



**XI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ФИЗИКА И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
В МЕДИЦИНЕ И ЭКОЛОГИИ»
с элементами научной
молодежной школы
ФРЭМЭ'2014**

1-3 июля 2014 г

July, 1-3, 2014

**XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE
«PHYSICS AND
RADIOELECTRONICS
IN MEDICINE AND ECOLOGY»
with elements of Scientific Youth
School
PhREME'2014**

**ТРУДЫ ♦ PROCEEDINGS
Книга II ♦ Book II**





 **Fachhochschule Jena**
University of Applied Sciences Jena

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКОЕ НТО РЭС ИМ. А.С. ПОПОВА
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ РАН
ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.Г. И Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ**

**XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ФИЗИКА И РАДИОЭЛЕКТРОНИКА В МЕДИЦИНЕ
И ЭКОЛОГИИ»**

**с элементами научной молодежной школы
ФРЭМЭ'2014
1-3 ИЮЛЯ 2014**

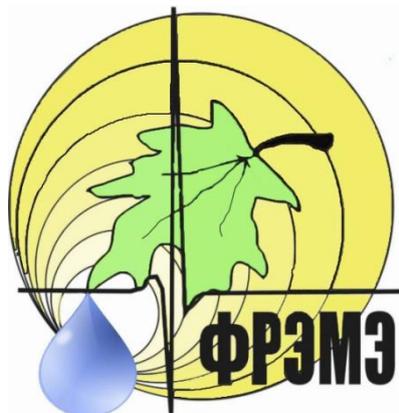


**XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
«PHYSICS AND RADIOELECTRONICS IN
MEDICINE AND ECOLOGY»**

**with elements Scientific Youth School
PREME'2014
JULY, 1-3, 2014**



**ТРУДЫ ◆ PROCEEDINGS
КНИГА II ◆ BOOK II**



ВЛАДИМИР ◆ VLADIMIR

2014

УДК 57.08+615.47+615.8

ББК

Ф50

Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: Доклады 11-й межд. научн. конф. Книга 2 – Владимир: 2014.

Публикуются труды 11-й международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» - ФРЭМЭ'2014. Представлены новые фундаментальные и научно-практические методы и средства ранней диагностики и лечения различных заболеваний; современные способы обработки медико-экологических сигналов и изображений; новые информационные технологии в медицине и экологии. Рассмотрены вопросы экологии и здоровья человека, а также методы и средства диагностики природной среды. Приведены аналитические и экспериментальные результаты исследований, полезные специалистам в области радиофизики, биомедицины и экологии.

Конференция поддержана грантом РФФИ № 14-02-20018-Г

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.К. Бернюков, д.т.н., профессор

А.Г. Самойлов, д.т.н., профессор

Л.Т. Сушкова, д.т.н., профессор - ответственный редактор

ISBN 978-5-905527-08-1

©Оргкомитет конференции, 2014

USING BIOMETRICS Chernenkiy V.M., Mavzyutov A.A.	54
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДПИСИ ЧЕЛОВЕКОМ Брумштейн Ю.М., Харитонов Д.В., Иванова М.В. EFFECTIVITY ANALYSIS OF USING OF DIFFERENT SOFTWARE-HA DWARE SOLUTIONS FOR INVESTIGATION OF THE HUMAN SIGNATURE DYNAMICS Brumshtein Y.M., Kharitonov Y.M., Ivanova M.V.	56
USING NEURAL NETWORKS IN THE SPEECH RECOGNITION FOR MEDICAL EQUIPMENT CONTROL Vu Van Son, Nguyen Thi Thuy ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНОВАНИЯ РЕЧИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕДИЦИНСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ Бу Ван Сон, Нгуйен Ти Туй	60
АЛГОРИТМ ОПИСАНИЯ ПРОСОДИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ Бессонов М.А. ALGORITHM OF PROSODIC FEATURE DESCRIPTION AND ITS APPLICATION Bessonov M.A.	63
ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА ПРИ ПОМОЩИ ВЕБ КАМЕРЫ Таранов А.А., Спиридонов И.Н. ARTERIAL PULSE MEASUREMENTS BY MEANS OF A WEB CAM Taranov A.A., Spiridonov I.N.	66

СЕКЦИЯ 6 ♦ SECTION 6

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ, СИСТЕМЫ, КОМПЛЕКСЫ

BIOTECHNICAL AND MEDICAL APPARATUS, SYSTEMS, COMPLEXES

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ПОВСЕДНЕВНОГО НОЧНОГО СНА Юматов Е. А. , Перцов С. С. , Дудник Е. Н. , Крамм М.Н. , Стрелков Н. О. INFORMATION COMPLEX FOR CONTROL OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE PERSON DURING THE DAILY NIGHT SLEEP Yumatov E. A. , Pertsov S. S. , Dudnik E. N. , Kramm M. N. , Strelkov N. O.	70
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПЛЕНКИ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ В МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ <u>Ичкитидзе Л.П.</u> , Селищев С.В., Благов Е.В., Павлов А.А., Галперин В.А., Шаман Ю.П., Кицок Е.П. ELECTROCONDUCTIVITE FILMS WITH CARBON NANOTIUBS IN MEDICAL APPLICATION <u>Ichkitidze L.P.</u> , Selishchev S.V., Blagov E.V., Pavlov A.A., Galperin V.A., Shaman Yu.P.	74
СВЕТОДИОДНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ ДЛЯ МИКРОФОТОМЕТРИИ КЛЕТОК Хохлов А.А., Шугайло В.В., Кононенко В.В., Колесников С.С. LED-BASED ILLUMINATOR FOR CELL MICROPHOTOMETRY A. A. Khokhlov, V.V. Shugaylo, V.V. Kononenko, S.S. Kolesnikov.....	76
АППАРАТУРА ДЛЯ ПЕРИТОНЕАЛЬНОГО ДИАЛИЗА С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ Базаев Н.А., Гринвальд В.М., Путря Б.М., Селищев С.В. APPARATUS FOR PERITONEAL DIALYSIS WITH DIALYSATE REGENERATION SYSTEM Bazaev N., Grinvald V.M, Putrya B.M., Selishchev S.V.	78
УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ КРОВИ ULT-5 НА ОСНОВЕ	

ПРОГРАММИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ Урлапов О.В., Черторийский А.А., Шорин А.А. UNIT ULT-5 FOR LASER BLOOD THERAPY WITH PROGRAMMABLE SYSTEM-ON-CHIP Urlapov O.V., Chertoriiski A.A., Shorin A.A.	80
ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА КОНТУРА САМОДИАГНОСТИКИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ Ивахно Н.В. GENERALIZED STRUCTURE CIRCUIT DIAGNOSIS IN INTELLIGENCE TRAINER RESPIRATORY MUSCLES Ivakhno N.V.	82
БИОТЕХНИЧЕСКИЙ СКАНЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОЙ ВОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ Смолин В.А. BIOTECHNICAL SCANNER TO DETERMINE THE AMOUNT OF CONTENT OF FREE WATER IN BIOLOGICAL TISSUE Smolin V.A.	85
МИКРОМАШИННЫЕ МИКРОПОТОЧНЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СЕТЕЙ IN VITRO: КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР И СКМ Найдёнов Е.В., Якименко И.В., Глотов В.А. MICROMACHINES MICROFLOW CYBERNETIC PLATFORM FOR CULTIVATION SELF-DEVELOPING AND OPERATES ENDOTHELIAL CAPILLARY NETWORKS IN VITRO: COMPUTER DESIGN AND MODELING IN CAD AND SYSTEM COMPUTER MATHEMATIC Naidyonov E.V., Yakimenko I.V., Glotov V.A.	88
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ Z-СКАНИРОВАНИЯ Антаков М.А., Родионова Е.В., Савельев М.С. INVESTIGATION OF SCATTERING LIMITERS OPTICAL PROPERTIES WITH Z-SCAN TECHNIQUE Antakov M.A., Rodionova E.V., Saveliev M.S.	92
АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ Степанова Е.Ю., Прыгунова Т.М., Радаева Т.М., Фомин Л.Б., Чижиков Д.А., Монахов А.А., Борисов В.И. REALTIME DEVICES OF MONITORING OF CONDITION OF AUTONOMIC NERVE SYSTEM: AS ESSMENT OF EFFICIENCY E.Yu.Stepanova, T.M.Prygunova, T.M.Radaeva, L.B.Fomin, D.A.Chizhikov, A.A.Monahov, V.I.Borisov.....	95
НУЛЕВОЙ РАДИОМЕТР ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ Убайчин А.В., Филатов А.В. ZERO RADIOMETER FOR MEDICAL APPLICATION Ubaichin A.V., Filatov A.V.	98
НАНОЭМИТТЕР НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК Глухова О.Е., Фадеев А.А., Колесникова А.С., Слепченков М.М. NANO EMITTER BASED ON CARBON NANOTUBES Gluhova O.E., Fadeev A.A., Kolesnikova A.S., Slepchenkov M.M.....	101
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИПОИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ Герасименко А.Ю., Ичкитидзе Л.П., Подгаецкий В.М., Селищев С.В. BIOLOGICAL SOLDERS FOR LOSER WELDING OF BIOLOGICAL TISSUE Gerasimenko A.Y., Ichkitidze L.P., Podgaetsky V.M., Selishchev S.V.....	104

5. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.

GENERALIZED STRUCTURE CIRCUIT DIAGNOSIS IN INTELLIGENCE TRAINER RESPIRATORY MUSCLES

Ivakhno N.V.

Tula State University, natalia_iv@list.ru

The principle of building blocks self breathing simulators, based on a combination of software, hardware and algorithmic correction of possible failures or improper operation. A mathematical model of the process of diagnosis, determining the necessary and sufficient condition to assess the current state of technical elements or subsystems airway simulators.

БИОТЕХНИЧЕСКИЙ СКАНЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОЙ ВОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ

Смолин В.А.

Смоленский филиал «Национального Исследовательского Университета «МЭИ», smolin.vofka@yandex.ru

Вода обеспечивает всасывание и механическое передвижение питательных веществ, продуктов обмена в организме, является прекрасным растворителем. Вода, участвуя в процессах набухания, осмоса и др., создает определенную величину онкотического давления в крови и тканях. Высокие теплоемкость, теплопроводность и удельная теплота испарения воды способствуют поддержанию температуры у теплокровных животных. Являясь высокополярным соединением, вода вызывает диссоциацию электролитов, принимает непосредственное участие в гидролитическом распаде веществ, реакциях гидратации и во многих других физико-химических процессах.

Органы и ткани живого организма в зависимости от структуры и функционального состояния могут содержать от 50 до 95 процентов воды. Вода в живом организме содержится в двух видах: свободная (жидкоплавленная) вода и связанная (структурированная) вода. Связанная вода образует прочные связи с органическими молекулами. Свободная вода подвижна, ее количество может заметно изменяться в зависимости от функционального состояния организма и определяет степень гидратации тканей.

В реальной клинической практике существующие технические возможности определения степени гидратации биологических объектов ограничены и практически не применяются, любые заключения о причинах смерти из-за отека не являются достаточно и количественно обоснованы. Создание прибора, который позволял бы быстро, просто, точно определять степень гидратации биологических тканей, полученных при патологоанатомических и судебно-медицинских вскрытиях, а также при гистофизиологических исследованиях лекарственных препаратов, направленных на уменьшение степени гидратации тканей, весьма актуально. Предлагаемый подход продолжает изыскания проекта РФФИ №94-04-13544 и №96-04-50991.

Целью работы является: разработка и доказательство работоспособности способа определения степени гидратации биологических тканей на основе эффекта изменения объема системы биологическая ткань – этанол в процессе их взаимодействия; изучение содержания свободной воды (степени гидратации) в плотных и жидких образцах биологических тканей организма, без разрушения анатомической структуры последних, в норме и при различных патологиях.

Из органической химии известен следующий факт: "При смешивании спирта с водой происходит уменьшение общего объема: так, как при смешивании 52 объемов спирта и 48 объемов воды получается не 100, а 96,3 объема разбавленного спирта" [1]. По Ромейсу [2], "фиксирующее действие спирта основано, прежде всего, на отнятии воды. ...химическое строение белков нарушается спиртом минимально".

Таким образом, при погружении кусочка органа, изолированного из организма, в спирт, последний будет отнимать воду из этого кусочка органа и проникать внутрь. При этом должен происходить эффект, описанный выше, т.е., вследствие смешивания спирта с водой, должно произойти уменьшение их общего объема и, следовательно, объема всей фиксирующей системы.

В 90-х годах XX века группа ученых, проведя ряд экспериментов [3], доказала, что при взаимодействии спирта и биологических тканей, происходит изменение объема фиксирующей системы, причем основное изменение происходит в течении первых 2-3 часов.

Обнаруженное явление использовано при создании измерительных приборов (рис. 1) для определения содержания свободной воды (степени гидратации) в плотных и жидких биологических тканях без их анатомического разрушения, действие которых основано на регистрации динамики изменения объема системы биологическая ткань – этанол в результате физико-химической реакции взаимной диффузии этанола в биологическую ткань и свободной воды из последней в этанол, вследствие чего формируется бинарная смесь вода – этанол, которая и дает нарушение аддитивности объема системы. Идеи этих изобретений были положены в основу разработки действующего макета прибора для определения содержания свободной воды

(степени гидратации) в жидких и плотных образцах биологических тканей, без разрушения последних, получившего рабочее наименование "Аквант"

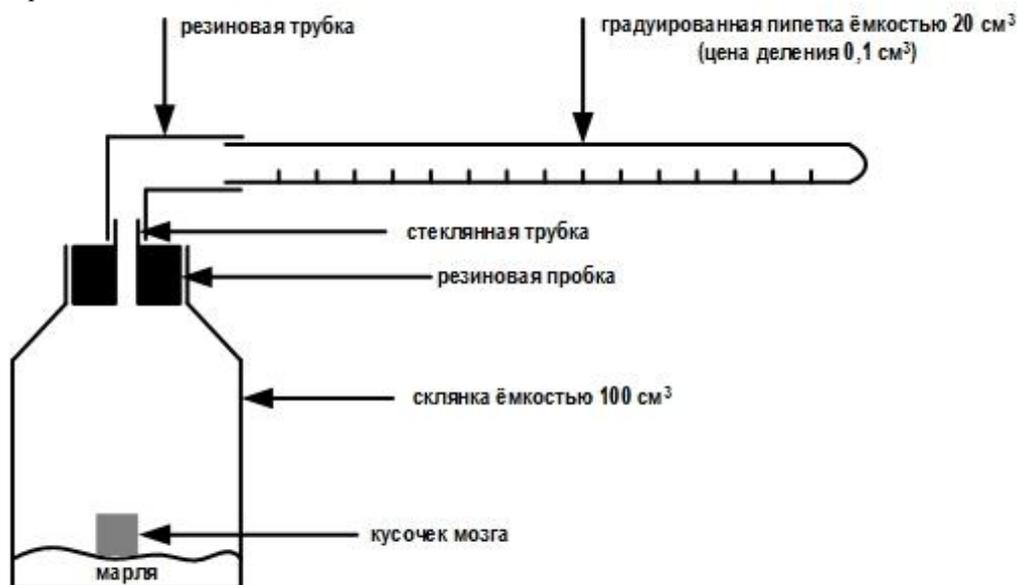


Рисунок 1 – Система для фиксации

..

Окончательного решения проблемы в указанных проектах получено не было, в связи с тем, что эти исследования были сопутствующими основному проекту и уводили проект от генерального направления. За прошедший период новых попыток решить эту проблему не предпринималось из-за технических трудностей, т.к. первоначально эту разработку вели медики без соответствующей инженерно-технической подготовки с эпизодическим привлечением инженеров и технологов (отсутствие финансирования).

В настоящее время было решено возобновить исследования и используя современное развитие техники создать сканер, который позволит в автоматическом режиме производить анализ всего организма человека для определения причины смерти при судебно-медицинских и патологоанатомических исследованиях, а также производить фармакологические исследования влияния разрабатываемых лекарственных препаратов, направленных на изменение гидратации органов.

Биотехнический сканер содержит в себе большое число реакторов (рис. 2), состоящих из металлического резервуара с герметично закрывающейся крышкой и дилатометрического емкостного датчика. Стандартные биологические образцы из разных органов и тканей трупа помещаются в реакторы. Затем в автоматическом режиме происходит герметизация реакторов, заполнение этанолом до определенного уровня и включение модуля регистрации изменения объемов системы образец биологической ткани – этанол. Для исключения влияния на результат измерения температуры окружающей среды применяется система термостатирования.

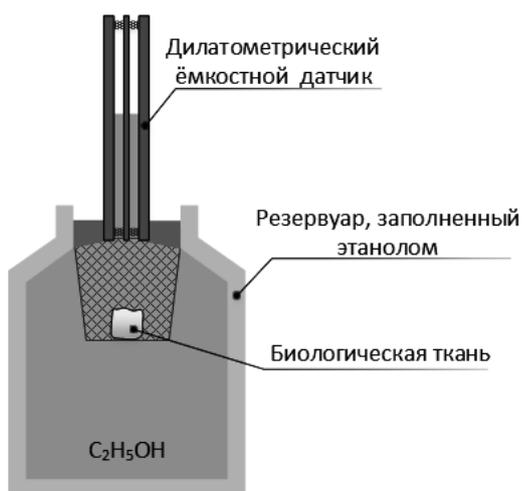


Рисунок 2 – Устройство реактора

Математическая модель реактора (рис. 3) показывает изменение электрической емкости дилатометрического датчика в зависимости от уровня этанола в нем. В ходе математического моделирования было показано, что изменение емкости такого датчика составляет десятки и сотни пикофарад, что, при

современном развитии техники, не составляет больших затруднений. При использовании схемы, разработанной Троицким, точность измерения будет достигать единиц пикофарад, что позволит с большой точностью определить количество свободной воды в исследуемом образце.

В ходе экспериментальных исследований смешения различного количества спирта с одинаковым объемом воды было показано, что изменение объема происходит на одну и ту же величину, вне зависимости от взятого объема спирта. Этот факт позволяет взять необходимое количество этанола, при котором биологическая ткань будет полностью погружена в спирт, что увеличит скорость реакции.

При добавлении к одинаковым объемам спирта различных объемов воды было показано, что зависимость уменьшения суммарного объема близка к линейной, что позволит автоматизировать процесс обработки получаемых данных.

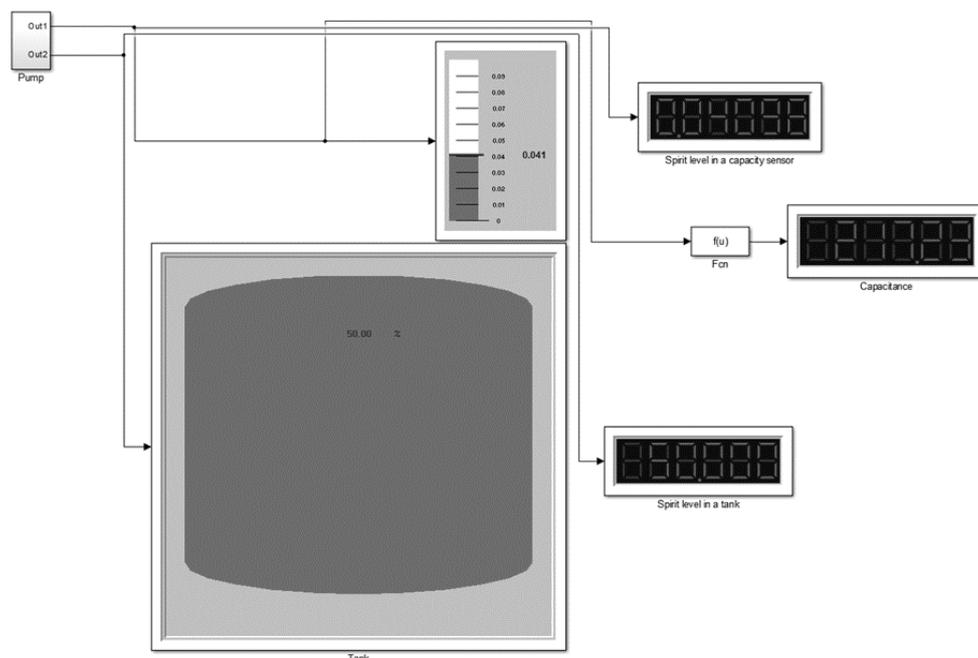


Рисунок 3 – Математическая модель реактора

Напряжение с емкостных датчиков подается на вход прецизионного 24-х разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Так как скорость проводимых измерений большого значения не имеет, использование аналогового мультиплексора, который последовательно подключает емкостные датчики к измерительному входу АЦП в значительной степени упрощает схему. Сигнал с АЦП подается на миниатюрный компьютер Raspberry Pi (RP), который обрабатывает полученные данные, строит необходимые диаграммы и выводит необходимую информацию на монитор или передает на персональный компьютер (ПК) для дальнейшей обработки и систематизации человеком.

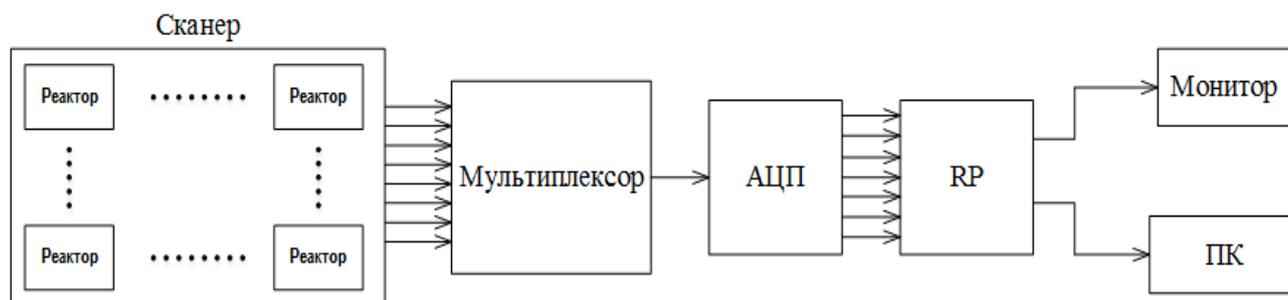


Рисунок 4 – Функциональная схема биотехнического сканера

Представленный сканер позволит количественно изучить содержание свободной воды в различных органах человека в зависимости от различных заболеваний, что поможет судмедэкспертам с большой точностью, технически обоснованно делать заключения о причине смерти, а в фармакологических исследованиях получать точные данные о влиянии лекарственных препаратов, направленных на борьбу с гипергидратацией различных органов (отек мозга, отек легких, сердечная недостаточность).

Библиографический список

1. Степаненко, Б.Н. Курс органической химии. – М.: Высшая школа, 1966. – 552 с.

2. Ромейс, Б. Микроскопическая техника. пер. с нем.; под ред. И.И. Соколова. - М.: Иностранная литература, 1953. – 720 с.

3. Глотов, В.А. Геометрия биологического тканевого пространства // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Смоленск, СГМА. – 1997. – Т. 2. – Вып. 2. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-3-html/10.htm>.

BIOTECHNICAL SCANNER TO DETERMINE THE AMOUNT OF CONTENT OF FREE WATER IN BIOLOGICAL TISSUE

Smolin V.A.

Smolensk branch of National Research University Moscow Power Engineering Institute, smolin.vofka@yandex.ru

This paper examines the scanner to determine the amount of content of free water in biological tissue body in norm and pathology, the principle of which is based on the use of the phenomenon of violations of additivity of the extent of the tissue sample - ethanol in their interaction. The scanner is a complex reactors, each of which defines the degree of hydration in a certain area of the body (tissue or organ). In the process of designing and mathematical modeling of individual elements of the scanner is fulfilled their optimal design and create a virtual model of the scanner for the subsequent physical realization of the products and their testing in clinical settings. The generated scanner will allow to solve important scientific and engineering task parallel determination of the degree of hydration of various biological tissues of the body in norm and pathology.



МИКРОМАШИННЫЕ МИКРОПОТОЧНЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СЕТЕЙ IN VITRO: КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР И СКМ

Найдёнов Е.В.¹, Якименко И.В.¹, Глотов В.А.²

1 -Смоленский филиал «Национального исследовательского университета «МЭИ», nzettez@gmail.com

2 - Смоленская государственная медицинская академия Минздрава России, forssma@yandex.ru

В исследованиях ангиогенеза *in vitro* установлено, что эндотелиальные клетки при определенных условиях могут самопроизвольно организовываться в 3D капиллярные сети, которые при сопряжении с организованными в пространстве микропотоками питательной среды канализируются и приобретают способность к массопереносу. Гемодинамический фактор *in vivo* – играет решающую роль в развитии микрососудистых капиллярных сетей. Включение гидродинамического фактора в культуру эндотелиальных клеток и получение искусственных тканеподобных образований *in vitro* – сложнейшая научно-техническая задача [1].

Начиная с 90-х годов XX века крупнейшие лаборатории мира, занимающиеся проблемой эндотелия, включились в гонку, целью которой является достижение первенства в воспроизведении *in vitro* феномена функционирующих саморазвивающихся капиллярных сетей. Устойчивое воспроизведение этого феномена *in vitro* и расшифровка алгоритмов управления этим процессом – ключ к решению фундаментальной биологической проблемы клеточной и тканевой инженерии: созданию искусственных органов *in vitro*. Лаборатории ведущих исследовательских центров США, Кореи, Японии, Израиля и др. развернули работы по созданию микропотоковых технологий, позволяющих получить тканеподобные биологические образования *in vitro* [2].

Целью работы является разработка микромашинных микропоточных кибернетических платформ для культивирования саморазвивающихся и функционирующих эндотелиальных капиллярных сетей *in vitro*, сопряженных с микропотоками питательной среды, включающая: проектирование, моделирование, сборку и испытание экспериментального биологического реактора для воспроизведения в культуре эндотелиальных клеток *in vitro* феномена самопроизвольно развивающихся капиллярных сетей; изучение и поиск алгоритмов управления развитием капиллярных сетей *in vitro* путем введения в культуру факторов роста [3,8].

Процесс проектирования сложных устройств, состоящих из десятков отдельных функциональных узлов и модулей, имеющих гибкую систему управления в настоящее время не мыслим без предварительного компьютерного моделирования. Создание качественных компьютерных моделей (КМ) разрабатываемого объекта или системы позволяет заменить предварительные макетные испытания моделированием и сэкономить средства на разработку готового изделия. В настоящее время, инженеру-конструктору доступны самые различные методы создания КМ: функциональные электрические схемы в схемотехнических САПР, системные математические модели в системах компьютерной математики (СКМ), программирование и кодирование, 3D-проектирование [4].

В работе применяются следующие пакеты: Autodesk 3Ds Max для создания трёхмерных элементов корпуса и узлов устройства, а также анимации пошагового процесса функционирования аппаратной платформы в реальной среде; Matlab&Simulink – для разработки полной функциональной КМ устройства и кода