

9. Hypertension Prevalence and Blood Pressure Levels in 6 European Countries, Canada, and the United States / K. Wolf-Maier, R.S. Cooper, J.R. Banegas et al.// JAMA. – 2003. – Vol. 289. P. 2363-2369.

10. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure: the Framingham Heart Study / S.S. Franklin, W.

Gustin et al. – Circulation - 1997. - P. 308-315.

11. Роль систолического и диастолического артериального давления для прогноза смертности от сердечно-сосудистых заболеваний / С.А. Шальнова, А.Д. Деев, Р.Г. Оганов и др.// Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2002. - № 1. – С. 10- 15.

УДК 616.24-002-07:615.851:615.4(045)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТРФ-ТОПОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НИЖНИХ ОТДЕЛОВ РЕСПИРАТОРНОГО ТРАКТА

**И.В. Терехов<sup>\*</sup>, М.С. Громов<sup>\*</sup>, В.К. Парфенюк<sup>\*</sup>, Е.Б. Никитина<sup>\*</sup>,  
В.В. Аржников<sup>\*</sup>, В.И. Петросян<sup>\*\*</sup>, Б.Л. Дягилев<sup>\*\*</sup>, С.В. Власкин<sup>\*\*</sup>, С.А. Дубовицкий<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Саратовский военно-медицинский институт

<sup>\*\*</sup>НПО «Телемак», г. Саратов

*Проведено проспективное контролируемое исследование с двойным маскированием, направленное на изучение информативности собственного надтеплового резонансного радиоизлучения в идентификации глубоких воспалительных изменений органов грудной клетки. Использовался новый диагностический метод «Транс-резонансная функциональная топография».*

*С помощью «Транс-резонансного функционального топографа» обследованы 250 пациентов мужского пола в возрасте 18-20 лет. У 120 пациентов диагностирована внебольничная пневмония, у 50 – острый необструктивный бронхит. Кроме того, данным методом обследованы 80 практически здоровых добровольцев.*

*Обнаружены подъем резонансно – волновых показателей с проекции патологического очага и общий подъем активности резонансно – волновых процессов со всей области исследования.*

*Также выявлено, что к моменту выписки пациентов из стационара у большинства обследуемых резонансно-волновые показатели превышали таковые показатели у здоровых лиц.*

*Предложены диагностические критерии идентификации и локализации воспалительного процесса в грудной клетке, а также критерий излеченности пациентов с воспалительными заболеваниями нижних дыхательных путей инфекционной природы (внебольничная пневмония, острый бронхит). **Ключевые слова:** транс-резонансная функциональная топография, респираторный тракт.*

## THE CLINICAL USE OF TRF – TOPOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF INFLAMMATION OF LOWER RESPIRATORY TRACT

**I.V. Terekhov<sup>\*</sup>, M.S. Gromov<sup>\*</sup>, V.K. Parphenyuk<sup>\*</sup>, E.B. Nikitina<sup>\*</sup>,  
V.V. Arzhnikov<sup>\*</sup>, V.I. Petrosjan<sup>\*\*</sup>, B.L. Diaghilev<sup>\*\*</sup>, S.V. Vlaskin<sup>\*\*</sup>, S.A. Dubovitskiy<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Saratov military - medical institute

<sup>\*\*</sup>Research and production firm "Telemak", Russia, Saratov

*The prospective research with some elements of double-blind study has been done to investigate accuracy of our overheated resonance radio-emission in identification of some serious inflammations of internals of a thorax. A new method of studies – trance-resonant functional topography – has been used.*

*The authors made an investigation with the help of the "Trance-resonant functional topograph (TRF – topograph)" apparatus in 250 patients (in 120 patients with pneumonia and in 50 patient with acute bronchitis) and in 80 healthy persons.*

*It was found that patient had a rise of the resonant – waves reaction as above the region of a pathological process (inflammation) and total the resonant – waves reaction in region of examination.*

*After treatment in many patients there was found elevation of the resonant-waves response in healthy persons.*

*Some new diagnostical criteria for identification and localization of inflammatory chest disease were presented and some problems of diagnostics of inflammation of lower respiratory tract (pneumonia, acute bronchitis).*

**Key words:** trance-resonant functional topography, respiratory tract.

С внедрением в клиническую практику методов "imaging" диагностики, все более полно решающих проблему прижизненной идентификации воспалительных изменений в легких, "центр тяжести" переместился в сторону высокотехнологичных диагностических методик (КТ, МРТ и др.). Однако известно, что основная масса больных с воспалительной патологией легких, особенно инфекционной природы (пневмонии, ОРВИ, бронхиты), может и должна выявляться на уровне поликлинического звена, где проблема доступности подобных методов диагностики не везде решена [1,2]. Кроме того, достаточно высокая стоимость подобных методов об-

следования требует от врачей хорошего знания данной патологии для обоснованного и своевременного направления на КТ или МРТ, и, как правило, исключает проведение повторных диагностических процедур по медицинским (значительная лучевая нагрузка) и экономическим (высокая стоимость) соображениям. Несмотря на внедрение в клиники высокотехнологичных диагностических методов, результаты оценки постклинических стадий воспалительного процесса на основании выявления остаточных морфологических признаков патологического процесса с помощью рентгеновского излучения не всегда могут быть признаны надежными [2].

Таким образом, привлечение в клинику новых диагностических подходов, основанных на «старых» носителях информации, существенным образом не сократило количество ошибок в диагностике наиболее распространенной воспалительной патологии нижних дыхательных путей.

Одним из перспективных диагностических методов, использующих для диагностики состояния организма собственное надтепловое электромагнитное излучение, является метод транс-резонансной функциональной (ТРФ) - топографии, основанный на радиофизическом явлении КВЧ/СВЧ, – люминесценции биологических тканей [5].

Указанный метод базируется на концепции возбуждения в водосодержащих средах собственного надтеплого радиоизлучения в СВЧ – (дециметровом) диапазоне при воздействии на эти среды низкоинтенсивным электромагнитным полем на резонансных частотах в КВЧ (миллиметровом) диапазоне.

Обнаруженное явление генерации водосодержащими средами собственных надтепловых колебаний в СВЧ-диапазоне на частоте 1 ГГц при воздействии на среду низкоинтенсивным ( $P < 1 \text{ мВт/см}^2$ ) электромагнитным полем частотой 65 ГГц получило название СПЕ-эффекта, эффекта Синицына-Петросяна-Ёлкина, по фамилиям радиофизиков Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН, впервые наблюдавших данное явление [5,11]. На данных резонансных частотах биологические и водные среды прозрачны для ЭМИ КВЧ.

Факт прозрачности водных сред для низкоинтенсивного резонансного радиоизлучения КВЧ-диапазона нашел прямое экспериментальное подтверждение [7,11]. Существующие модельные представления и накопленный экспериментальный материал свидетельствует, что за генерацию резонансного радиоотклика водной средой могут быть ответственны надмолекулярные водные структуры – водные кластеры [7,8]. Изменение молекулярной структуры водной компоненты в патологии приводит к изменениям амплитуды резонансного радиоотклика биоткани [8].

Внутренняя среда организма представлена в значительной мере водной компонентой, участвующей практически во всех протекающих в ней процессах. Воспалительные процессы характеризуются значительными перераспределениями жидкости (внутрисосудистой, межтканевой, межклеточной, внутриклеточной). Это дает основание для разработки способов идентификации воспалительного процесса, в том числе и его субклинических стадий, основанных на оценке состояния водной компоненты. Представляется весьма актуальным исследование резонансного радиоотклика водной среды у пациентов с воспалительными процессами как индикатора состояния первичного звена системы жизнеобеспечения.

#### Материалы и методы

На клинической базе кафедры терапии Саратовского военно-медицинского института было проведено проспективное контролируемое исследование с двойным маскированием. В соответствии с текущими диагностическими стандартами [1], а так же методом ТРФ-топографии [3,4] были обследованы 300 пациентов, из них 170 пациентов мужского пола в возрасте 18-20 лет с воспалительной патологией нижних отделов дыхательных путей (ИНДП). Группа пациентов с верифицированным диагнозом ИНДП состояла из подгруппы пациентов с внебольничной пнев-

монией (n=120) и пациентов с острым необструктивным бронхитом (n=50). В данной группе сроки от начала заболелания (начала активной антибиотикотерапии) не превышали 2 суток. В подгруппе пациентов с верифицированным диагнозом внебольничной пневмонии в 86% случаях диагностирована нетяжелая внебольничная пневмония, в 14% - внебольничная пневмония тяжелого течения. Группа контроля была представлена 80 практически здоровыми лицами мужского пола, средний возраст которых составил  $19 \pm 1,5$  года. В группу включались лица, прошедшие плановое углубленное медицинское обследование, у которых при тщательном клинико-лабораторном и флюорографическом исследованиях не было выявлено инфильтративно-воспалительных процессов в нижних отделах дыхательных путей и которые по результатам проведенного обследования были признаны практически здоровыми.

Транс-резонансная функциональная топография проводилась с помощью сертифицированного программно-аппаратного радиоэлектронного комплекса - транс-резонансного функционального топографа (ТРФ-топограф), разработки НПО «Телемак». Комплекс внесен в реестр приборов медицинского назначения МЗ и СР РФ. Указанный комплекс разработан на основе радиометра прямого усиления с чувствительностью не хуже  $10^{-17}$  Вт, рабочей частотой 1 ГГц, в полосе приема  $\pm 25$  МГц. Регистрация резонансного радиоотклика производится путем ручного перемещения приемно-излучающего модуля ТРФ-топографа по кожной поверхности обследуемой области (грудной клетки) по стандартному алгоритму, предусматривающему измерение радиоотклика в 50 точках по передней поверхности грудной клетки. Оценка величины резонансного радиоотклика производится в относительных единицах, где за 0 единиц принимается величина радиоотклика, регистрируемого от дистиллята воды при температуре  $37^\circ\text{C}$ .

Для оценки резонансно-волновой активности внутренней среды организма использовались средние значения величины резонансного радиоотклика по сторонам грудной клетки («радиоотклик» - РО), а также сумма значений амплитуды резонансного радиоотклика со всех точек регистрации («радиоволновая активность» - РА).

Анализ результатов исследования проводился с помощью программы Statistica 6.0 компании Stat Soft.

#### Результаты исследования

Приступая к исследованию, нами были протестированы массивы полученных результатов оценки волновых показателей на непроводимости нормальному закону распределения. Для этой цели использовался критерий Шапиро-Уилка. Значения считали извлеченными из выборки, подчиняющейся нормальному распределению при величине уровня значимости критерия  $p > 0,05$ . В группе контроля значение критерия Шапиро-Уилка (W) составило 0,975, ( $p=0,06$ ), в группе пациентов с острым бронхитом  $W=0,983$  ( $p=0,29$ ), в группе пациентов с внебольничной пневмонией  $W=0,99$ , ( $p=0,63$ ).

Таким образом, гипотеза о том, что результаты измерений извлечены из выборки, подчиняющейся нормальному распределению, принимается с достоверной вероятностью не менее чем 95%.

Значения волновых показателей у пациентов с воспалительной патологией нижних дыхательных путей и здоровых лиц представлены в табл. 1.

В приведенной таблице представлены доверительные интервалы средних значений таких волновых показателей внутренней среды организма, как радиоотклик (РО), и радиоволновая активность (РА) у здоровых лиц и пациентов с верифицированным воспалительным процессом в нижних отделах дыхательных путей. Обращает на себя внимание наличие незначительной асимметрии в величине РО по сторонам регистрации. Отмечается некоторое преобладание активности левой стороны грудной клетки. Коэффициент асимметрии сторон в группе контроля составляет 1,016, в группе пациентов с ИНДП – 1,044. Выявленная асимметрия, по-видимому, связана с присутствием в левой половине грудной клетки сердца.

Динамика величины РА в процессе лечения пациентов с ИНДП, в зависимости от формы воспалительных изменений (очаговая, диффузная), характеризовалась следующими значениями (табл.2).

У пациентов с ВП различной степени тяжести нами обнаружены существенные, статистически значимые различия в величине РА. Так, для пациентов с ВП нетяжелого течения средние значения показателя РА составили 5200 единиц при 95% ДИ 5130-5290. В подгруппе пациентов с ВП тяжелого течения средние значения РА составили 5470 единиц, 95% ДИ 5270-5600 единиц.

Исследование характера динамики изменений величины РА у пациентов в этих подгруппах в процессе лечения обнаружило существенные различия. На рис. 1 приведена динамика величины показателя РА у пациентов в процессе терапии ВП тяжелого и нетяжелого течения в сравнении со здоровыми лицами.

Результаты исследования динамики РА в процессе лечения свидетельствуют о наличии различий в характере изменений изучаемого показателя в зависимости от тяжести патологического процесса. Однако выявленные различия не носят принципиального характера. Динамика изменения РА у пациентов с тяжелой ВП носит более сдержанный характер, в отличие от группы пациентов с нетяжелой пневмонией. Можно констатировать задержку разрешения патологических изменений в группе пациентов с внебольничной пневмонией тяжелого течения в сравнении с нетяжелым течением в среднем на 7-10 дней.

Мультифакториальный характер воздействия на биологические системы факторов внешней и внутренней среды позволяет изучать степень влияния их на ответ биологической системы лишь некоторых из них, ввиду чрезвычайно большого количества действующих на биологическую систему факторов в реальных условиях их жизнедеятельности. Для изучения поведения реальных биологических систем представляется возможным «искусственное» выделение некоторых общих факторов, являющихся интегральным выражением синергетического действия нескольких, реально действующих на биологическую систему факторов.

В рамках аддитивной модели влияния различных факторов на волновые характеристики биосистем нами выделяется и изучается влияние трех факторов на величину радиоволновой активности.

К контролируемым в настоящем исследовании факторам относятся:

- нозологическая форма;
- время наблюдения (сутки с момента заболевания);
- степень тяжести состояния пациента.

Нами изучалась степень влияния вышеуказанных интегральных факторов на формирование значений показателя РА у обследуемых пациентов.

Таким образом, исследовались статистические эффекты влияния выделенных факторов на интегральный показатель – РА. С этой целью был применен многофакторный дисперсионный анализ, результаты которого представлены в табл. 3.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что наибольшим вкладом в амплитуду РО характеризуется такой статистический эффект, как «нозологическая форма». Влияние данного выделенного фактора проявляется в подъеме величины радиоволновой активности при переходе организма человека из состояния здоровья в состояние болезни (ВП или ОБ). Этот эффект характеризуется максимальной силой воздействия на величину радиоволновой активности.

Эффект «степень тяжести» также значительно влияет на величину РА, однако сила его воздействия значительно меньше, чем предыдущего фактора. Данное явление можно считать закономерным, так как различия между состояниями различной степени тяжести зачастую менее выражены, чем различия между здоровым и больным организмом.

Такой эффект, как «время наблюдения» - сутки с момента начала лечения проявляет отрицательное влияние на величину РА, по силе уступающее только первому эффекту (нозологической форме). Влияние указанного эффекта приводит к снижению (нормализации) величины РА.

Для определения значений РА, разделяющих здоровых лиц и лиц с воспалительными изменениями нижних отделов дыхательных путей нами был проведен ROC-анализ с построением характеристической кривой диагностического критерия – показателя РА. Полученная кривая представлена на рис. 2.

Площадь под ROC - кривой отражает информативность критерия. В данном случае она составляет 0,91 при 95% ДИ от 0,825 до 0,995 (макс. значение площади – 1,0). Точкой разделения показателя РА при максимальной его мощности является значение РА 4310 единиц. В этом случае чувствительность критерия составит 0,87 и специфичность - 0,97.

#### **Обсуждение результатов**

Анализ результатов проведенного исследования позволяет говорить о наличии существенных различий в величине резонансного радиоотклика, регистрируемого у пациентов с воспалительными изменениями нижних отделов дыхательных путей и у здоровых лиц. Установленные различия свидетельствуют о тесной связи резонансных показателей с процессами, протекающими в организме пациента с ИНДП. Связь указанных показателей подтверждает также динамика изменения величины волновых показателей в процессе терапии ИНДП. Результаты проведенных исследований также свидетельствуют о том, что к моменту выписки пациентов из стационара сохраняются статистически значимая разница в величине значений РА у реконвалесцентов и здоровых лиц. Значения РА в группе пациентов перед выпиской из стационара (20 суток в случае ВП) занимают промежуточное положение между здоровыми лицами и пациентами в первые сутки от начала заболевания. Диапазон значений РА 4320-4720, по-видимому, отражает существенные интегральные моменты постклинических стадий острых воспалительных заболеваний НОДП, имеющих место у реконвалесцентов

(Сильвестров В.П., 1986; Кирилов М.М., 1994, 2003; Чучалин А.Г., Синопальников А.И., 2003, 2006), причём стоит отметить тот факт, что из группы пациентов с острым необструктивным бронхитом у значительной части пациентов волновые показатели к концу лечения вплотную приближаются к группе здоровых, однако все же остаются повышенными.

Результаты анализа влияния некоторых выделенных факторов на амплитуду резонансного радиоотклика свидетельствуют о возможности их использования для создания диагностических критериев оценки состояния пациента, идентификации воспалительного процесса и прогноза состояния пациента по результатам нескольких обследований [3,6]. В настоящем исследовании нами предложен критерий идентификации воспалительного процесса. Данный критерий основан на значении одного из волновых параметров - радиоволновой активности.

Проведенный характеристический анализ этого критерия свидетельствует о достаточно высокой его информативности, превышающей 90%. Для достижения определенных целей возможно установление точки разделения выше или ниже выбранной нами. Например, с целью выявления скрытых или малоактивных воспалительных процессов в режиме скрининг-диагностики.

Оперируя такими статистическими критериями, как статистическая мощность критерия, его чувствительность и специфичность, а также применение анализа характеристических кривых предлагаемого диагностического критерия, мы предлагаем информативный критерий оценки функционального состояния внутренней среды организма человека, основанный на волновых характеристиках его внутренней среды.

**Выводы**

1. Предлагаемая оригинальная методика резонансно - радиоволнового исследования грудной клетки позволяет идентифицировать воспалительный процесс на основании оценки уровня резонансно – волновых показателей, тесно связанных с воспалительно-метаболическими нарушениями патологического процесса.

2. Оценены резонансно - радиоволновые показатели у здоровых лиц, позволившие создать методологическую основу для широкого использования метода в различных клинических областях. Диапазон значений радиоотклика, характерный для здоровых, составляет 94-117 условных радиоволновых единиц; диапазон значений радиоволновой активности (РА) у здоровых лиц находится в пределах 4124 – 4324 единиц.

3. Выявлены характерные резонансно - радиоволновые проявления, типичные для острых воспалительных заболеваний нижних дыхательных путей, заключающиеся в превышении значений радиоволновой активности свыше 4320 единиц.

4. Определена информативность резонансно-волновой диагностики при определении тяжести воспалительного процесса у пациентов с острыми воспалительными заболеваниями нижних дыхательных путей. Чувствительность метода составляет 87%, специфичность 97%.

5. Метод позволяет надежно выявлять протекание постклинических субманифестных стадий острых воспалительных заболеваний нижних дыхательных путей и объективно оценивать остаточную «воспалительную» активность процесса, что может быть использовано в качестве дополнительного объективного критерия излеченности пациентов с воспалительными заболеваниями (процессами) грудной клетки.

Таблица 1

**Резонансно - волновые показатели в группах наблюдения**

Показатель	Группы наблюдения					
	Контроль			ИНДП		
	$\bar{X}$	-95% ДИ	+95% ДИ	$\bar{X}$	-95% ДИ	+95% ДИ
РО (слева)	98,1	96,2	100,1	120,6	117,4	123,9
РО (справа)	96,6	95,2	97,9	115,5	112,8	118,1
РА	4223,3	4123,1	4324,6	5014,1	4891,3	5437,5

Таблица 2

**Динамика резонансно-волновых показателей у пациентов с ИНДП в ходе лечения**

Сутки наблюдения	ВП			ОБ		
	$\bar{X}$	-95%ДИ	+95ДИ	$\bar{X}$	-95%ДИ	+95ДИ
1	5339,9	5206,1	5473,7	5319,7	5086,2	5553,2
18-21	4857,2	4723,4	4990,9	4872,8	4540,1	5135,5

Таблица 3

**Результаты оценки влияния некоторых факторов на величину РА у пациентов с ИНДП**

Эффект	Величина эффекта	-95%ДИ	+95%ДИ
Нозологическая форма	1140,8	714,9	1566,8
Степень тяжести состояния	241,0	9,7	472,4
Сутки с момента заболевания	-508,4	-808,4	-208,4

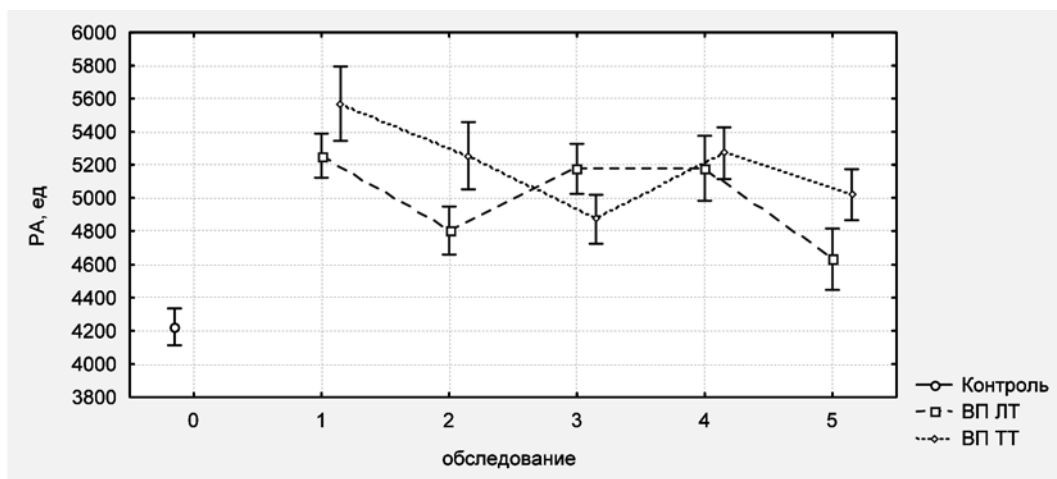


Рис.1. Динамика показателя РА в процессе терапии внебольничной пневмонии

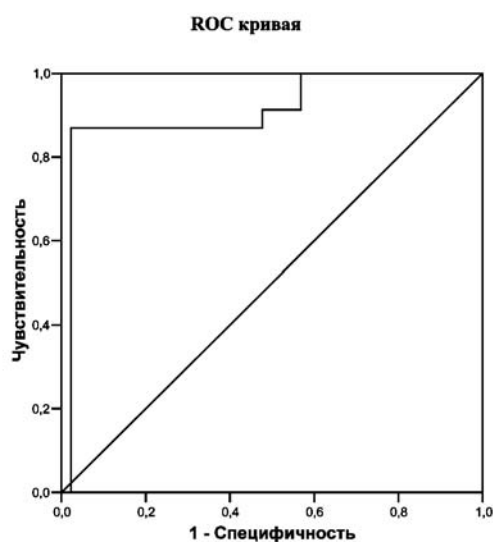


Рис.2. Характеристическая кривая метода

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Внебольничная пневмония у взрослых: практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике / А.Г. Чучалин, А.И. Синапальников, Л.С. Страчунский и др. - М.:ООО "Издательский дом "М-Вести", 2006. -76с.
2. Власов, П.В. Лучевая диагностика заболеваний органов грудной полости / П.В. Власов. - М.: Издательский дом Видар, 2006. - 312 с.
3. Компьютерный анализ в ТРФ-топографии для дифференциации и локализации патологии в маммологии и пульмонологии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Е.Б. Никитина и др. //Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2005. - №1 (37). - С.56-66.
4. Диагностика воспалительных изменений органов грудной клетки с помощью ТРФ-топографии / И.В. Терехов, В.И. Петросян С.А. Дубовицкий, С.В. Власкин // Миллиметровые волны в биологии и медицине: Материалы 14-го Российского симпозиума с международным участием. - 2007. - С.70 - 72.
5. Петросян, В.И. Люминесцентная трактовка «СПЕ-эффекта» / В.И. Петросян, Н.И.Синицын, В.А.Елкин // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. - 2002. - №1. - С.28-38.
6. Транс-резонансная функциональная (ТРФ) топография – новые принципы диагностики / В.И. Петросян, М.С. Громов, С.В. Власкин и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине: Материалы 14-го Российского симпозиума с международным участием. - 2007. - С.151 - 155.
7. Петросян, В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне / В.И. Петросян // Письма в ЖТФ. - 2005.- Т.31. - Вып. 23. - С.29-33.
8. Биохимические механизмы взаимодействия транс-резонансных радиоволн с водными биологическими средами / В.И. Петросян, С.А. Дубовицкий, С.В. Власкин и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2005. - №1. - С.7-17.
9. Бецкий, О.В. От редактора выпуска / О.В. Бецкий // Биомедицинская радиоэлектроника. - 1998. - №1. - С.4.
10. Резонансные свойства и структура воды / В.И. Петросян, А.В. Майбородин, С.А. Дубовицкий и др. - 2005.- №1. - С.18-31.
11. Проблемы косвенного и прямого наблюдения резонансной прозрачности водных сред в миллиметровом диапазоне / В.И. Петросян, Н.И. Синицын, В.А. Ёлкин, А.В. Майбородин //Биомедицинская радиоэлектроника. - 2000. - №1. - С.1-3.