояния водителей транспортных средств, операторов технологического оборудования и персонала критически важных объектов информатизации и блокирования доступа к аппаратно-программным средствам управления указанными объектами в случаях, когда установлен факт отклонения от нормы показателей их здоровья, в том числе нахождения в состоянии алкогольного опьянения. Проанализирован процесс всасывания, распространения и выведения алкоголя из организма человека. Показано, что ввиду летучести алкоголя возможно определение его концентрации в крови путем анализа глубокого альвеолярного воздуха. Приведены коэффициенты пересчета концентрации алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе в концентрацию алкоголя в крови, принятые законодательством разных стран. Сформулированы основные требования к анализаторам дыхания на алкоголь, обеспечивающие необходимую доказательность результатов освидетельствования, включающие достоверность, документированность и датированность результатов. Обосновано применение электрохимического датчика в качестве основы разрабатываемой системы и описан принцип его работы. Представлена структурная схема разработанной системы удаленного мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами и контроля содержания алкоголя в крови персонала этих объектов, в основу которой была положена разработанная интегральная микросхема, управляемая написанным на языке объектно-ориентированного программирования C++ программным модулем. Предложенная система может устанавливаться в любых транспортных средствах и на стационарных объектах, позволяет следить за уровнем алкоголя в крови водителей и персонала этих объектов, блокировать исполнительные механизмы, в случае если водитель/оператор находится в состоянии алкогольного опьянения и сообщать об этом в правоохранительные органы и/или руководству предприятия. Система так же осуществляет контроль скорости, местоположения и перемещения подвижных объектов в режиме реального времени, оповещает водителей о ситуации на маршруте, исходя из поступающей от других контролируемых объектов информации, позволяет операторам осуществлять управление удаленными объектами. Предложены меры по защите от действий водителя/оператора, направленных на фальсификацию результатов проверки на содержание алкоголя в крови.

**Ключевые слова:** содержание алкоголя в крови, электрохимический датчик, анализ выдыхаемого воздуха на содержание алкоголя, удаленный мониторинг, управление источниками повышенной опасности, состояние алкогольного опьянения.

# SYSTEM FOR REMOTE MONITORING AND MANAGEMENT OF MOBILE AND STATIONARY OBJECTS AND CONTROLLING OF ALCOHOL CONTENT IN THE BLOOD OF THE PERSONNEL OF THESE OBJECTS

стр. 22 – 29

**O.B. Zelmanski**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
P. Brovki str., 6, Minsk, Belarus

**Summary:** *The relevance of the development of technical systems designed to monitor the physical condition of vehicle drivers, operators of technological equipment and personnel of critical information objects and blocking access to hardware and software controls of these objects in cases where it is established that their health indicators deviate from the norm, including being under the influence of alcohol is argued. The process of absorption, distribution and excretion of alcohol from the human body is analyzed. It has been shown that, due to the volatility of alcohol, it is possible to determine its concentration in the blood by analyzing deep alveolar air. The coefficients for converting the concentration of alcohol in deep alveolar air into the concentration of alcohol in the blood, adopted by the legislation of different countries, are given. The basic requirements for breath analyzers for alcohol, providing the necessary evidence of the examination results, including reliability, documentation and dating of the results are formulated. The use of an electrochemical sensor as the basis of the developed system is substantiated and the principle of its operation is described. A block diagram of the developed system for remote monitoring and control of mobile and stationary objects and controlling the blood alcohol content of the personnel of these objects is presented. The system is based on the developed integrated circuit, controlled by a program module written in the object-oriented programming language C++. The proposed system can be installed in any vehicles and stationary facilities and allows to monitor the level of alcohol in the blood of drivers and personnel of these facilities, to block control if the driver/operator is intoxicated and report this to law enforcement agencies and/or the management of the enterprise. The system also monitors the speed, location and movement of moving objects in real time, notifies drivers about the situation on the route, based on information received from other controlled objects, and allows operators to control remote objects. Protecting measures against driver/operator actions aimed to falsify the results of a blood alcohol test have been proposed.*

**Keywords:** *blood alcohol content, electrochemical sensor, breath analysis for alcohol content, remote monitoring, management of sources of increased danger, state of alcohol intoxication.*

DOI: 10.34219/2306-3645-2024-14-2-22-29

## **Введение**

Употребление алкоголя остается актуальной угрозой здоровью и безопасности человека [1]. Особую опасность представляет управление источниками повышенной опасности в состоянии алкогольного опьянения, поскольку в таком состоянии у человека замедляются мыслительные процессы, снижается концентрация внимания и скорость мышечной реакции, ухудшается зрение [2]. К источникам повышенной опасности можно отнести как подвижные объекты, например транспортные средства, так и стационарные объекты, например технологическое оборудование в цехах или лабораториях. Повышенного внимания требуют критически важные объекты информатизации, используемые для обеспечения функционирования эко-

логически опасных и социально значимых производств. Поскольку нарушение штатного режима работы критически важных объектов информатизации может приводить к возникновению чрезвычайных ситуаций техногенного характера. По данным Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Республики Беларусь в 2023 году было выявлено 16 тысяч фактов управления транспортными средствами в состоянии алкогольного опьянения [3]. При этом нетрезвыми водителями совершается каждое 7-е дорожно-транспортное происшествие. В Российской Федерации в 2023 году был утвержден и введен в действие ГОСТ [4], устанавливающий требования к системам контроля состояния водителя, предназначенным для установки на транспортные средства. Таким образом, существует необходимость в разработке техни-

ческих средств, позволяющих выявить факт нахождения водителя транспортного средства, оператора критически важного объекта информатизации или технологического оборудования в состоянии алкогольного опьянения и заблокировать возможность управления данным источником повышенной опасности.

### 1. Определение содержания уровня алкоголя в организме человека: анализ дыхания

Алкоголь, представляющий собой с точки зрения химии этиловый спирт (этанол), это бесцветная жидкость, оказывающая успокаивающее и подавляющее действие на центральную нервную систему [5]. Низкая молекулярная масса, относительная нерастворимость в жире и хорошая растворимость в воде обеспечивают его быстрое проникновение в ткани организма. Алкоголь при употреблении человеком поступает изо рта в желудок, а затем в двенадцатиперстную кишку – начальный отдел тонкой кишки. Оттуда алкоголь всасывается в кровь и через воротную вену поступает в печень, где под действием специфического для алкоголя фермента – алкогольдегидрогеназы в каждом цикле кровообращения расщепляется небольшое его количество, приводя к образованию диоксида углерода, который насыщает кровь и выводится из организма с выдыхаемым воздухом. Из печени кровь, содержащая алкоголь, поступает в правую часть сердца, далее – в легкие, где в процессе газообмена из крови выводится углекислый газ и небольшая репрезентативная часть алкоголя, а кровь насыщается кислородом и возвращается в левую часть сердца, откуда через аорту течет ко всем частям тела, распределяя алкоголь по тканям, содержащим воду. Наличие в организме человека большинства наркотических веществ можно выявить только посредством анализа крови или мочи, что подразумевает применение сложных лабораторных методов разделения и измерения. При этом следует понимать, что для определения состояния опьянения человека необходимо анализировать концентрацию данных веществ, поступающих из артериальной крови именно в мозг. Основная проблема заключается в том, что для анализа всегда берут только венозную кровь, а не артериальную, так как это слишком опасная процедура. Поскольку алкоголь хорошо растворим в воде то, чем больше воды содержит ткань, тем больше алкоголя она поглощает из артериальной крови. Соответственно до того момента, когда система кровь-ткань придет в равновесие, концентрация алкоголя в венозной крови будет меньше, чем в артериальной. Таким образом, пока всасывание алкоголя из артериальной крови в ткани не завершится, анализ венозной крови будет приводить к заниженному показателю уровня алкоголя.

Летучесть алкоголя, согласно закону Генри, обуславливает его попадание в выдыхаемый воздух при испарении из легочной артериальной крови в процессе га-

зообмена. При этом взаимосвязь между равновесными концентрациями алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе и легочной артериальной крови четко определена. Поскольку температура глубокого альвеолярного воздуха относительно постоянна и составляет 34°C, применяется значение фактического соотношения концентраций для данной температуры, которое близко к 2300:1 [6]. Данное соотношение учитывает возможность небольших колебаний температуры и гематокрита. В виду того, что алкоголь не растворяется в жире, а эритроциты крови имеют внешнюю жировую оболочку, алкоголь фактически содержится в плазме крови. Соотношение объемов эритроцитов и плазмы крови человека, которое отражает гематокрит, может варьироваться и приводить к небольшим изменениям данного соотношения. Кроме того, учитывается тот факт, что при вдохе не содержащий алкоголя вдыхаемый воздух, проходя через слюну, в некоторой степени насыщается алкоголем, а при выдохе концентрация насыщенного в легких алкоголем выдыхаемого воздуха, проходя через слюну, частично снижается.

Таким образом, измеряя концентрацию алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе возможно определить его концентрацию в легочной артериальной крови, которая переносит его к мозгу.

При измерении концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе человека необходимо принимать во внимание следующие особенности.

1. Точное определение концентрации алкоголя в легочной артериальной крови возможно при анализе глубокого альвеолярного воздуха при глубоком выдохе, воздух из верхних дыхательных путей имеет низкое содержание алкоголя и не может использоваться.

2. Во время измерения во рту пациента не должен присутствовать алкоголь, соответственно пациент должен прекратить употребление напитков и пищи не менее, чем за 15 минут до проведения измерений. Также рекомендуется прополоскать рот теплой водой после последнего приема напитков и пищи и воздержаться от курения в том числе электронных сигарет, так как содержащиеся в дыме вещества могут исказить результаты измерения.

3. Следует избегать охлаждения ротовой полости перед проведением измерений. В противном случае возможна конденсация алкоголя из теплого выдыхаемого воздуха в измерительном устройстве и занижение измеряемых значений концентрации.

4. В человеческом организме присутствует естественный (эндогенный) алкоголь, который вырабатывается в ходе метаболических процессов. У некоторых людей уровень эндогенного алкоголя может достигать высоких концентраций, заметно влияющих на результат измерения.

В качестве единиц измерения концентрации алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе на сегодняшний день применяются следующие:

1. Микрограммы алкоголя на литр дыхания мкг/л.

2. Миллиграммы алкоголя на литр дыхания мг/л.
3. Микрограммы алкоголя на сто миллилитров дыхания мкг/100мл.
4. Граммы алкоголя на двести десять литров дыхания г/210л.

В качестве единиц измерения концентрации алкоголя в крови на сегодняшний день применяются следующие:

1. Миллиграммы алкоголя на сто миллилитров крови мг/100 мл.
2. Граммы алкоголя на литр крови (промилле) г/л (‰).
3. Граммы алкоголя на килограмм крови (промилле) г/кг (‰).
4. Граммы алкоголя на сто миллилитров крови г/100 мл (% ВАС).
5. Миллимоль алкоголя на литр крови (с учетом молекулярной массы этанола 46 а.е.м.) ммоль.

Для пересчета концентрации алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе в концентрацию алкоголя в крови законодательством разных стран приняты разные соотношения (таблица 1):

- 2000:1 во Франции и Скандинавии;
- 2100:1 в США, Австралии, Корее, России;
- 2300:1 в Великобритании, Малайзии и Ирландии.

Таким образом, актуальным представляется разработка медицинской системы для контроля физического состояния водителей транспортных средств, операторов технологического оборудования и персонала критически важных объектов информатизации и блокирования доступа к аппаратно-программным средствам указанных объектов в случаях, когда установлен факт отклонения от нормы показателей их здоровья, в том числе нахождения в состоянии алкогольного опьянения путем анализа выдыхаемого ими воздуха.

Таблица 1

**Пример пересчета концентрации алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе в концентрацию алкоголя в крови для разных соотношений и разных единиц измерений**

Концентрация алкоголя в глубоком альвеолярном воздухе		
Микрограммы алкоголя на литр дыхания, мкг/л	Миллиграммы алкоголя на литр дыхания, мг/л	Микрограммы алкоголя на сто миллилитров дыхания, мкг/100мл
350	0,35	035

↓

2000:1
2100:1
2300:1

Концентрация алкоголя в крови			
Миллиграммы алкоголя на сто миллилитров крови, мг/100 мл	070	073	080
Граммы алкоголя на литр крови (промилле), г/л (‰)	0,70	0,73	0,80
Граммы алкоголя на килограмм крови (промилле), г/кг (‰)	0,66	0,69	0,75
Граммы алкоголя на сто миллилитров крови, г/100 мл (% ВАС)	.070	.073	.080
Миллимоль алкоголя на литр крови, ммоль	15,2	15,9	17,4

## 2. Принципы построения анализаторов дыхания на алкоголь, обеспечивающих требуемую доказательность результатов освидетельствования

Принимая во внимание последствия решений, основанных на результатах количественного анализа алкоголя в выдыхаемом воздухе, основным требованием является обеспечение доказательности результатов измерений. К принципам доказательности могут быть отнесены достоверность, документированность и датированность результатов.

Достоверность обеспечивается точностью измерений за счет анализа глубокого альвеолярного воздуха, проверки окружающего воздуха на отсутствие паров этанола, защиты от фальсификации пробы. При этом точность измерений зависит от типа применяемого датчика, его очистки после выполнения анализа, температуры окружающей среды и метрологического обеспечения. Основными требованиями к датчику, обеспечивающими точность измерений, являются: высокая специфичность к этанолу, линейность в диапазоне измерений, чувствительность к малым концентрациям этанола, малый дрейф параметров в течение длительного промежутка времени. В свою очередь метрологическое обеспечение включает в себя организацию первичной и периодических проверок средств измерений, а также выполнение периодической коррекции показаний с учетом рекомендаций производителя.

Принципы документированности и датированности реализуются путем оформления сразу после выполнения измерений электронного или бумажного протокола, содержащего результаты анализа, дату, время и место его проведения, серийный номер прибора, дату его поверки и т.д. Отдельное внимание должно быть уделено обеспечению защиты данной информации в случае ее передачи или хранения в электронном виде.

## 3. Разработка системы контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стационарных объектов

С целью технической реализации метода измерения концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе человека и контроля доступа к источникам повышенной опасности была разработана система удаленного мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами и контроля содержания алкоголя в крови персонала этих объектов [7]. В основу предложенной системы была положена разработанная интегральная микросхема [8], которая предназначена для применения в области вычислительной техники и может быть использована для контроля доступа к управлению аппаратно-программными средствами объектов без изменения их конструкции. Для изготовления интегральной микросхемы применяется планарная техно-

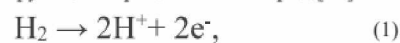
логия, которая включает следующие операции: фотолитографию, травление медной фольги, защиту поверхности и подготовку к пайке, разделение заготовок, пайку. В результате на поверхности материала формируются элементы и связи изделия. Технические характеристики интегральной микросхемы: длина платы 100 мм, ширина платы 50 мм, тип используемого материала СЕМ1, общая толщина платы 1,5 мм, толщина фольги 18 мкм, количество слоёв 1, напряжение питания 12 В (постоянное), ток 2 А. Для управления предложенной системой в среде разработки Microsoft Visual Studio 6.0 на языке объектно-ориентированного программирования С++ был разработан соответствующий программный модуль [9].

Высокая точность и избирательность разработанной системы к этанолу обеспечивается за счет применения электрохимического датчика, который в отличие от полупроводникового не реагирует на посторонние запахи при приеме медикаментов, при воспалительных процессах во рту, заболеваниях желудка, а также на пары ацетона, бензина и т.д. Электрохимический датчик состоит из двух платиновых поверхностей – анода и катода с осажденным на них катализатором, между которыми находится диск из ПВХ, пропитанный электролитом – серной кислотой. Регулировка интенсивности реакции на каталитической поверхности осуществляется за счет нанесения на одну из поверхностей диска полимерной мембраны. Вся сборка находится внутри пластикового корпуса, оснащенного входным и выходным отверстиями для подключения к системе отбора проб дыхания и разъемом для подключения к внешней электронной измерительной схеме (рисунок 1).

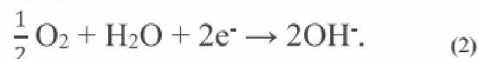


Рис. 1. Внешний вид электрохимического датчика и системы отбора проб дыхания

В процессе продувания через датчик воздуха, содержащего пары этанола, вблизи каталитической поверхности анода от молекул этанола отрываются положительно заряженные ионы водорода, и выделяются свободные электроны, формирующие отрицательный заряд [10]:



Электроны по внешнему электрическому контуру перемещаются к катоду, где происходит образование ионов гидроксила [10]:



Ионы водорода, мигрируя через электролит, сольватируются в нем и также попадают на катод, формируя на нем положительный заряд, и, связываясь с гидроксильными ионами, образуют воду [10]:



Сила, возникающего при включении датчика в электрический контур, тока в момент пика пропорциональна количеству образовавшихся на поверхностях свободных зарядов и, соответственно, количеству молекул этанола, содержащихся в анализируемом воздухе. Достоверность измерений обеспечивается за счет системы отбора проб дыхания на основе помпы (рисунок 1), которая позволяет захватывать глубокий альвеолярный воздух в конце выдоха, контролируя длительность выдоха или объем выдыхаемого воздуха. Срок эксплуатации электрохимического датчика превышает срок эксплуатации полупроводникового датчика и может превышать пять лет. В отличие от полупроводниковых, у электрохимических датчиков отсутствует постоянное постепенное изменение параметров, включая периоды времени, когда они не используются.

Разработанная система контроля содержания алкоголя в крови персонала мобильных и стационарных объектов также содержит GPS-модуль, позволяющий определить координаты и скорость подвижного объекта, например транспортного средства, которые передает в блок управления. Блок управления посредством программного обеспечения управляет аппаратурой установленной на объекте и имеет запоминающее устройство для хранения всей получаемой информации. Перед началом, а так же периодически в процессе работы с технологическим оборудованием оператор/водитель с помощью устройства определения уровня содержания алкоголя в крови на основе электрохимического датчика проходит процедуру проверки на наличие и уровень содержания алкоголя. Данные проверки поступают в блок управления. В случае если оператор/водитель находится в состоянии алкогольного опьянения блок управления активизирует устройство блокировки исполнительного механизма, которое блокирует технологическое оборудование или двигатель транспортного средства. В том случае, если блокировка исполнительного механизма невозможна в виду особенностей технологического процесса или из-за того, что транспортное средство находится в движении, устройство блокировки исполнительного механизма включает аварийную сигнализацию, привлекающую внимание, без блокировки исполнительного механизма. В то же время по средствам

модема, подключенного к блоку управления, информация о скорости и местоположении подвижного объекта, как и данные проверки через среду передачи данных поступают на сервер и терминал диспетчера, расположенные на диспетчерском пункте. Диспетчер связывается с правоохранительными органами и/или руководством предприятия и сообщает данные оператора/водителя, находящегося в состоянии опьянения, его местонахождение и прочую необходимую информацию. На сервере аккумулируется вся поступающая от блока управления информация. Диспетчеры предназначены для контроля и управления подвижными и стационарными объектами по средствам передачи команд блоку управления через среду передачи данных и модем. Передача данных между сервером диспетчерского пункта и блоком управления объекта может осуществляться посредством радиосвязи любого типа. В случае использования системы удаленного мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами и контроля содержания алкоголя в крови персонала этих объектов на стационарных объектах GPS-модуль отключается.

Структурная схема разработанной системы приведена на рисунке 2.

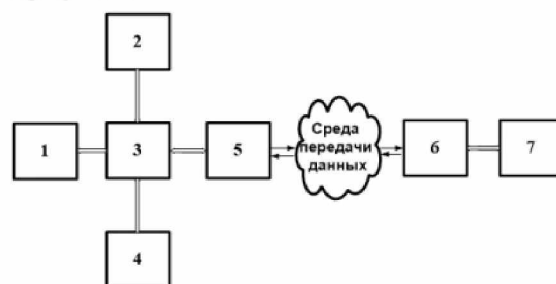


Рис. 2. Структурная схема системы удаленного мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами и контроля содержания алкоголя в крови персонала этих объектов: 1 – устройство блокировки исполнительного механизма; 2 – GPS-модуль; 3 – блок управления; 4 – устройство определения уровня содержания алкоголя в крови человека; 5 – модем; 6 – сервер; 7 – терминал диспетчера.

### 3. Результаты и обсуждение

На сегодняшний день практика применения систем, блокирующих возможность управления транспортными средствами водителями, находящимися в состоянии алкогольного опьянения, демонстрирует высокую эффективность: уменьшается количество ДТП, виновниками которых являются водители в состоянии алкогольного опьянения, уменьшается количество повторных задержаний водителей в состоянии алкогольного опьянения. При этом следует отметить положительный социальный эффект, заключающийся в возможности сохранить право на управление транспортным средством, если с ним связан род деятельности, при условии

установки данной системы после первичного задержания в состоянии алкогольного опьянения.

Однако для того, чтобы установка подобных систем как в Республике Беларусь, так и Российской Федерации, получила широкое распространение, необходимы поправки в действующее законодательство, а также активное участие страховых компаний.

Дополнительного внимания заслуживают меры по защите от действий водителя/оператора, направленных на фальсификацию результатов проверки на содержание алкоголя в крови. Следует отметить возможность оснащения систем датчиками температуры и влажности анализируемого воздуха, что позволит отличить реальный выдох от симулированного, а также средствами идентификации личности, что позволит защитить от возможной подмены водителя/оператора. К организационным мерам можно отнести повторные проверки через случайные промежутки времени.

### Заключение

Таким образом, предложенная система предназначена для использования в любых транспортных средствах и на стационарных объектах, позволяет следить за уровнем алкоголя в крови водителей и персонала этих объектов, блокировать исполнительные механизмы, в случае если водитель/оператор находится в состоянии алкогольного опьянения и сообщать об этом в правоохранительные органы и/или руководству предприятия. Система так же осуществляет контроль скорости, местоположения и перемещения подвижных объектов в режиме реального времени, оповещает водителей о ситуации на маршруте, исходя из поступающей от других контролируемых объектов информации, позволяет операторам осуществлять управление удаленными объектами.

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зельманский, О. Б. Техническое обеспечение применения метода нормоксической лечебной компрессии в наркологической практике / О. Б. Зельманский // Медицина и высокие технологии. - 2023. - № 4. - С. 34–39.
2. Dawson, D.A. Alcohol consumption, alcohol dependence, and all-cause mortality. / D.A. Dawson // Alc. Clin. Exp. Res. – 2000. – Vol. 24, №1. – P. 72-81.
3. Белорусское телеграфное агентство БелТА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/interview/view/netrezvye-voditeli-i-bespravniki-kak-gai-boretsja-s-problemoj-i-chto-grozit-narushiteljam-8639>: 13.02.2024.
4. Автотранспортные средства. Система контроля состояния водителя (алкозамок). Общие технические требования : ГОСТ Р 70637-2023. – Введ. 01.04.2023. – Москва : Российский институт стандартизации, 2023. – 28 с.
5. Наркология: национальное руководство / Под ред. Н.Н. Иванца, И.П. Анохиной, М.А. Винниковой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
6. J. Mack Cowan The Relationship of Normal Body Temperature, End-Expired Breath Temperature, and BAC/BrAC Ratio in 98 Physically Fit Human Test Subjects / J. Mack Cowan, James M. Burris, James R. Hughes, Margaret Parker Cunningham // Journal of Analytical Toxicology. – 2010. – Vol. 34, №5. – P. 238–242.
7. 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.
8. Интегральная микросхема устройства контроля и управления технологическим оборудованием в функции времени: свидетельство на топологию интегральной микросхемы №96 Респ. Беларусь / О.Б. Зельманский – № t20120012 ; заявл. 27.03.2012; опубл. 17.09.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6. – С. 318.
9. Программный модуль мониторинга и управления мобильными и стационарными объектами: свидетельство о регистрации компьютерной программы №1701-КП от 14.03.2024 Респ. Беларусь / О.Б. Зельманский / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2024.
10. Методическое пособие к решению задач по курсу «Химия», разделы «Растворы электролитов», «Электрохимические процессы и явления», для студентов всех специальностей заочного факультета БГУИР : учеб.–метод. пособие / И.В.Боднар, Молочко А.П., Соловей Н.П. – Минск : БГУИР, 2001. – 53 с.

Поступила 10.04.2024

УДК 681.518.3

### REFERENCES

1. Zelmansky, O. B. Technical support for the application of the normoxic therapeutic compression method in drug treatment practice / O. B. Zelmansky // Medicine and high technologies. - 2023. - No. 4. - P. 34–39.
2. Dawson, D.A. Alcohol consumption, alcohol dependence, and all cause mortality. / D.A. Dawson // Alc. Clin. Exp. Res. – 2000. – Vol. 24, №1. – P. 72-81.
3. Belarusian telegraph agency BelTA [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.belta.by/interview/view/netrezvye-voditeli-i-bespravniki-kak-gai-boretsja-s-problemoj-i-chto-grozit-narushiteljam-8639>: 02/13/2024.
4. Motor vehicles. Driver condition monitoring system (alcohol lock). General technical requirements: GOST R 70637-2023. – Enter. 04/01/2023. – Moscow: Russian Institute of Standardization, 2023. – 28 p.
5. Narcology: national guide / Ed. N.N. Ivanets, I.P. Anokhina, M.A. Vinnikova. – M.: GEOTAR-Media, 2008. – 720 p.
6. J. Mack Cowan The Relationship of Normal Body Temperature, End-Expired Breath Temperature, and BAC/BrAC Ratio in 98 Physically Fit Human Test Subjects / J. Mack Cowan, James M. Burris, James R. Hughes, Margaret Parker Cunningham // Journal of Analytical Toxicology. – 2010. – Vol. 34, №5. – P. 238–242.

7. System for remote monitoring and control of mobile and stationary objects and monitoring the blood alcohol content of the personnel of these objects: Pat. 7487 Rep. Belarus / O.B. Zelmansky, B.V. Zelmansky – u20110066; appl. 02/11/2011; publ. 05/06/2011 // Official bulletin / National center for intellectual property – 2011. – No. 4(81). – P. 220–221.
8. Integrated circuit of a device for monitoring and controlling technological equipment as a function of time: certificate for the topology of an integrated circuit No. 96 Rep. Belarus / O.B. Zelmansky – No. t20120012; appl. 03/27/2012; publ. 09/17/2012 // Official bulletin / National center for intellectual property – 2012. – No. 6. – P. 318.
9. Software module for monitoring and managing mobile and stationary objects: certificate of registration of computer program No. 1701-KP publ. 14/03/2024 Rep. Belarus / O.B. Zelmansky / National center for intellectual property – 2024.
10. Methodological guide to solving problems in the course

“Chemistry”, sections “Solutions of electrolytes”, “Electrochemical processes and phenomena”, for students of all specialties of the correspondence faculty of BSUIR: educational method. manual / I.V. Vodnar, Molochko A.P., Solovey N.P. – Minsk: BSUIR, 2001. – 53 p.

Received 10.04.2024

UDK 681.518.3

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Зельманский Олег Борисович** – кандидат технических наук, доцент Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники:  
e-mail: 7650772@rambler.ru

### AUTHOR'S INFORMATION

**Zelmanski Oleg Borisovich** – Candidate of technical sciences, Associate professor, Belarusian state university of informatics and radioelectronics:  
e-mail: 7650772@rambler.ru