

Коваль Василий Трофимович – Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа; e-mail: fregat80@mail.ru; 690922, г. Владивосток, о. Русский, Кампус ДВФУ, корпус С, уровень 8; тел.: +74232753563; кафедра приборостроения; к.м.н.; доцент.

Сошина Наталья Сергеевна – e-mail: vizavi_pati@mail.ru; тел.: 89644519019; кафедра приборостроения; аспирант; магистр техники и технологий.

Ким Александра Валерьевна – e-mail: habibi89@bk.ru; тел.: 89644314674; кафедра приборостроения; аспирант; магистр техники и технологий.

Розенбаум Анатолий Наумович – Институт автоматики и процессов управления Дальневосточное отделение Российской академии наук (ДВО РАН); e-mail: rozen@mail.dvo.ru; 690041, г. Владивосток, улица Радио, 5; тел.: +74232994220; зав. лабораторией; д.т.н.; профессор.

Зяц Григорий Андрианович – Федеральное государственное казённое учреждение «1477 Военно-морского клинического госпиталя» Минобороны России, г. Владивосток; e-mail: g_zayats@mail.ru; 690005, г. Владивосток, ул. Ивановская, 4; тел.: 89147287107; врач отделения функциональной диагностики; к.м.н.; доцент.

Koval Vasily Trofimovitch – Far Eastern Federal University, School of Engineering; e-mail: fregat80@mail.ru; 690922, Russia, Vladivostok, Russian island, Campus FEFU, Building C, Level 8; phone: +74232753563; the department of instrument engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Soshina Nataliya Sergeevna – e-mail: vizavi_pati@mail.ru; phone: +79644519019; the department of instrument engineering; postgraduate student; master of engineering and technology.

Kim Alexandera Valerevna – e-mail: habibi89@bk.ru; the department of instrument engineering; postgraduate student; master of engineering and technology.

Rosenbaum Anatoly Naumovich – Institute of Automation and Control Processes, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FEB RAS); e-mail: rozen@mail.dvo.ru; 690041, Vladivostok, Radio Street, 5; phone: +74232994220; head labs; dr. of eng. sc.; professor.

Zayats Gregory Andrianovich – Federal state municipal institution "1477 Navy Clinical Hospital" Russian Defense Ministry, Vladivostok; e-mail: g_zayats@mail.ru; 690005, Russia, Vladivostok, Ivanovo street 4; phone: +79147287107; Physician of functional diagnostics; cand. of med. sc.; associate professor.

УДК 612.062

**В.И. Короченцев, В.Т. Коваль, Г.А. Заяц, П.А. Стародубцев, А.Е. Соловей,
А.Н. Розенбаум**

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТОЛЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (УЗИ)

Функциональные показатели выступают в двух ипостасях – как критерии патологического состояния, так и его тяжести. По многим из них или их комбинациям возможно решение прогнозных задач. Диагностика патологического состояния как такового строится на ограниченном количестве показателей. Оценка же тяжести его, а тем более прогнозирование, потребуют привлечения как можно более широкого их потенциала. Обладая малой информативной ценностью в распознавании самого патологического состояния, они оказываются незаменимыми именно в определении его клинической значимости как по влиянию на текущее состояние здоровья пациента, так и на ближайший и отдаленный

прогноз. На основе взаимодействия этих систем человеческого организма, предполагается, что пищеварительные, кровообращения, сердечно-сосудистая системы и другие, тесно связаны друг с другом функциональными соотношениями. Незначительное изменение состояния в одной системе может оказать значительные нарушения в других. Предложено оценивать влияние небольших вариаций в органах человека (печень, почки, кишечник и другие), вызванные слабыми механическими волнами УЗИ на сердечно-сосудистую систему. Приведены результаты экспериментальных ультразвуковых исследований на различных внутренних органах пациентов в Военно-морском клиническом госпитале (г. Владивосток). Показано, что незначительное увеличение энергии излучения новых приборов, требует корректировки нормативных значений времени обследования различных органов больных. На основе анализа электрокардиограммы пациентов после проведения УЗИ отмечается электрическая нестабильность миокарда и другие неблагоприятные реакции сердечно-сосудистой системы. Эти изменения являются объективным показателем взаимодействия функционала человеческого организма.

Ультразвук; электрокардиограмма; сердечно-сосудистая система.

**V.I. Korochentsev, V.T. Koval, G.A. Zayats, P.A. Starodubtcev, A.E. Solovey,
A.N. Rosenbaum**

VARIABILITY IN THE DURATION OF ELECTRICAL SYSTOLE DURING ULTRASOUND

Functional indicators act in two forms – both criteria of a pathological state, and its weights. The solution of expected tasks is possible for many of them or their combinations. The diagnostics of a pathological state itself is based on limited quantity of indicators. An assessment of its weight and furthermore forecasting will demand the broadest possible attraction of their wider potential. With a small informative value in recognition of the most pathological state, they are irreplaceable in determination of its clinical importance as on influence on current health state of the patient, and on the next and remote forecast. On the basis of interaction these systems of a human body, it is supposed that digestive, blood circulations, cardiovascular systems and others, are closely connected with each other by functional ratios. Minor change of a state in one system can render considerable violations in others. In article it is offered to estimate influence of small variations in human organs (a liver, kidneys, intestines and others), caused by weak mechanical waves of ultrasonography on cardiovascular system. The results of pilot ultrasonic studies are given in various internals of patients in Naval clinical hospital (Vladivostok). It is shown that the insignificant increase in radiation energy of new devices, demands correction of standard inspection time values of various patients' bodies. The electric instability of a myocardium and other adverse reactions of cardiovascular system is noted on the basis of the analysis the patients electrocardiogram after carrying out ultrasonography. These changes are an objective indicator of interaction of a human body functionality.

Ultrasound; electrocardiogram; cardiovascular system.

Ультразвуковое воздействие вызывает множество физических эффектов, которые могут быть продемонстрированы и воспроизведены *in vitro*. В их числе колебания, излучение, давление, микротечения и др. Многие исследователи изучают влияние УЗИ в экспериментах на животных, однако, до настоящего времени нет подтвержденных данных о биологических эффектах при использовании аппаратов с энергетическими характеристиками диагностического спектра. УЗИ продолжают считаться предельно безопасным способом диагностики, несмотря на систематическое расширение рамок стандартных методик с применением доплеровских, чрезпищеводных, контрастных исследований. Полагаем, что такая уверенность не должна быть препятствием для получения дополнительной информации о биологическом воздействии ультразвука [3, 4].

В физиотерапевтической практике используют ультразвуковые колебания частотой от 800 до 3000 кГц, в ультразвуковой хирургии – от 20 до 100 кГц. Дотирование осуществляется по интенсивности ультразвука, длительности воздействия, а

также по режиму генерации ультразвука (непрерывный, импульсный). Интенсивность ультразвука до $0,4 \text{ Вт/см}^2$ считается низкой, в пределах $0,5\text{--}0,8 \text{ Вт/см}^2$ – средней, $0,9\text{--}1 \text{ Вт/см}^2$ и выше – высокой. Как правило, в лечебных целях используют ультразвук интенсивностью не выше 1 Вт/см^2 . В непрерывном режиме генерируется поток ультразвуковых волн на протяжении всего времени воздействия. Импульсный режим предусматривает применение импульсов ультразвука с частотой 50 Гц и длительностью 2, 4 и 10 мс.

Поглощение ультразвука патологическими тканями зависит от их акустических свойств и частоты ультразвуковых колебаний. Интенсивность ультразвука частотой 800–900 кГц уменьшается примерно вдвое в мягких тканях на глубине 4–5 см, а при частоте около 3000 кГц – на глубине 1,5–2 см. Жировая ткань поглощает ультразвук примерно в 4 раза, мышечная – в 10 раз, а костная – в 75 раз сильнее, чем кровь. Наиболее сильное поглощение ультразвука наблюдается на границе тканей, обладающих разными акустическими свойствами (кожа – подкожная клетчатка, фасция – мышца, надкостница – кость). Поглощение ультразвука заметно меняется при изменении состояния ткани в связи с развитием в ней патологического процесса (отек, инфильтрация, фиброз и др.).

Первичный эффект действия ультразвука проявляется влиянием на тканевые и внутриклеточные процессы; изменение процессов диффузии и осмоса, проницаемости клеточных мембран, интенсивности протекания ферментативных процессов, окисления, кислотно-щелочного равновесия, электрической активности клетки. В тканях под влиянием ультразвука активируются обменные процессы, увеличивается содержание нуклеиновых кислот и стимулируются процессы тканевого дыхания.

Под влиянием ультразвука повышается проницаемость стенок сосудов, поэтому воздействие ультразвука на ткани, находящиеся в состоянии воспаления с выраженными экссудативными явлениями, может вызвать ухудшение течения патологического процесса. Это следует учитывать при ультразвуковой терапии острых воспалительных заболеваний. В то же время, отмечено рассасывающее действие ультразвука на продуктивное воспаление, что позволяет применять его при разрешающихся подострых и хронических воспалительных процессах. Установлено выраженное спазмолитическое действие ультразвука, на чем основано его применение в лечебных целях при бронхоспазмах, дискинезиях кишечника, спазмах мочевого пузыря, почечной колике и др. [5].

Одним из специфических свойств ультразвука является «разволокняющее» действие, которое способствует менее грубому рубцеванию и приводит, в известной мере, к рассасыванию (размягчению) уже сформировавшейся рубцовой ткани, вследствие расщепления пучков коллагеновых волокон на отдельные фибриллы, их отделения от аморфного цементирующего вещества соединительной ткани. На этом основано применение ультразвука при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата, нервов, а также рубцовых и спаечных процессах после оперативных вмешательств и воспалительных заболеваний.

Относительно небольшие дозы ультразвука оказывают стимулирующее влияние на процессы регенерации в различных тканях; большие дозы угнетают эти процессы. Действие ультразвука на организм больного характеризуется также и эффектом, который связывают с торможением и блокированием проведения болевого импульса в нервных клетках специальных ганглиев и по нервным волокнам. Этот эффект лег в основу применения ультразвуковой терапии при лечении заболеваний и патологических состояний, сопровождающихся выраженным болевым синдромом (невралгии, остеохондроз, миозит и др.).

Совокупность ответных реакций организма больного на действие ультразвука включает как местные тканевые изменения (активацию ферментативных и трофических процессов, микроциркуляции, стимуляцию регенерации и др.), так и сложные нейрогуморальные реакции. Происходит стимуляция адаптивных и защитных механизмов, повышение неспецифической резистентности организма, активация механизмов восстановления и компенсации.

В практическом применении выделяют пять групп показателей – пространственно-временные, статистические, пространственно-спектральные, теории хаоса, полученные в результате математического моделирования автономной нервной регуляции биомеханикой сердца. Пространственно-временные – средняя длина RR-интервалов, средняя HR, максимальная амплитуда колебаний длительности RR-интервалов, различия в средней длине "дневных" и "ночных" RR-интервалов, а также – в длине RR-интервалов при различных формах физического, ментального или фармакологического стресса.

Статистические – моменты различных порядков длительности RR-интервалов. Момент нулевого порядка – количество RR-интервалов на исследуемом временном промежутке, первого порядка – математическое ожидание или средняя продолжительность RR-интервалов на исследуемом промежутке (mRR), второго порядка – дисперсия математического ожидания. Помимо дисперсии используют ее квадратный корень – стандартное или среднее квадратическое отклонение sdRR, а также вариацию, равную отношению sdRR к mRR. Вариация выражается в относительных единицах или процентах. Используют также среднее квадратическое отклонение средних длин RR-интервалов для последовательности кратковременных (5-минутных) промежутков, полученных при суточном мониторинге ECG, среднее для последовательности среднеквадратических отклонений длин RR-интервалов кратковременных промежутков в суточном мониторинге ECG. В качестве статистической меры HRV используют также показатель NN50 – число различий в интервалах из последовательности интервалов с длиной, большей 50 мс, и показатель pNN50, где первый нормируется на общее количество включенных в анализ интервалов ECG. Пространственно-спектральные – общая мощность спектра BCP (TP) и мощности ее четырех частотных зон: 1) Ultra Low Frequency (ULF) – сверх низких частот (0–0.0033 Гц), 2) Very Low Frequency (VLF) – очень низких частот (0.0033–0.05 Гц), 3) Low Frequency (LF) – низких частот (0.05–0.15 Гц), High Frequency (HF) – высоких частот (0.15–0.5 Гц). Частотную зону ULF анализируют в суточных и остальные в 5-15-минутных записях сердечного ритма. ULF не связана с быстрой регуляцией и ее происхождение до сих пор неизвестно. VLF связана с терморегуляцией и гуморальными системами, такими как ренин-ангиотензиноподостероидная. LF и HF определяются симпатопарасимпатическим балансом и парасимпатической регуляцией. На HF существенным образом влияет дыхательный центр. Подчиненность дыхательного центра корковым функциям опосредует прямые центральные влияния на сердечный спектр. Применяют различные способы оценки мощностей зон спектра – в абсолютных и относительных (при делении на мощность всего спектра) единицах [7].

В качестве примера меры стохастичности нейрогуморальной регуляции приведем канториан К. Из множества показателей HRV, получаемых с использованием математического моделирования, естественно привести нормированные интегральные мощности GRP-гуморального, SRP-симпатического и PsRP-парасимпатического звеньев регуляции. Именно этим методом дается наиболее точная оценка симпатовагального баланса (SPsB).

Большая часть из используемых в клинических приложениях показателей HRV, сведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели variability сердечного ритма

Показатель	Размерность	Название
HR	1/min	Частота сердечных сокращений
mRR	ms	Средняя длина RR-интервала
sdRR	ms	Стандартное отклонение средней длины RR-интервала
rMSSD	ms	Корень квадратный среднеквадратических отклонений последовательных RR-интервалов
pNN50	%	Число последовательных пар RR-интервалов, отличающихся более, чем на 50 ms, деленное на общее число всех RR-интервалов
HRVTi	=	Триангулярный индекс, как интеграл от плотности распределения, деленный на максимум плотности распределения RR-интервалов
TP	ms ²	Общая мощность спектра ВСП, мера мощности нейрогуморальной регуляции
ULF	ms ²	Мощность сверх низкочастотного домена спектра суточной ВСП, мера мощности циркадианных систем регуляции
VLF	ms ²	Мощность очень низкочастотного домена спектра ВСП, мера мощности гуморального звена регуляции, терморегуляции, других долговременных систем регуляции
LF	ms ²	Мощность низкочастотного домена спектра ВСП, мера мощности преимущественно симпатического звена регуляции
LFnorm	%	Нормированная LF на LF + HF
HF	ms ²	Мощность высокочастотного домена спектра ВСП, мера мощности преимущественно парасимпатического звена регуляции
HFnorm	%	Нормированная HF на LF + HF
LF/HF	=	Мера симпатовагального баланса
K	=	Канториан, мера стохастичности нейрогуморальной регуляции
GRP	n.u.	Нормированная мощность гуморального звена регуляции (математическое моделирование)
SRP	n.u.	Нормированная мощность симпатического звена регуляции (математическое моделирование)
PsRP	n.u.	Нормированная мощность парасимпатического звена регуляции (математическое моделирование)
SPsB	n.u.	Симпатовагальный баланс (математическое моделирование)

На снабжении лечебно-профилактических учреждений появляются новые приборы с более высокой энергией ультразвуковых волн. При обследовании беременных женщин отмечены случаи реакции плода, выражающиеся в увеличении двигательной активности в процессе УЗИ. Вычисление систолического показателя и систолического индекса до и после УЗИ представляет в этой связи определенный интерес, так как его увеличение отмечается при поражениях миокарда. Превышение нормативных значений многие авторы связывают с нарушениями метаболизма [1, 3].

Каждый сердечный цикл состоит из систолы, отвечающей сокращению миокарда желудочков, и диастолы – его расслаблению. Цикловая биомеханика не только сердца, но ССС "привязывается" к цикловой структуре желудочков сердца.

Систола желудочков:

- ◆ период изоволюмического сокращения (ICP):
 - фаза асинхронного сокращения (ACF);
 - фаза изоволюмического сокращения (ICF);
- ◆ период изгнания (EP)
 - фаза быстрого изгнания (QEF);
 - фаза медленного изгнания (SEF).

Диастола желудочков:

- ◆ период изоволюмического расслабления (IRF);
- ◆ период диастолического наполнения;
- ◆ период пассивного наполнения (PFP):
 - фаза быстрого наполнения (QFF)
 - фаза медленного наполнения (SFF)
- ◆ систола предсердий (ASF).

Результирующие временные характеристики сердечного цикла – длительность (HT) и обратная к ней величина – частота сердечных сокращений (HR). Единица измерения цикловых временных характеристик – ms, и только HR – 1/min. Естественно фазовый анализ биомеханики сердца дополнять измерением на ECG длины PQ-сегмента, как меры продолжительности атриовентрикулярного проведения, а также – QT и TQ, как мер электрических систолы и диастолы. QT измеренный обычно сравнивают с должным (метод Базета) [6].

Показатели фазовой структуры сердечного цикла сведены в табл. 2.

На сегодня наиболее полный и одновременно удобный метод определения цикловой организации сердечного ритма – одномерная эхокардиографическая регистрация движения створок митрального и аортального клапанов, синхронизированная, однако, с электрокардиографической записью.

Таблица 2

Показатели фазовой структуры сердечного цикла

Показатель	Формула	Размерность	Название
ICP	-	ms	Период изоволюмического сокращения
EP	-	ms	Период изгнания
QWF	-	ms	Фаза быстрого изгнания
SEF	-	ms	Фаза медленного изгнания
IRP	-	ms	Период изоволюмического расслабления
PFP	-	ms	Период пассивного наполнения

FF	-	ms	Фаза быстрого наполнения
SFF	-	ms	Фаза медленного наполнения
ASF	-	ms	Систола предсердий
HT	Sum(t)	ms	Длительность сердечного цикла
HR	60/HT	1/min	Частота сердечных сокращений
PQ	-	ms	Время атриовентрикулярного проведения
QT	Изм.	-	Продолжительность электрической систолы
	Долж.	$k=HT$, $k=0.37$ для мужчин, $k=0.39$ для женщин и детей, HT	Продолжительность электрической систолы должная для данного HR
TR	-	ms	Продолжительность электрической диасистолы

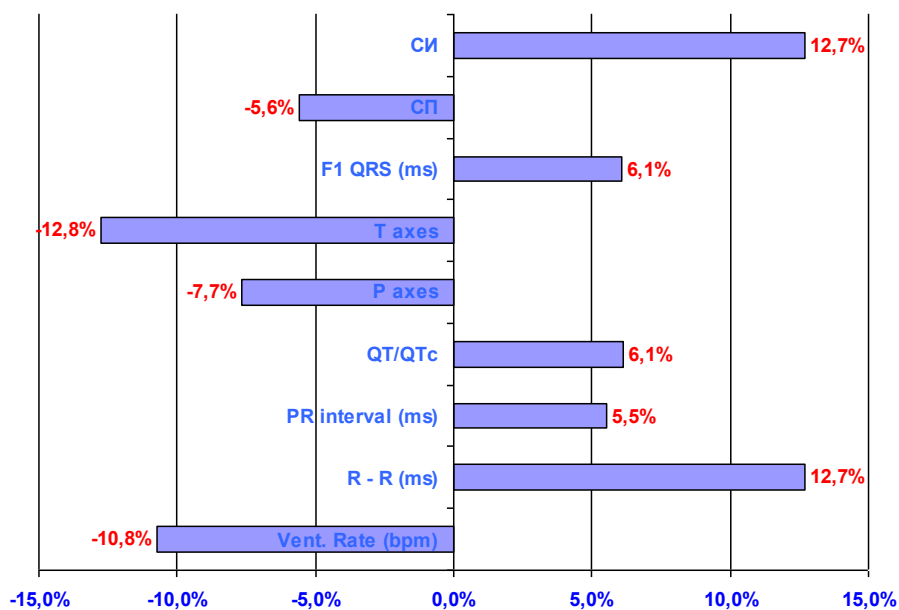


Рис. 1. Динамика показателей ЭКГ после проведения УЗИ внутренних органов

После проведения УЗИ внутренних органов у пациентов частота сердечных сокращений достоверно уменьшилась в среднем на 7 уд/мин, на 11 % ($T_{st}=2.21$), соответственно величина интервала R-R увеличилась на 11 мс, на 12,7 % ($T_{st}=2.32$), интервал PR, показывающий состояние атриовентрикулярной проводимости

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваль В.Т., Окунь Б.В., Татаркина Н.Д., Коваль Е.В., Хорошун Р.М., Конорева Н.А. Техногенная этиология сердечно-сосудистых заболеваний // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2002. – № 1-2. – С. 47.
2. Татаркина Н.Д., Коваль В.Т. Функциональные маркеры ишемической болезни сердца // Материалы межрегиональной научно-практической конференции “ Актуальные вопросы развития медицины на транспорте на рубеже 21 века”, Владивосток 28-29 июня 2000 г. – С. 146-149.
3. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. – М.: Видар, 1999. – 416 с.
4. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. – М.: Медицина, 1976. – 463 с.
5. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control // Science. – 1981. – No. 213. – P. 220-222.
6. Brutsaert D.L., Sys S.U. Systolic and diastolic heart function // J. Cardiovasc. Pharm. – 1996. – Vol. 28 (suppl. 2). – P. S1-S8.
7. Eckberg D.L., Sleight P. Human Baroreflexes in Health and Disease. – Clarendon Press, Oxford, 1992.

REFERENCES

1. Koval' V.T., Okun' B.V., Tatarkina N.D., Koval' E.V., Khoroshun R.M., Konoreva N.A. Tekhnogennaya etiologiya serdechno-sosudistykh zabolevaniy [Man-made etiology of cardiovascular diseases], *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. Science], 2002, No. 1-2, pp. 47.
2. Tatarkina N.D., Koval' V.T. Funktsional'nye markery ishemicheskoy bolezni serdtsa [Functional markers of coronary heart disease], *Materialy mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii “ Aktual'nye voprosy razvitiya meditsiny na transporte na rubezhe 21 veka”* [The materials of the interregional scientific-practical conference “ Topical issues of development of medicine in transport at the turn of the 21st century”], Vladivostok 28-29 iyunya 2000 g., pp. 146-149.
3. Feygenbaum Kh. Ekhokardiografiya [Echocardiography]. Moscow: Vidar, 1999, 416 p.
4. Folkov B., Nil E. Krovoobrashchenie [Circulation]. Moscow: Meditsina, 1976, 463 p.
5. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control, *Science*, 1981, No. 213, pp. 220-222.
6. Brutsaert D.L., Sys S.U. Systolic and diastolic heart function, *J. Cardiovasc. Pharm.*, 1996, Vol. 28 (suppl. 2), pp. S1-S8.
7. Eckberg D.L., Sleight P. Human Baroreflexes in Health and Disease. Clarendon Press, Oxford, 1992.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Рыбченко.

Короченцев Владимир Иванович – Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа; e-mail: vkoroch@mail.ru; 690922, г. Владивосток, о. Русский, Кампус ДВФУ, корпус С, уровень 8; тел.:+74232579758; кафедра приборостроения; зав. кафедрой; д.ф.-м.н.; профессор.

Коваль Василий Трофимович – e-mail: fregat80@mail.ru; тел.:+74232753563; кафедра приборостроения; к.м.н.; доцент.

Зяц Григорий Андрианович – Федеральное государственное казённое учреждение «1477 Военно-морского клинического госпиталя» Минобороны России, г. Владивосток; e-mail: g_zayats@mail.ru; 690005, г. Владивосток, улица Ивановская, 4; тел.: 89147287107; врач отделения функциональной диагностики; к.м.н.; доцент.

Соловей Андрей Евгеньевич – e-mail: fregat80@mail.ru; тел.: 89147332826; заместитель начальника по медицинской части; врач высшей категории.

Раздел III. Акустические методы и приборы в медико-биологической практике

Стародубцев Павел Анатольевич – Военный учебно-научный центр Военно-Морского флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» (филиал Владивосток); e-mail: spa1958@mail.ru; 690066, г. Владивосток, ул. Шилкинская, 21; тел.: 89140682123; кафедра физики и общетехнических дисциплин; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Розенбаум Анатолий Наумович – Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточное отделение Российской академии наук (ДВО РАН); e-mail: rozen@mail.dvo.ru; 690041, г. Владивосток, улица Радио, 5; тел.: +74232994220; зав. лабораторией; д.т.н.; профессор.

Korochentsev Vladimir Ivanovich – Far Eastern Federal University, School of Engineering; e-mail: vkoroch@mail.ru; 690922, Vladivostok, Russian island, Campus FEFU, Building C, Level 8; phone: +74232579758; the department of instrument engineering; head of department; dr. of phis.-math. sc.; professor.

Koval Vasilij Trofimovitch – e-mail: fregat80@mail.ru; phone: +74232753563; the department of instrument engineering; cand. of med. sc.; associate professor.

Zayats Gregory Andrianovich – Federal state municipal institution "1477 Navy Clinical Hospital" Russian Defense Ministry, Vladivostok; e-mail: g_zayats@mail.ru; 690005, Russia, Vladivostok, Ivanovo street, 4; phone: +79147287107; physician of functional diagnostics; cand. of med. sc.; associate professor.

Solovey Andrey Evgenevich – e-mail: fregat80@mail.ru; phone: +79147332826; deputy chief on medicine; doctor of the highest category.

Starodubtcev Pavel Anatolievich – Military Educational and Scientific Center of the Navy, "Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov" (branch Vladivostok); e-mail: spa1958@mail.ru; 690066, Russia, Vladivostok, street Shilkinskaya, 21; phone: +79140682123; the department of physics and technical disciplines; head of the department; dr. of eng. sc.; professor.

Rosenbaum Anatoly Naumovich – Institute of Automation and Control Processes, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FEB RAS); e-mail: rozen@mail.dvo.ru; 690041, Vladivostok, Radio Street, 5; phone: +74232994220; head labs; dr. of eng. sc.; professor.