

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

## АНТИСТРЕССОРНЫЙ ЭФФЕКТ ВОЛН ТЕРАГЕРЦЕВОГО ДИАПАЗОНА НА ЧАСТОТАХ АТМОСФЕРНОГО КИСЛОРОДА НА ИЗМЕНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ КРОВОТОКА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**Киричук В.Ф., Антипова О.Н., Великанов В.В., Великанова Т.С.**

*ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет  
им. В.И. Разумовского», Саратов, e-mail: tan7555@yandex.ru*

В настоящее время доказана роль стресса как главного этиологического фактора ишемической болезни сердца, атеросклероза, гипертонической болезни и многих других заболеваний. Устранение данного этиологического фактора сердечно-сосудистой патологии практически невозможно из-за роста интенсивности производственных процессов, что закономерно влечет за собой развитие «болезней адаптации». 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. 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 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

## ANTI-STRESS EFFECT TERAHERTZ WAVES AT A FREQUENCY OF ATMOSPHERIC OXYGEN ON THE CHANGE OF PARAMETERS OF LINEAR FLOW VELOCITY IN THE EXPERIMENT

**Kirichuck V.F., Antipova O.N., Velikanov V.V., Velikanova T.S.**

*Saratov State Medical University, Saratov, e-mail: tan7555@yandex.ru*

Today proved the role of stress as the main etiological factor of coronary heart disease, atherosclerosis, hypertension and many other diseases. Elimination of the etiological factor for cardiovascular disease is almost impossible because of the increase in the intensity of production processes, which naturally leads to the development of «diseases of adaptation». While there is a number of adverse changes that are associated with local and systemic hemodynamic disorders. Medicated ways of correcting and preventing data breaches do not always lead to the desired effect and is often accompanied by the development of unwanted side effects. 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. It is shown that these effects on terahertz frequencies can provide anti-stress effect, which manifests itself in the absence of changes in poststressor linear velocity of blood flow in the great vessels in experimental animals.

**Keywords:** hemodynamic, linear speed of a blood-groove, the 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 [11].

В настоящее время доказана роль стресса как главного этиологического фактора ишемической болезни сердца, атеросклероза, гипертонической болезни и многих других заболеваний. Устранение данного этиологического фактора сердечно-сосудистой патологии практически невозможно из-за роста интенсивности производственных процессов, что закономерно влечет за собой развитие «болезней адаптации». 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.

В литературе широко представлены работы по изучению влияния электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота 150, 176–150–664 ГГц на нарушенную функциональную активность тромбоцитов [15], гемокоагуляционные и фибринолитические свойства крови [13], газовый и электролитный состав крови [7], процессы липопероксидации и антиоксидантные свойства крови [8], функциональное состояние щитовидной железы [9], основные показатели метаболического статуса [4], уровень кортикостерона в крови [5], рецепторный аппарат формен-

ных элементов крови [2], состояние эндотелия сосудов [6] и микроциркуляцию [3]. 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 изучение 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* [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 ГГц в качестве метода профилактики гемодинамических нарушений, возникающих при заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

**Целью исследования** явилось установить характер влияния предварительного режима облучения терагерцевыми волнами на частоте атмосферного кислорода 129,0 ГГц на показатели линейной скорости кровотока в магистральных артериях у экспериментальных животных.

#### Материалы и методы исследования

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. Исследуемые животные составили 5 групп по 15 особей в каждой: 1 – контрольная (интактные животные), 2 – сравнительная, включала животных в состоянии острого иммобилизационного стресса, 3, 4, 5 – опытные, содержала животных, подвергшихся 5, 15, 30-минутному терагерцевому облучению на частоте атмосферного кислорода перед острым иммобилизационным стрессом.

Участок кожи площадью 3 см<sup>2</sup> над областью мечевидного отростка грудины животных облучали электромагнитными волнами на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения атмосферного кислорода 129,0 ± 0,75 ГГц с помощью аппарата КВЧ-терапии «Орбита» [1]. Облучатель располагался на расстоянии 1,5 см над поверхностью тела животного. Мощность излучения аппарата – 0,7 мВт, а плотность мощности составляла 0,2 мВт/см<sup>2</sup>.

Исследование линейной скорости кровотока в брюшной аорте и бедренной артерии осуществляли с помощью ультразвукового портативного микропроцессорного доплерографа ММ-Д-Ф («Minimax»,

Россия). Использовали ультразвуковой доплероскопический преобразователь с рабочей частотой ультразвукового зондирования 10 МГц. Регистрировались следующие показатели гемодинамики: средняя линейная скорость кровотока (V<sub>am</sub>), средняя линейная систолическая скорость кровотока (V<sub>as</sub>), средняя линейная диастолическая скорость кровотока (V<sub>ad</sub>) 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 исследования и их обсуждение

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 ± 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-минутному облучению (см. табл. 1, 2).

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.

Таблица 1

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

Показатели		Vam (средняя линейная скорость кровотока), см/с	Vas (средняя линейная систолическая скорость кровотока), см/с	Vad (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.

$Z_1, p_1$  – по сравнению с группой контроля;  $Z_2, p_2$  – по сравнению с группой животных в состоянии стресса;  $Z_3, p_3$  – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 5 мин перед стрессом;  $Z_4, p_4$  – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 15 мин перед стрессом.

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.

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		Vam (средняя линейная скорость кровотока), см/с	Vas (средняя линейная систолическая скорость кровотока), см/с	Vad (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.

$Z_1, p_1$  – по сравнению с группой контроля;  $Z_2, p_2$  – по сравнению с группой животных в состоянии стресса;  $Z_3, p_3$  – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 5 мин перед стрессом;  $Z_4, p_4$  – по сравнению с группой животных, подвергнутых предварительному облучению терагерцевыми волнами общей продолжительностью 15 мин перед стрессом.

Посредниками действия электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах атмосферного кислорода в клетках и биологических жидкостях являются активные формы кислорода (АФК) [12]. Они образуются ферментативно за счет изменения гидратации белковых молекул и повы-

шения до определенного уровня активности НАДФН оксидазы, циклооксигеназы, ксантиноксидазы, при этом их концентрация поддерживается на стационарном уровне. АФК, в свою очередь, с участием  $Ca^{2+}$  стимулируют растворимую гуанилатциклазу, накопление цГМФ в клетках эн-

дотелия 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 [14].

### Заключение

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.

### Список литературы

1. Аппарат для лечения электромагнитными волнами крайне высоких частот / Бешкий О.В., Креницкий А.П., Майборodin А.В., Тупкин В.Д. – Патент «Роспатента» на полезную модель № 50835 от 27 января 2006.
2. Влияние электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах оксида азота на постстрессорные нарушения состава углеводного компонента и активности гликопротеидных рецепторов тромбоцитов / В.Ф. Киричук, А.Н. Иванов, Е.В. Андронов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – № 5. – С. 39–46.
3. Восстановление микроциркуляторных нарушений электромагнитным излучением терагерцевого диапазона на частотах оксида азота у белых крыс при остром стрессе / В.Ф. Киричук, А.Н. Иванов, Т.С. Кириязи // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – Т.151. – № 3. – С. 259–262.
4. Восстановление основных показателей метаболического статуса терагерцевыми волнами на частотах оксида азота 150,176–150,664 ГГц в условиях эксперимента / В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал, А.П. Креницкий и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2011. – № 1. – С. 30–35.
5. 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.
6. Изменение функционального состояния эндотелия и периферической перфузии под влиянием электромагнитных волн терагерцевого диапазона на частотах оксида азота у белых крыс в состоянии острого иммобилизационного стресса / В.Ф. Киричук, А.Н. Иванов, Т.С. Кириязи // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – № 12. – С. 30–37.

7. Киричук В.Ф., Цымбал А.А. Изменения газового и электролитного состава крови под влиянием терагерцевого излучения на частотах оксида азота 150,176–150,664 ГГц в условиях стресса // В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2011. – № 1. – С. 49–51.

8. Киричук В.Ф., Цымбал А.А. Влияние терагерцевого излучения на частотах оксида азота на интенсивность процессов липопероксидации и антиоксидантные свойства крови в условиях стресса / В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2009. – № 8. – С. 166–169.

9. Киричук В.Ф., Цымбал А.А. Использование электромагнитного излучения терагерцевого диапазона на частотах оксида азота для коррекции функционального состояния шитовидной железы при стрессе / В.Ф. Киричук, А.А. Цымбал // Вестник РАМН. – 2010. – № 4. – С. 37–40.

10. Киричук В.Ф. Гемореология и электромагнитное излучение КВЧ-диапазона / В.Ф. Киричук, Л.И. Малинова, А.П. Креницкий и др. – Саратов: Изд-во СГМУ, 2003.

11. 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.

12. 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.

13. Применение терагерцевого 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.

14. 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.

15. Электромагнитное излучение терагерцевого диапазона на частотах оксида азота в коррекции и профилактике нарушений функциональной активности тромбоцитов у белых крыс при длительном стрессе / В.Ф. Киричук, А.Н. Иванов, О.Н. Антипова и др. // Цитология. – 2007. – Т.49. – № 6. – С. 484–490.

### References

1. *Apparatus for the treatment of electromagnetic waves of extremely high frequency* O.V. Betsky, Krenitsky AP Mayborodin AV Tupikin VD – Patent «Rospatent» a useful model № 50835 of 27 January 2006.
2. Kirichuk V.F., Ivanov A.N., Andronov E.V. *Influence of Terahertz Electromagnetic Waves with Frequencies of Nitrogen Oxide on Post Stress Disorders of Carbohydrate Component and Activity of Platelet Glycoprotein Receptors – Biomedical Radioelectronics*, 2010, no. 5, pp. 39–46.
3. Kirichuk V.F., Ivanov A.N., Kiriyazi T.S. *Correction of microcirculatory disturbances with terahertz electromagnetic radiation at nitric oxide frequencies in albino rats under conditions of acute stress – Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2011, Vol. 151, no. 3, pp. 259–262.
4. Kirichuk V.F., Tsymbal A.A., Krenitsky A.P. *Recovery of Primary Indices of Metabolic Status by Exposure to Terahertz Electromagnetic Waves with Frequencies of Nitrogen Oxide (150.176 – 150.64 GHz) as a Result of Expiration – Biomedical Radioelectronics*, 2011, no. 1, pp. 30–35.
5. Tsymbal A.A., Kirichuk V.F., Antipova O.N. *Changes of Concentration of Adrenocorticotrophic Hormone in Blood of Experimental Animals as a Result of Exposure to Terahertz Elec-*

*tromagnetic Waves with 129.0 GHz Frequency of Atmospheric Oxygen During Acute and Continuous Stress – Biomedical Radioelectronics*, 2011, no. 8, pp. 23–29.

6. Kirichuk V.F., Ivanov A.N., Kiriya T.S. *Changes in Functional State of Endothelium and Peripheral Perfusion of Albino Rats with Acute Immobilization Stress as a Result of Exposure to Terahertz Electromagnetic Waves with Frequencies of Nitrogen Oxide – Biomedical Radioelectronics*, 2010, no. 12, pp. 30–37.

7. Tsymbal A.A., Kirichuk V.F. *Changes in Blood Gas and Electrolyte Concentration Caused by Exposure to Terahertz Radiation with Frequencies of 150.176 – 150.64 GHz During Stress – Pathologic Physiology and Experimental Therapy*, 2011, no. 1, pp. 49–51.

8. Kirichuk V.F., Tsymbal A.A. *Effects of terahertz irradiation at nitric oxide frequencies on intensity of lipoperoxidation and antioxidant properties of the blood under stress conditions – Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2009, Volume 148, no 2, pp. 200–3.

9. Kirichuk V.F., Tsymbal A.A. *Application of Terahertz Electromagnetic Waves with Frequencies of Nitrogen Oxide for Correction of Functional Status of Thyroid Body During Stress – Bulletin of Russian Academy of Medical Sciences*, 2010, no. 4, pp. 37–40.

10. Kirichuk V.F. *Hemorheology and electromagnetic radiation EHF Saratov: Saratov State Medical University in 2003*.

11. Oganov R.G. *Demographics and cardiovascular disease in Russia: Cardiology*. 2007. T.6, no. 8. pp. 7–14.

12. Potselueva M.M., Pustovidko A.V., Evtodienko Yu.V. *The formation of reactive oxygen species in aqueous solution under the influence of electromagnetic radiation EHF – Doklady Akademii Nauk*, 1998, no. 3, pp. 415–418.

13. Kirichuk V.F., Tsymbal A.A., Krenitsky A.P. *Application of Terahertz Electromagnetic Waves with 129.0 GHz Frequency of Atmospheric Oxygen for Blood Clotting and Fibrinolytic Disorder Treatment – Biomedical Radioelectronics*, 2009, no. 9, pp. 11–16.

14. Pshennikova M.G., Smirin B.V., Bondarenko O.N. *Deposition of nitrogen oxide in rats of different genetic lines and its role in the anti-stress effect of adaptation to hypoxia – Russian Journal of Physiology named after N.M. Sechenov*, 2000, Volume 86, no. 2, pp. 174–181.

15. Kirichuk V.F., Ivanov A.N., Antipova O.N. *Electromagnetic radiation of the terahertz range at the nitric oxide frequency in correction and prophylaxis of functional activity disorders in thrombocytes of white rats under long-term stress – Cytology*, 2007, Vol. 49, no. 6, pp. 484–490.

#### Рецензенты:

Андронов Е.В., д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии им. И.А. Чувевского, ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, г. Саратов;

Токаева Л.К., д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии им. И.А. Чувевского, ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 04.04.2013.