

УДК 616.13/14-02:615.849.112:546.172.6]-092/9(043.2)

**ПРОФИЛАКТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ КРОВОТОКА
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ДИАПАЗОНА НА ЧАСТОТАХ
АТМОСФЕРНОГО КИСЛОРОДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

В.Ф. КИРИЧУК, О.Н. АНТИПОВА, В.В. ВЕЛИКАНОВ, Т.С. ВЕЛИКАНОВА

*ГБОУ ВПО Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского,
Россия (410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья 112), e-mail: tan7555@yandex.ru*

Аннотация. Медикаментозные способы коррекции и профилактики нарушений линейной скорости кровотока не всегда приводят к ожидаемым эффектам и нередко сопровождаются развитием нежелательных побочных эффектов, по - этому в настоящее время проводится поиск новых методов немедикаментозной терапии. Одним из таких методов является электромагнитное облучение терагерцевого диапазона на частотах клеточных метаболитов.

Изучено влияние превентивного режима облучения электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода на показатели линейной скорости кровотока в магистральных артериях белых крыс. Показано, что облучение волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц в течение 5 минут перед острым иммобилизационным стрессом в магистральных артериях экспериментальных животных брюшной аорте и бедренной артерии наблюдается отсутствие статистически значимых различий в значениях всех исследуемых показателей линейной скорости кровотока по сравнению с интактными животными. Дальнейшее увеличение времени воздействия электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах атмосферного кислорода до 15 и 30 минут вызывают эффект аналогичный 5-ти минутному облучению. Следовательно, терагерцевое воздействие на указанных частотах способно оказывать антистрессорный эффект, проявляющийся в отсутствии постстрессорных изменений в линейной скорости кровотока в магистральных сосудах у экспериментальных животных.

Ключевые слова: гемодинамика, линейная скорость кровотока, ТГц-волны, атмосферный кислород.

**PREVENTIVE CHANGES OF LINEAR BLOOD FLOW VELOCITY BY
THE ELECTROMAGNETIC WAVES AT FREQUENCY OF THZ ATMOSPHERIC
OXYGEN IN EXPERIMENT**

V.F. KIRICHUCK, O.N. ANTIPOVA, V.V. VELIKANOV, T.S. VELIKANOVA

*Saratov State Medical University
Saratov, Russia (410012, B. Kazachia St, 112), e-mail: tan7555@yandex.ru*

Abstract. Medicamental ways of correcting and preventing violations of the linear velocity of blood flow does not always lead to the desired effect and is often accompanied by the development of unwanted side effects, to it being carried out the search for new methods of non-drug therapy. One of these methods is the electromagnetic radiation at terahertz frequencies of cellular metabolites. The effect of the irradiation preventive terahertz electromagnetic waves at frequencies of molecular spectrum of emission and absorption of atmospheric oxygen on the performance of the linear velocity of blood flow in the arteries of the white rats is studied. At irradiation of terahertz waves at frequencies of molecular spectrum of emission and absorption of atmospheric oxygen $129,0 \pm 0,75$ GHz for 5 minutes before acute immobilization stress in the arteries of the experimental animals, the abdominal aorta and femoral artery it is observed no statistically significant differences in the values of all of indices of the linear velocity of blood flow compared to intact animals further increase in exposure time terahertz electromagnetic waves at frequencies of atmospheric oxygen to 15 and 30 minutes, causing a similar effect 5-minute exposure. Consequently, the impact on these terahertz frequencies can provide anti-stress effect, which manifests itself in the absence of changes in post stressor linear velocity of blood flow in the great vessels in experimental animals.

Key words: hemodynamic, linear speed of a blood-groove, THZ-wave, atmospheric oxygen.

Одной из актуальных проблем современного здравоохранения по-прежнему остаются профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, нестабильной стенокардии и инфаркта миокарда в связи с высокой их распространенностью в структуре общей заболеваемости, инвалидности и смертности трудоспособного населения [12].

В настоящее время доказана роль стресса как главного этиологического фактора ишемической бо-

лезни сердца, атеросклероза, гипертонической болезни и многих других заболеваний [3]. Устранение данного этиологического фактора сердечно-сосудистой патологии практически невозможно из-за роста интенсивности производственных процессов, что закономерно влечет за собой развитие «болезней адаптации» [3]. При этом наблюдается ряд неблагоприятных изменений, которые связаны с локальными и системными нарушениями гемодинамики. Медикаментозные способы коррекции и профилактики данных нарушений не всегда приводят к ожидаемым эффектам и нередко сопровождаются развитием нежелательных побочных эффектов.

Поскольку недостаток кислорода в органах и тканях ведет к нарушению окислительных процессов, изменяя нормальное функционирование и жизнедеятельность всего организма в целом, обуславливая ишемию и гипоксию, важным является изучения влияния электромагнитных волн на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода. Так, показано влияние данного вида излучения на реологические свойства крови и структурно-функциональные особенности эритроцитов больных стабильной стенокардией в условиях *in vitro* [8], на функциональную активность тромбоцитов [7], гемокоагуляционные и фибринолитические свойства крови [14], уровень кортикостерона в крови [6] и концентрацию нитритов в крови [9]. Отмечен факт увеличения содержания оксигемоглобина в крови человека на 3-5% в процессе дыхания атмосферным воздухом, облучаемым электромагнитными волнами частотой $129,0 \pm 0,75$ ГГц [10].

Все вышеизложенное дает право говорить о терапевтическом влиянии волн терагерцевого диапазона на частоте молекулярного спектра атмосферного кислорода, однако в известной литературе отсутствуют данные о возможности использования терагерцевых волн частотой $129,0 \pm 0,75$ ГГц в качестве метода профилактики гемодинамических нарушений, возникающих при заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

Целью исследования явилось установить характер влияния превентивного режима облучения терагерцевыми волнами на частоте, которая соответствует молекулярному спектру излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц на показатели линейной скорости кровотока в магистральных артериях у экспериментальных животных.

Материалы и методы

Для реализации поставленной цели проводили исследование линейной скорости кровотока в магистральных артериях: брюшной аорте и бедренной артерии у 75 белых нелинейных крыс-самцов массой 180-220 г. Моделью нарушения показателей линейной скорости кровотока в магистральных артериях являлся острый иммобилизационный стресс, который воспроизводили фиксацией животных на спине в течение 3-х часов однократно [1]. Исследование проведено на 5 группах животных по 15 особей в каждой: 1 – контрольная (интактные животные), 2 – сравнительная, включала животных в состоянии острого иммобилизационного стресса, 3, 4, 5 – опытные, в которых животные подвергались предшествующему острому иммобилизационному стрессу непрерывному облучению электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц в течение 5, 15 и 30 минут соответственно.

Участок кожи площадью 3 см^2 над областью мечевидного отростка грудины животных облучали электромагнитными волнами на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц (центральная частота генерации $129,0$ ГГц предельное отклонение от частоты согласно паспорту прибора $\pm 0,75$ ГГц) с помощью аппарата КВЧ терапии «Орбита» [2]. Облучатель располагался на расстоянии 1,5 см над поверхностью тела животного. Мощность излучения аппарата – 0,7 мВт, а плотность мощности составляла $0,2 \text{ мВт/см}^2$.

Исследование показателей гемодинамики в брюшной аорте и бедренной артерии осуществляли с помощью ультразвукового портативного микропроцессорного доплерографа ММ-Д-Ф («Minimax», Россия) [5]. Использовали ультразвуковой доплеровский преобразователь с рабочей частотой ультразвукового зондирования 10 МГц. Регистрировались следующие показатели гемодинамики: средняя линейная скорость кровотока (V_{am}), средняя линейная систолическая скорость кровотока (V_{as}), средняя линейная диастолическая скорость кровотока (V_{ad}) и градиент давления (PG).

Полученные результаты обработаны с использованием программы Statistica for Windows (версия 6.0) с помощью общепринятых параметрических и непараметрических методов статистического анализа. Большинство полученных данных не соответствовало закону нормального распределения, поэтому для сравнения значений использовали U – критерий Манна-Уитни, на основании которого рассчитывались Z – критерий Фишера и показатель достоверности p.

Результаты

Показано, что в состоянии острого иммобилизационного стресса происходит изменение показателей линейной скорости кровотока, что сопровождается статистически достоверным, по сравнению с группой контроля, увеличением средней линейной, средней линейной систолической, средней линейной диастолической скоростей кровотока и градиента давления (табл. 1, 2). Так, в брюшной аорте линейная скорость кровотока увеличивается на 26%, систолическая – на 15%, диастолическая – на 77%, градиент

давления – на 34%. В бедренной артерии происходит возрастание линейной скорости кровотока на 50%, систолической – на 23%, диастолической – на 25%, градиент давления увеличивается на 67%.

При облучении волнами терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц в течение 5 минут перед острым иммобилизационным стрессом в магистральных артериях экспериментальных животных брюшной аорте и бедренной артерии наблюдается отсутствие статистически значимых различий в значениях всех исследуемых показателей линейной скорости кровотока по сравнению с интактными животными. Дальнейшее увеличение времени воздействия электромагнитными волнами терагерцевого диапазона на частотах атмосферного кислорода до 15 и 30 минут вызывают эффект аналогичный 5-ти минутному облучению (табл. 1, 2).

Таблица 1

Линейная скорость кровотока в брюшной аорте крыс - самцов при острой стресс - реакции и различных временных режимах предварительного облучения ЭМИ ГГц на частотах МСИП атмосферного кислорода

Показатели		V _{am} (средняя линейная скорость кровотока) см/с	V _{as} (средняя линейная систолическая скорость кровотока) см/с	V _{ad} (средняя линейная диастолическая скорость) см/с	PG (градиент давления) мм.рт.ст
Группы животных					
Контроль		15,2 (14,04;15,8)	34,5 (32,93;37,64)	3,13 (0,78;4,7)	0,46 (0,4;0,54)
Иммобилизационный стресс		17,7 (17,17;20,6) Z ₁ = 4,33 p ₁ = 0,000015	40,56 (35,28;43,91) Z ₁ = 2,65 p ₁ = 0,007941	3,92 (3,13;6,27) Z ₁ = 2,07 p ₁ = 0,038089	0,64 (0,49;0,73) Z ₁ = 2,63 p ₁ = 0,008443
Предварительный режим терагерцевого облучения общей продолжительностью (мин)	5	15,35 (14,35;16,61) Z ₁ = 0,53 p ₁ = 0,596702 Z ₂ = 3,44 p ₂ = 0,000583	34,5 (32,93;36,07) Z ₁ = 0 p ₁ = 1 Z ₂ = 2,57 p ₂ = 0,010166	0,78 (-2,36;4,7) Z ₁ = 1,17 p ₁ = 0,241322 Z ₂ = 2,38 p ₂ = 0,017258	0,46 (0,4;0,51) Z ₁ = 0,076 p ₁ = 0,939743 Z ₂ = 2,49 p ₂ = 0,012612
	15	16,15 (14,35;16,87) Z ₁ = 0,53 p ₁ = 0,596702 Z ₂ = 3,36 p ₂ = 0,000769 Z ₃ = 0,19 P ₃ = 0,850107	36,78 (30,58;36,85) Z ₁ = 0,15 p ₁ = 0,879829 Z ₂ = 2,72 p ₂ = 0,006502 Z ₃ = 0,3 P ₃ = 0,762369	0,78 (0,1;2,35) Z ₁ = 1,55 p ₁ = 0,121225 Z ₂ = 2,99 p ₂ = 0,002827 Z ₃ = 0,11 P ₃ = 0,909722	0,5 (0,36;0,51) Z ₁ = 0,076 p ₁ = 0,939743 Z ₂ = 2,57 p ₂ = 0,010166 Z ₃ = 0,3 P ₃ = 0,762369
	30	16,5 (15,74;16,61) Z ₁ = 0,907 p ₁ = 0,364347 Z ₂ = 3,33 p ₂ = 0,000881 Z ₃ = 1,09 P ₃ = 0,273037 Z ₄ = 0,76 P ₄ = 0,449692	37,27 (32,93;39,2) Z ₁ = 0,98 p ₁ = 0,325752 Z ₂ = 1,74 p ₂ = 0,0821 Z ₃ = 1,02 P ₃ = 0,30749 Z ₄ = 1,32 P ₄ = 0,185878	1,56 (0,78;3,13) Z ₁ = 1,13 p ₁ = 0,25684 Z ₂ = 2,83 p ₂ = 0,004587 Z ₃ = 0,6 P ₃ = 0,54535 Z ₄ = 0,98 P ₄ = 0,325752	0,525 (0,4;0,6) Z ₁ = 0,907 p ₁ = 0,364347 Z ₂ = 1,59 p ₂ = 0,112412 Z ₃ = 0,94 P ₃ = 0,344705 Z ₄ = 1,17 P ₄ = 0,241322

Примечание: в каждом случае приведены средняя величина (медиана – Me), нижний и верхний квартили(25%;75%) из 15 измерений.

Z₁, p₁ – по сравнению с группой контроля; Z₂, p₂ – по сравнению с группой животных в состоянии стресса; Z₃, p₃ – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 5 мин перед стрессом; Z₄, p₄ – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 15 мин перед стрессом.

Таблица 2

Линейная скорость кровотока в бедренной артерии крыс - самцов при острой стресс - реакции и различных временных режимах предварительного облучения ЭМИ ТГЧ на частотах МСИП атмосферного кислорода

Показатели		V _{am} (средняя линейная скорость кровотока) см/с	V _{as} (средняя линейная систолическая скорость кровотока) см/с	V _{ad} (средняя линейная диастолическая скорость) см/с	PG (градиент давления) мм.рт.ст
Группы животных					
Контроль		9,67 (8,48;10,39)	21,17 (19,6;22,74)	-1,57 (-2,36;0,78)	0,17 (0,14;0,19)
Иммобилизационный стресс		13,13 (12,01;13,91) Z ₁ = 4,46 p ₁ = 0,000008	24,30 (23,52;28,23) Z ₁ = 3,86 p ₁ = 0,000115	1,56 (0,78;3,92) Z ₁ = 3,65 p ₁ = 0,000262	0,23 (0,21;0,33) Z ₁ = 3,795 p ₁ = 0,000148
Предварительный режим терагерцевого облучения общей продолжительностью (мин)	5	9,8 (9,33;10,86) Z ₁ = 0,76 p ₁ = 0,449692 Z ₂ = 3,78 p ₂ = 0,00157	19,99 (19,6;21,17) Z ₁ = 0,91 p ₁ = 0,364347 Z ₂ = 3,48 p ₂ = 0,000507	-0,395 (-1,57;0,1) Z ₁ = 0,87 p ₁ = 0,384674 Z ₂ = 2,53 p ₂ = 0,01133	0,15 (0,14;0,17) Z ₁ = 0,91 p ₁ = 0,364347 Z ₂ = 3,48 p ₂ = 0,000507
	15	9,79 (7,81;10,23) Z ₁ = 0,15 p ₁ = 0,879829 Z ₂ = 3,78 p ₂ = 0,000157 Z ₃ = 0,76 p ₃ = 0,449692	21,2 (20,38;23,52) Z ₁ = 0,83 p ₁ = 0,40568 Z ₂ = 2,49 p ₂ = 0,012612 Z ₃ = 1,55 p ₃ = 0,121225	-1,57 (-1,57;0,1) Z ₁ = 0,19 p ₁ = 0,850107 Z ₂ = 2,985 p ₂ = 0,002827 Z ₃ = 0,87 p ₃ = 0,384674	0,17 (0,16;0,21) Z ₁ = 0,91 p ₁ = 0,364347 Z ₂ = 2,49 p ₂ = 0,012612 Z ₃ = 1,66 p ₃ = 0,096305
	30	9,3 (9,07;9,96) Z ₁ = 0,075 p ₁ = 0,939743 Z ₂ = 3,78 p ₂ = 0,000157 Z ₃ = 1,13 p ₃ = 0,25684 Z ₄ = 0,15 p ₄ = 0,879829	22,4 (21,17;22,74) Z ₁ = 1,44 p ₁ = 0,150928 Z ₂ = 2,27 p ₂ = 0,023343 Z ₃ = 2,15 p ₃ = 0,03121 Z ₄ = 0,42 p ₄ = 0,677585	-1,57 (-2,36;-1,57) Z ₁ = 0,87 p ₁ = 0,384674 Z ₂ = 3,44 p ₂ = 0,000583 Z ₃ = 2,23 p ₃ = 0,025749 Z ₄ = 1,36 p ₄ = 0,173618	0,19 (0,17;0,19) Z ₁ = 1,74 p ₁ = 0,0821 Z ₂ = 2,27 p ₂ = 0,023343 Z ₃ = 2,65 p ₃ = 0,008151 Z ₄ = 0,64 p ₄ = 0,520523

Примечание: в каждом случае приведены средняя величина (медиана – Me), нижний и верхний квартили (25%;75%) из 15 измерений.

Z₁, p₁ – по сравнению с группой контроля; Z₂, p₂ – по сравнению с группой животных в состоянии стресса; Z₃, p₃ – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 5 мин перед стрессом; Z₄, p₄ – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 15 мин перед стрессом

Следовательно, воздействие предварительного режима терагерцевого облучения на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода 129,0 ± 0,75 ГГц в течение 5, 15 и 30 минут на гемодинамику в магистральных артериях экспериментальных животных способно оказывать антистрессорный профилактический эффект.

Обсуждение результатов

Иммобилизация животных приводит к развитию общего адаптационного синдрома или стресса, в основе которого лежит активация стресс-реализующих систем, главным образом кортикотропин-рилизинг фактора, адренкортикотропного гормона, глюкокортикоидов и катехоламинов.

Катехоламины и глюкокортикостероиды являются мощными вазоконстрикторами, и вследствие их избыточного и длительного поступления в кровь происходит сужение сосудов, увеличивается общее периферическое сопротивление, что, несомненно, приводит к нарушению гемодинамики и адекватного кровоснабжения органов и тканей.

Посредниками действия электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах атмосферного кислорода, в клетках и биологических жидкостях являются активные формы кислорода (АФК) [13]. Они образуются ферментативно за счет изменения гидратации белковых молекул и повышения до определенного уровня активности НАДФН оксидазы, циклооксигеназы, ксантинооксидазы, при этом их концентрация поддерживается на стационарном уровне. АФК, в свою очередь, с участием Ca^{2+} стимулируют растворимую гуанилатциклазу, накопление цГМФ в клетках эндотелия сосудов и повышение активности NO-синтазы, что увеличивает продукцию NO. Это может быть одним из механизмов осуществления как антистрессорного, так и вазодилатирующего эффектов терагерцевых волн на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц, так как синтезированный оксид азота способен связываться в комплексы и образовывать своеобразное депо в эндотелии сосудов, из которого при необходимости возможно его освобождение [15].

Оксид азота является естественным регулятором тонуса сосудов, оказывающий вазодилатирующий эффект [11, 18]. Активация NO – эргической системы также ограничивает чрезмерный выброс гипоталамо – гипофизарных стрессорных гормонов (адренкортикотропина, релизинг – фактора кортикотропина и др.), блокирует выделение катехоламинов надпочечниками [16] и нервными окончаниями [16]. Оксид азота также потенцирует стресс – лимитирующее действие ГАМК – эргической и опиоид – эргической систем [17] за счет снижения концентрации в крови стресс – реализующих гормонов, в том числе адреналина и кортикотропина, происходит нормализация показателей линейной скорости кровотока, нарушенных при остром иммобилизационном стрессе.

Кроме того, возможно, под влиянием электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах атмосферного кислорода $129,0$ ГГц происходит стимуляция ферментов антиоксидантной защиты и связанное с этим его антистрессорное действие, что сопровождается восстановлением гемодинамики в магистральных артериях [4].

Заключение

Исследование проведено в рамках доклинических испытаний прибора КВЧ-Терапии «Орбита», на экспериментальной модели нарушений линейной скорости кровотока в магистральных артериях при остром иммобилизационном стрессе доказано, что предварительный режим терагерцевого облучения на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода $129,0 \pm 0,75$ ГГц в течение 5, 15 и 30 минут способен оказывать антистрессорный эффект. Это делает возможным использование данного вида излучения для профилактики гемодинамических нарушений, возникающих при ряде патологических состояний.

Литература

1. Антистрессорное действие ЭМИ терагерцевого диапазона частот молекулярного спектра оксида азота / В.Ф. Киричук, О.Н. Антипова, А.Н. Иванов [и др.] // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2004. – № 11. – С. 12–20.
2. *Бецкий, О.В.* Аппарат для лечения электромагнитными волнами крайне высоких частот / О.В. Бецкий, А.П. Креницкий, А.В. Майбородин, В.Д. Тупикин. – Патент «Роспатента» на полезную модель № 50835 от 27 января 2006.
3. *Берсудский, С.О.* Общий адаптационный синдром / С.О. Берсудский // В кн. Общая патология. – Саратов: Изд-во Саратовского медицинского университета, 2002. – С. 79–84
4. *Бецкий, О.В.* Механизмы воздействия низкоинтенсивных миллиметровых волн на организм человека / О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева // Материалы 14 Российского симпозиума с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии». – М. – 2007. – С. 207–210.
5. Оценка влияния клексана на состояние микроциркуляции у пациентов с помощью прибора «Минимакс-Допплер-К» / Р.А. Домашенко, Ю.С. Андожская, Г.Л. Плоткин [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2002. – № 4. – С. 76–78.
6. *Киричук, В.Ф.* Изменения уровня кортикостерона в крови у экспериментальных животных при воздействии терагерцевыми волнами на частоте атмосферного кислорода $129,0$ ГГц на фоне острого и длительного стресса / В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал, О.Н. Антипова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2011. – № 8. – С. 23–29.
7. *Киричук, В.Ф.* Влияние ЭМИ ТГц на частоте молекулярного спектра излучения и поглощения кислорода на функциональную активность тромбоцитов белых крыс в состоянии иммобилизационного стресса / В.Ф. Киричук, С.В. Сухова, О.Н. Антипова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2008. – №12. – С. 41–48.
8. Гемореология и электромагнитное излучение КВЧ-диапазона / В.Ф. Киричук, Л.И. Малинова, А.П. Креницкий [и др.]. – Саратов: Изд-во СГМУ, 2003.

9. Киричук, В.Ф. Влияние терагерцового излучения на частоте атмосферного кислорода 129,0 ГГц на концентрацию нитритов в крови при различных видах экспериментального стресса на фоне введения неселективного ингибитора конститутивных изоформ NO-синтаз / В.Ф.Киричук, А.А. Цымбал // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – № 10. – С. 416–419.
10. Комплекс для исследования тонких структур молекулярных спектров физических и биологических сред / А.В. Майбородин, А.П. Креницкий, В.Д. Тупикин [и др.] // Материалы VII международной конференции «Радиолокация-навигация-связь». – Воронеж. – 2001. – С. 21–38.
11. Манухина Е.Б. Стресс-лимитирующая система оксида азота / Е.Б. Манухина, И.Ю. Малышев // Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2000. – Т.86. – № 10. – С. 1283 – 1292.
12. Оганов, Р.Г. Демографическая ситуация и сердечно-сосудистые заболевания в России: пути решения проблем / Р.Г. Оганов, Г.Я. Масленникова // Кардиология. – 2007. – Т.6, №8. – С.7–14.
13. Поцелуева, М.М. Образование реактивных форм кислорода в водных растворах под действием электромагнитного излучения КВЧ-диапазона / М.М. Поцелуева, А.В. Пустовидко, Ю.В. Евтодиенко // Доклады академии наук. – 1998. – № 3. – С. 415–418.
14. Применение терагерцового излучения на частоте атмосферного кислорода 129,0 ГГц для коррекции гемокоагуляционных и фибринолитических расстройств / В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал, А.П. Креницкий [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – № 9. – С. 11–16.
15. Пшенникова, М.Г. Депонирование оксида азота у крыс различных генетических линий и его роль в антистрессорном эффекте адаптации к гипоксии / Пшенникова М.Г., Смирин Б.В., Бондаренко О.Н. // Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2000. – Т. 86 №2. – С. 174 – 181.
16. Addicks, K. Nitric oxide modulates sympathetic neurotransmission at the prejunctional level / K. Addicks, W. Bloch, M. Feelisch // Microsc. Res. Technique. – 1994. – №29. – P. 161 – 168.
17. Armstead, W.M. Nitric oxide contributes to opioid release from glia during hypoxia / W.M. Armstead // Brain Res. – 1998. – V.813. – P. 398 – 401.
18. Ignarro, L.J. Nitric oxide as a signaling molecule in the vascular system: an overview / L.J. Ignarro, G.Cirino, A.Casino // J. Cardiovasc. Pharmacol. – 1999. – 34. – P. 879–886.