



ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОДАВЛЕНИИ НИСТАГМА В ПРОЦЕССЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО СВЕТОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль, Т.Б. Усанова, А.П. Рытик

Представлены результаты экспериментальных исследований изменения электрокардиограммы для пациентов с нистагмом при его уменьшении в процессе периодического воздействия света. Приведены формы электрокардиосигнала и его спектр, индексы Бавевского, нистагмограммы до и в момент воздействия света. Показано, что периодическое световое воздействие на глаза в момент подавления нистагма приводит к увеличению уровня тонуса симпатической нервной системы в регуляции сердечной активности и одновременно к уменьшению шумовых составляющих спектра электрокардиограммы.

Введение

Известно, что патологический нистагм (непроизвольные колебательные движения глаз) может возникнуть при поражении вестибулярного аппарата, при патологическом процессе в мозжечке, воспалительном процессе внутреннего уха, черепно-мозговой травме, инфекционных и токсических поражениях мозга, а также может быть следствием патологии зрительно-нервного анализатора [1].

Глаз человека является сложной биологической системой управления, состоящей из взаимодействующих между собой подсистем. Представляются интересными исследования изменений в функционировании жизненно важных органов, в частности сердца, при хирургическом, медикаментозном или другом воздействии на орган зрения [2, 3].

В работах [4-6] было показано, что для ряда больных с нистагмом периодическое световое воздействие может изменять амплитуду и частоту колебательных движений глаза в сторону их уменьшения или полного исчезновения нистагма. При этом не обсуждалась возможность связанного с этим изменения функционирования других подсистем организма в момент подавления нистагма.

Известно, что в ответ на любой раздражитель эндогенной или экзогенной природы в живом организме возникают реакции, являющиеся по своей сути защитно-приспособительными (адаптационными). Характер этих реакций определяется, прежде всего, изменениями нервной и гуморальной регуляции кровообращения, которые предшествуют энергетическим сдвигам [7, 8]. Наиболее доступным для регистрации защитно-приспособительных реакций физиологическим параметром, отражающим процессы вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе и организме

в целом, является ритм сердечных сокращений. Изменение ритма сердца, по мнению авторов [8], может быть связано с интенсивностью процессов активации отделов вегетативной нервной системы по отношению к сердечно-сосудистой системе и позволяет судить о степени адаптационной реакции организма на то или иное воздействие в целом. При этом главная функция вегетативной нервной системы заключается в поддержании постоянства (или гомеостаза) внутренней среды при различных воздействиях на организм. На основе функциональных различий в вегетативной нервной системе выделяют два отдела – симпатический и парасимпатический. При повышении тонуса симпатической нервной системы в ответ на внешний раздражитель усиливаются сердечные сокращения и учащается их ритм.

Цель настоящей работы – исследование характера нистагмограммы и соответствующих изменений тонуса регуляторных систем по данным электрокардиограммы (ЭКГ) в процессе периодического светового воздействия на пациентов с нистагмом.

1. Методика и аппаратура

Для регистрации движений глаз при нистагме использовался программно-аппаратный комплекс, схема которого приведена на рис. 1. В состав программно-аппаратного комплекса входит цифровая видеокамера 4, регистрирующая угловое смещение глаза пациента 1 в орбите. При этом голова пациента фиксировалась в специальном держателе 2 для обеспечения неподвижности относительно видеокамеры. С помощью осветителя 3, в качестве которого использовалась лампа дневного света, обеспечивалось безбликовое освещение зрачка глаза и переменное воздействие светом. Частота переключения осветителя могла регулироваться от 0.5 до 5.0 Гц; при значении частоты переменного светового воздействия, равной частоте нистагма, происходила остановка нистагма. Видеоизображение движущегося глаза вводилось через USB-порт в персональный компьютер 5 и анализировалось с помощью специально разработанной программы под названием *euemotion.exe*. Изображение вводилось со скоростью 25 кадров в секунду в формате AVI. Программная часть включала специализированную программу *euemotion.exe*, функционирующую в среде Windows XP и осуществляющую анализ введенного изображения в формате AVI. С помощью этой программы определялось положение центра зрачка глаза и осу-

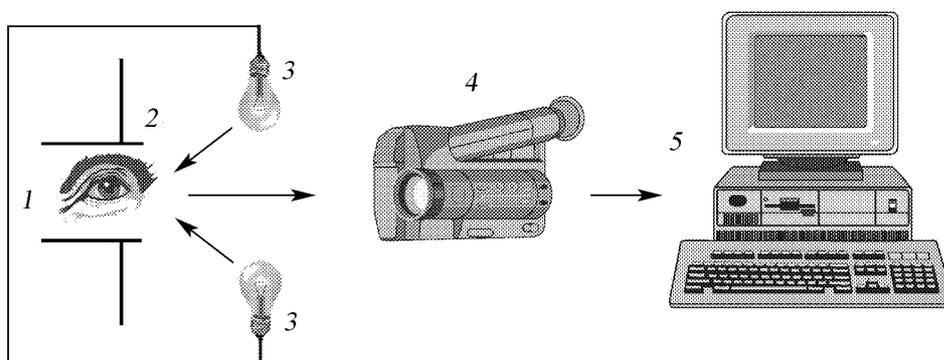


Рис. 1. Схема установки: 1 – глаз пациента, 2 – держатель головы, 3 – осветитель, 4 – цифровая видеокамера, 5 – компьютер

ществлялась запись и спектральный анализ траектории его движения. Результаты анализа сохранялись на носителе информации [6].

Одновременно с регистрацией видеоокулограммы с помощью программно-аппаратного комплекса происходила запись ЭКГ компьютерным электрокардиографом «Полиспектр 8/12», разработанным фирмой «Нейрософт», г. Иваново. Кардиограф подключался к тому же компьютеру, что позволяло одновременно следить за процессом изменения нистагма, происходящего в результате воздействия на пациента периодически изменяющимся световым сигналом, и за параметрами ЭКГ. С помощью специально разработанной программы можно было осуществлять детальное построение электрокардиосигнала и его спектра.

Перед проведением исследований пациент располагался на кушетке и находился в состоянии покоя в течение 15 минут. Затем измерялась ЭКГ и при периодическом световом воздействии и при его отсутствии с одновременной записью видеоокулограммы. Далее осуществлялась обработка результатов исследований: построение нистагмограммы, ЭКГ, спектра ЭКГ, расчет параметров вегетативной нервной системы по ЭКГ.

2. Результаты исследований

Исследования проводились на шести пациентах возрастной группы от 5 до 17 лет с нистагмом, при их добровольном согласии. Фиксировались также параметры для пациентов без нистагма – контрольная группа.

На рис. 2 показана нистагмограмма для пациента до и в момент периодического воздействия света с частотой 2 Гц, близкой к частоте колебательных движений

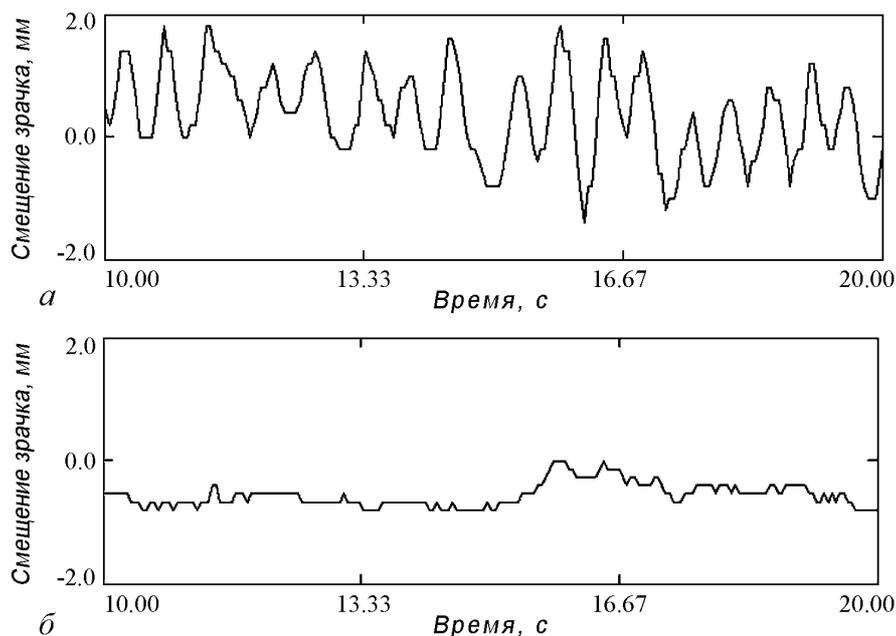


Рис. 2. Нистагмограмма для пациента А.: *a* – пациент в покое, *b* – во время светового воздействия с частотой 2 Гц

глаз [9]. Как следует из рисунка, при воздействии света амплитуда нистагма уменьшается практически до полного подавления (*b*).

Одновременно с регистрацией нистагмограммы происходила запись ЭКГ. На рис. 3 представлены ЭКГ пациентов с нистагмом до и в момент светового воздействия, приводящего к изменению характеристик нистагма. Как видно из рисунка, формы ЭКГ, зафиксированных для пациентов во время светового воздействия, несколько отличаются от аналогичных ЭКГ в «нормальных» (без светового воздействия) условиях. В частности, у пациентов А. и Д. (соответственно, ЭКГ на рис. 3, *a* и *b*) RR-кардиоинтервалы значительно больше отличаются друг от друга по величине во время светового воздействия, чем RR-кардиоинтервалы без светового воздействия. У пациентов Д. и Л. (соответственно, ЭКГ на рис. 3, *b* и *в*) задержка между Р- и Q-максимумами во время светового воздействия становится больше, чем эта же задержка без светового воздействия. Для всех пациентов до и во время воздействия света было зафиксировано уменьшение времени между S- и T-экстремумами.

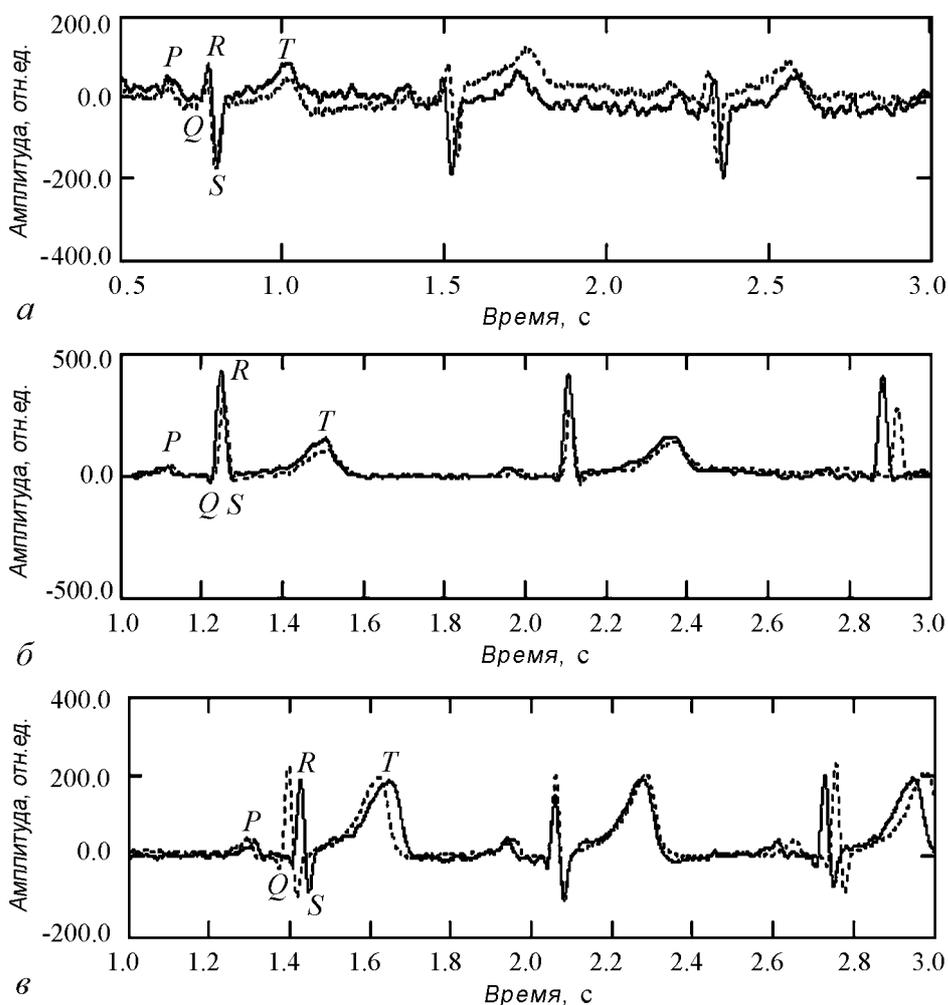


Рис. 3. Сигнал ЭКГ для трех пациентов до (сплошная линия) и во время (штриховая линия) светового воздействия: *a* – пациент А. 17 лет, *b* – пациент Д. 6 лет, *в* – пациент Л. 5 лет

Изменяется также и форма самого кардиосигнала, что свидетельствует об измененном характере формирования электрических биопотенциалов в сердечной мышце.

Поскольку во время воздействия света изменяется форма кардиосигнала, интересно определение характера изменения спектра ЭКГ во время воздействия. На рис. 4. представлен спектр ЭКГ трех пациентов. Из рисунка следует, что во время светового воздействия, приводящего к уменьшению амплитуды нистагма, наблюдается существенное изменение амплитуды шумовой составляющей спектра.

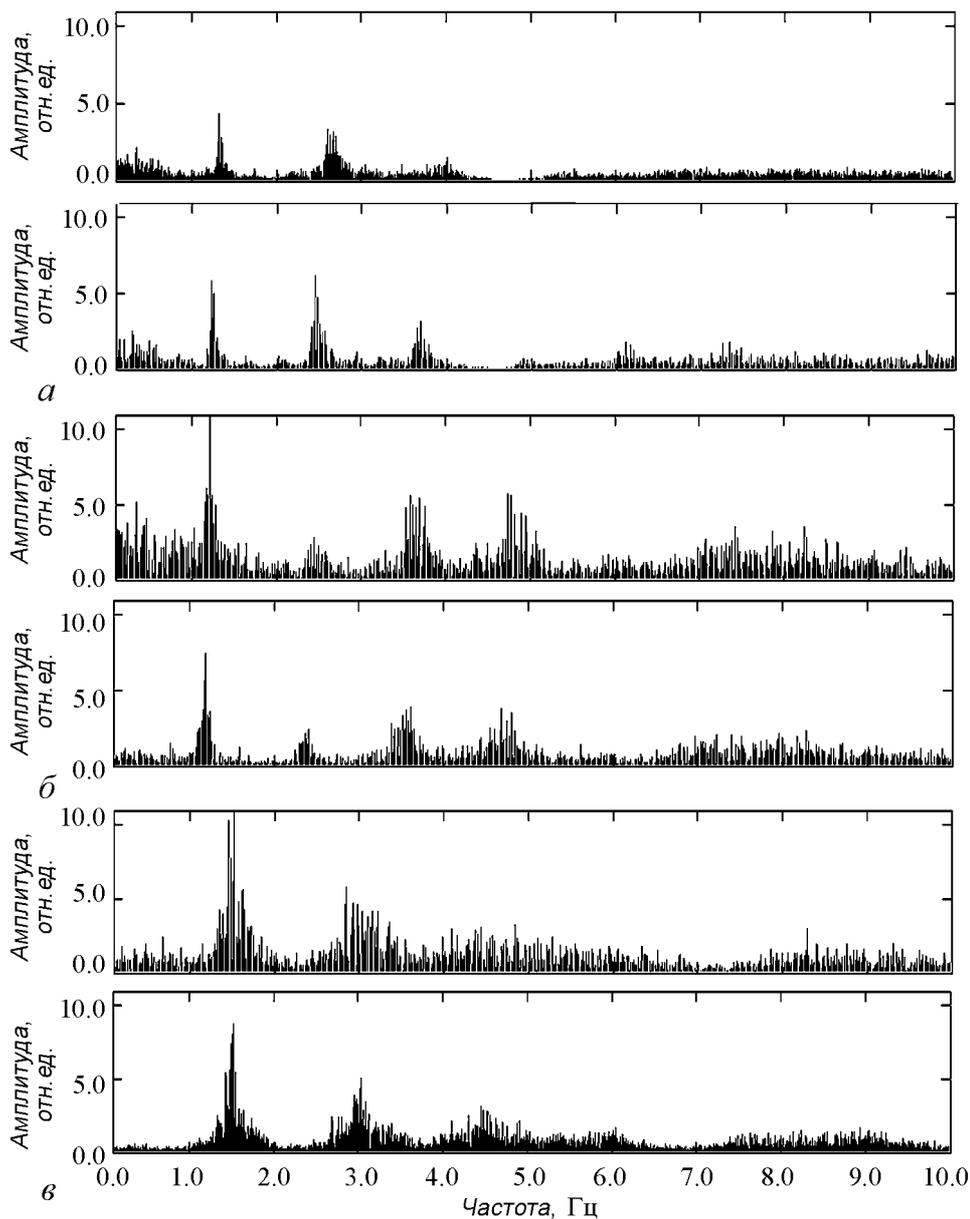


Рис. 4. Спектр ЭКГ для пациентов А. (а), Д. (б), Л. (в) в ходе исследований: верхний график – пациент в покое, нижний – во время светового воздействия

Для регистрации активности нервной вегетативной регуляции, проявляющейся в изменении показателей временных параметров электрокардосигнала, то есть в изменении длительности RR-интервалов, определялись индексы Баевского [7, 8] до и во время светового воздействия. В таблице представлены усредненные индексы Баевского для пациентов с нистагмом и без него.

Таблица

Индексы Баевского

Параметр	До воздействия		Во время воздействия	
	пациенты		пациенты	
	с нистагмом	без нистагма	с нистагмом	без нистагма
ЧСС, уд./мин	80	58	74	64
М, с	0.756	1.03	0.813	0.981
Мо, с	0.766	1.03	0.817	0.968
АМо, %	40.7	39.3	55.6	27.1
ВР, с	0.243	0.334	0.135	0.947
ИВР, отн.ед.	167	118	412	28.6
ПАПР, отн.ед.	53.1	38.2	68	28
ВПР, отн.ед.	5.36	2.91	9.06	1.09
ИН, отн.ед.	109	57.2	252	14.8

В таблице использованы следующие обозначения.

- ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту.
- М – математическое ожидание, которое отражает конечный результат всех регуляторных влияний на сердце и систему кровоснабжения в целом. Этот показатель связан со средней частотой сердечных сокращений и обладает наименьшей изменчивостью среди всех медико-статистических показателей. Его отклонение от индивидуальной нормы обычно сигнализирует об увеличении нагрузки на аппарат кровообращения или о наличии патологических отклонений.
- Мо – мода – наиболее часто встречающееся значение RR-интервалов, указывающее на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии (преобладание симпатической нервной системы в регуляции тонуса сосудов) Мо меньше, при ваготонии (преобладание парасимпатической нервной системы в регуляции тонуса сосудов) – больше.
- ВР – вариационный размах, который вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями RR; отражает степень варибельности или размах колебаний значений кардиоинтервалов.
- АМо – амплитуда моды – число кардиоинтервалов (в %), соответствующих диапазону моды, отражающее меру мобилизирующего влияния симпатического отдела.
- ИВР – индекс вегетативного равновесия, который указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов.

- ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции, который отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла.

- ВПР – вегетативный показатель ритма, который позволяет судить о парасимпатических сдвигах вегетативного баланса. Чем меньше ВПР, тем больше вегетативный баланс смещен в парасимпатическую сторону.

- ИН – индекс напряжения регуляторных систем, который отражает степень централизации управления сердечным ритмом.

Из таблицы следует, что при подавлении нистагма во время периодического светового воздействия средняя частота сердечных сокращений у пациентов с нистагмом уменьшается, в то время как у пациентов контрольной группы частота в этих же условиях увеличивается. Значение индекса М до и во время воздействия для пациентов без нистагма составило соответственно 1.03 и 0.981, а для пациентов с нистагмом соответственно – 0.756 и 0.813, что может говорить об увеличении нагрузки на регуляторный аппарат пациентов с нистагмом [7, 8]. Индекс M_0 при периодическом световом воздействии для пациентов без нистагма уменьшается, а с нистагмом увеличивается, что позволяет говорить об активации симпатической нервной системы [7, 8]. Другие индексы, например A_{M_0} , ВР, ИВР, ПАПР, ВПР также свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в симпатическую сторону для пациентов с нистагмом, а для пациентов без нистагма – в парасимпатическую.

Таким образом, при периодическом световом воздействии на пациента с нистагмом наблюдаются изменения характера электрокардиограммы и ее спектра, проявляющиеся в изменении длительности соответствующих участков электрокардиограммы и их амплитудных значений, а также амплитуды шумовой составляющей спектра. При этом изменение кардиоинтервалов ЭКГ в момент подавления нистагма пациента свидетельствует об увеличении уровня тонуса симпатической нервной системы в регуляции сердечной активности.

Библиографический список

1. Аветисов Э.С. Нистагм. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. 96 с.
2. Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 256 с.
3. Филин В.А. Автоматия саккад. М: Изд-во МГУ, 2002. 240 с.
4. Усанов Д.А., Кащенко Т.П., Скрипаль А.В., Рабичев И.Э., Усанова Т.Б., Абрамов А.В., Ячменева Е.И., Губкина Г.Л. Влияние периодических световых воздействий на параметры нистагма глаз // Вестник офтальмологии. 2004. № 5. С. 42-43.
5. Усанов Д.А., Кащенко Т.П., Скрипаль А.В., Рабичев И.Э., Усанова Т.Б., Абрамов А.В., Ячменева Е.И., Губкина Г.Л. Исследование влияния световых воздействий на характеристики нистагма глаз // Материалы IV семинара «Биомеханика глаза», 12 марта 2004 г. Москва - СПб: Изд-во НИИХ СПбГУ, с.145-149.
6. Усанова Т.Б., Скрипаль А.В., Усанов Д.А., Абрамов А.В. Видеотехнология количественного контроля движения глазного яблока при нистагме // Вестник офтальмологии. 2002. № 4. С. 38-42.

7. Коркушко О.В., Писарук А.В., Шатило В.Б., Лишневская В.Ю., Чеботарев Н.Д., Погорецкий Ю.Н. Анализ variability ритма сердца в клинической практике. Киев, 2002. 192 с.
8. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 221с.
9. Патент на изобретение РФ № 2221475. Способ исследования движения глаз по бинокулярному изображению и устройство для его реализации / Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В., Абрамов А.В., Усанова Т.Б., Феклистов В.Б. Опубл. 20.01.2004. Бюл. № 2.

Саратовский государственный
университет
Саратовский государственный
медицинский университет
ОАО ЦНИИИА

Поступила в редакцию 15.05.2006
После доработки 20.07.2006

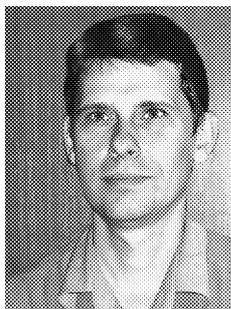
THE CHANGE OF THE HEART ACTIVITY CHARACTER UNDER NYSTAGMUS SUPPRESSION DURING PERIODIC LIGHT INFLUENCE

D.A. Usanov, A.V. Skripal, T.B. Usanova, A.P. Rytik

Results of experimental investigations of the electrocardiogram change for, patients with nystagmus which decreases during periodic light influence are presented. Forms of electrocardiosignal and its spectrum, Baevsky indexes, nystagmusgrams before-and in the moment of light influence are given. Periodic light influence on the eyes in the moment of nystagmus suppression leads to the increase of the tone level, of the sympathetic nervous system in the regulation of the heart activity and simultaneously to the decrease of the noise components of the electrocardiogram spectrum is shown.



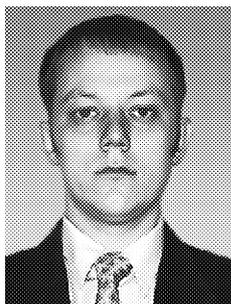
Усанов Дмитрий Александрович – родился в г. Менделеевске (1943), окончил Саратовский государственный университет (1965), куда после нескольких лет службы на предприятии электронной промышленности поступил на работу и где работает заведующим кафедрой физики твердого тела по настоящее время. Защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в области физики полупроводников и диэлектриков (1972) и доктора физико-математических наук в области радиофизики, включая квантовую радиофизику (1989). Профессор СГУ, академик МАН ВШ, заслуженный деятель науки РФ. Область научных интересов – твердотельная СВЧ-электроника, радиоволновые и оптические методы контроля, применение нелинейной динамики в полупроводниковой электронике СВЧ. Автор многих статей, патентов и изобретений по указанным выше направлениям.
E-mail: UsanovDA@info.sgu.ru



Скрипаль Анатолий Владимирович – родился в Саратове (1960). Окончил физический факультет Саратовского госуниверситета (1982), защитил диссертацию на звание кандидата физико-математических наук по специальности «Оптика» (1991) и доктора физико-математических наук (1998). Профессор кафедры физики твердого тела Саратовского госуниверситета. Автор более 100 научных трудов в области когерентной оптики, вибродиагностики и квантовой электроники.



Усанова Татьяна Борисовна – родилась в Саратове (1947), окончила Саратовский государственный медицинский университет (1971). С 1972 года окулист клиники глазных болезней при СГМУ. Защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук (2004). Один из авторов монографии, многих печатных работ, 4 патентов на изобретение, свидетельства на полезную модель. Область научных интересов – офтальмология, медицинская физика.



Рытик Андрей Петрович – родился в Саратовской области (1980), окончил с отличием Саратовский государственный университет (2003). С 2004 года работает в Центральном научно-исследовательском институте измерительной аппаратуры (ОАО ЦНИИИА). Защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук (2006). С 2005 года – заведующий лабораторией спектральных измерений при ЦНИИИА. Область научных интересов – биомедицинская физика, физика взаимодействия терагерцевого излучения с биологическими объектами.
E-mail: RA4CSZ@yandex.ru