Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики

III Троицкая конференция
МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА И ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Оптическое просветление биологических тканей – перспективы применения в медицинской диагностике и фототерапии

Башкатов А.Н., Генина Э.А., Тучин В.В.

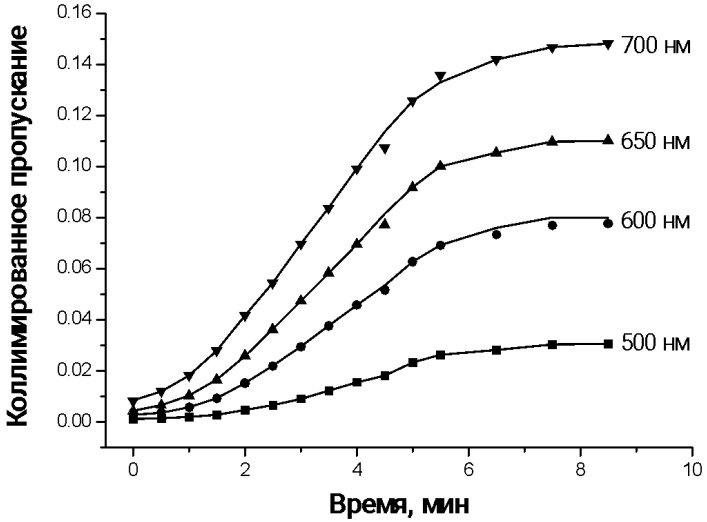
*Саратовский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского*

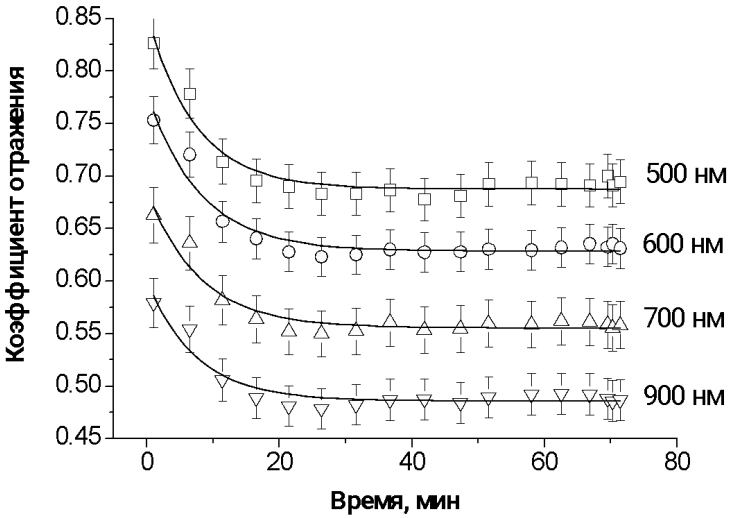
Существенный прогресс в разработке неинвазивных методов многофункционального клинического мониторинга различных заболеваний, связан с в значительной мере с развитием оптических методов диагностики и терапии. Однако одна из основных проблем применения оптических методов в медицине связана с существенным ослаблением коллимированных пучков при прохождении через поверхностные слои биотканей, примером которых являются кожа, склера глаза, твердая мозговая оболочка и т.д. Сложный характер взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями обусловлен их оптической неоднородностью, вызывающей сильное рассеяние излучения видимого и ближнего ИК спектральных диапазонов, что значительно ограничивает пространственное разрешение и глубину зондирования многих оптических методов. Управление оптическими параметрами биотканей является одним из перспективных путей решения данной проблемы.

Офтальмология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики





Динамика коллимированного пропускания склеры глаза человека под действием 40%-раствора глюкозы

Динамика коэффициента отражения склеры глаза человека под действием 20%-раствора ретиналамина

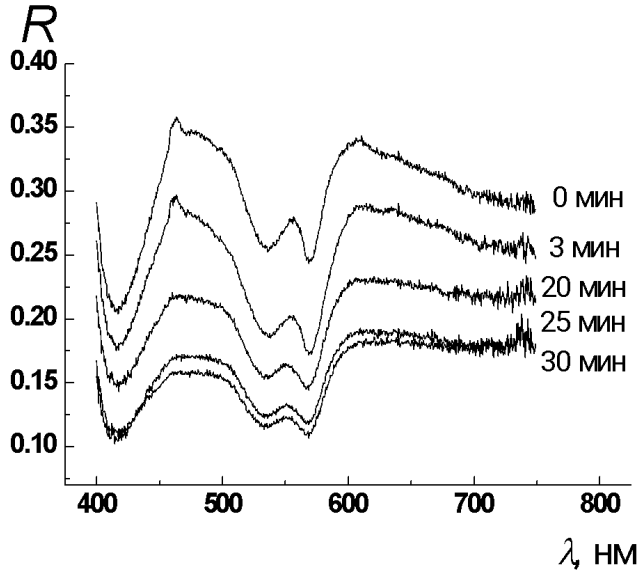
Башкатов А.Н. и др. // Биофизика, 48(2), 309-313, 2003

Genina E.A. et al. // *Proc.* SPIE, 6535, 65351Y, 2007

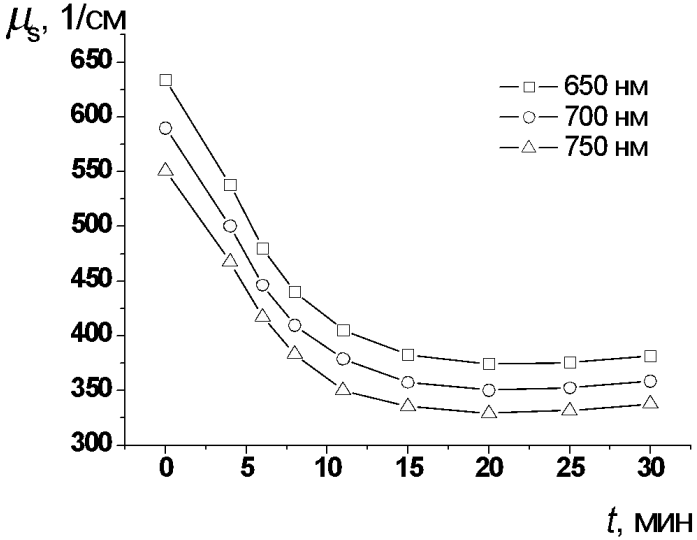
Офтальмология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики



Спектр отражения склеры глаза *in vivo* под действием 40%-раствора глюкозы



Динамика коэффициента рассеяния склеры глаза *in vivo* под действием 40%-раствора глюкозы

Генина Э.А., Башкатов А.Н., и др. Оптическое просветление склеры глаза in vivo под действием глюкозы // Квантовая Электроника, 36 (12), 1119-1124, 2006

Офтальмология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

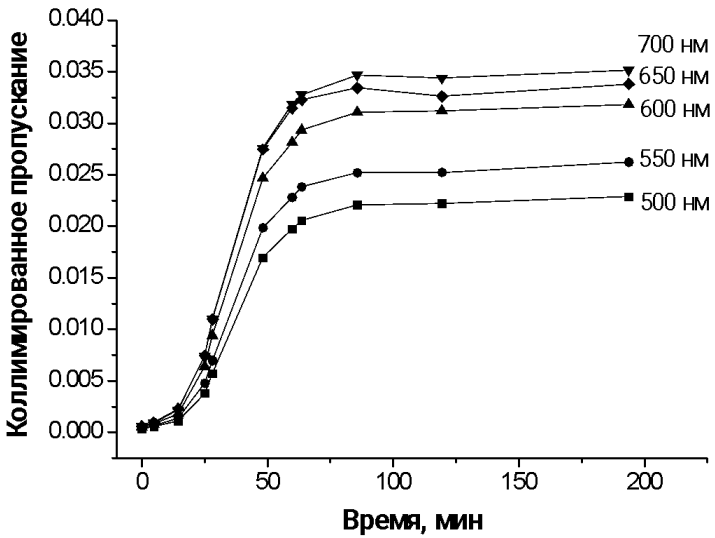
Кафедра оптики и биомедицинской физики

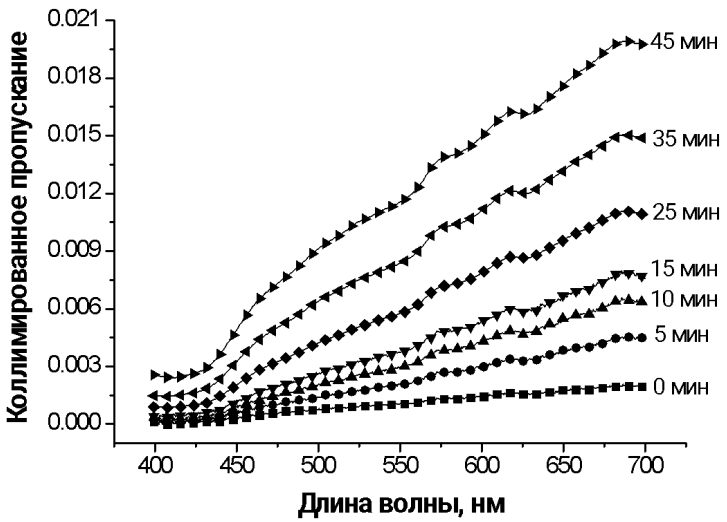
Лекарственный препарат	Коэффициент диффузии, $см^2/сек$	Лекарственный препарат	Коэффициент диффузии, $см^2/сек$
Глюкоза 20%	$(0.57\pm0.09)x10^{-6}$	Ретиналамин	$(1.82\pm0.14)x10^{-6}$
Глюкоза 30%	$(1.47\pm0.36)x10^{-6}$	Кортексин	$(4.4\pm2.7)x10^{-6}$
Глюкоза 40%	$(1.52\pm0.05)x10^{-6}$		

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики





Коллимированное пропускание образца кожи под действием 40%-раствора глюкозы

Bashkatov A.N. et al. // *Proc.* SPIE, 4241, 223-230, 2001

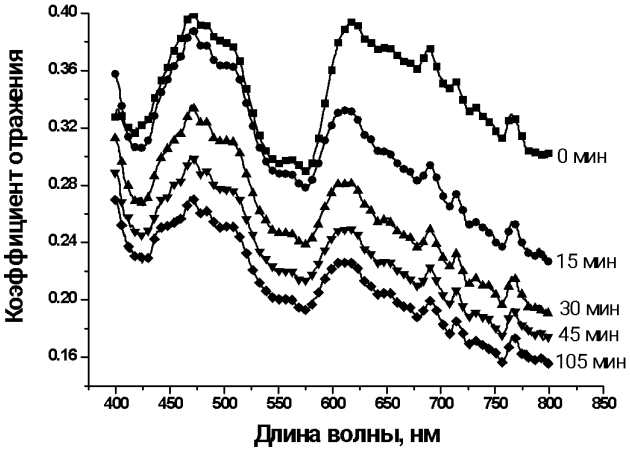
Коллимированное пропускание образца кожи под действием глицерина

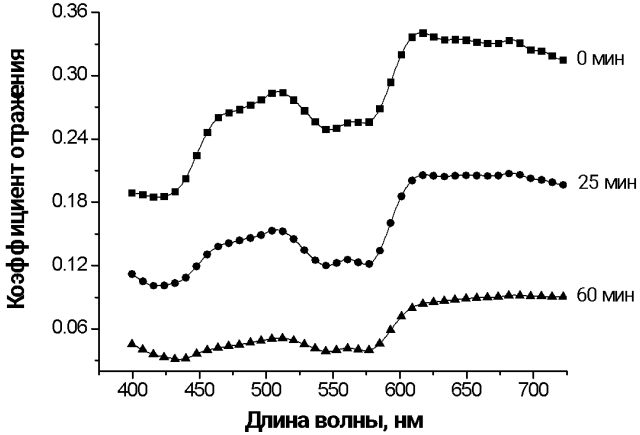
Bashkatov A.N. et al. // *Proc.* SPIE, 4623, 144-152, 2002

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики





Спектр отражения кожи *in vivo* под действием 40%-раствора глюкозы

Спектр отражения кожи человека *in vivo* под действием 40%-раствора глюкозы

Bashkatov A.N. et al. // *Proc.* SPIE, 4241, 223-230, 2001

Тучин В.В., Башкатов А.Н., Генина Э.А., и др. // Письма в ЖТФ, 27(12), 10-14, 2001

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики

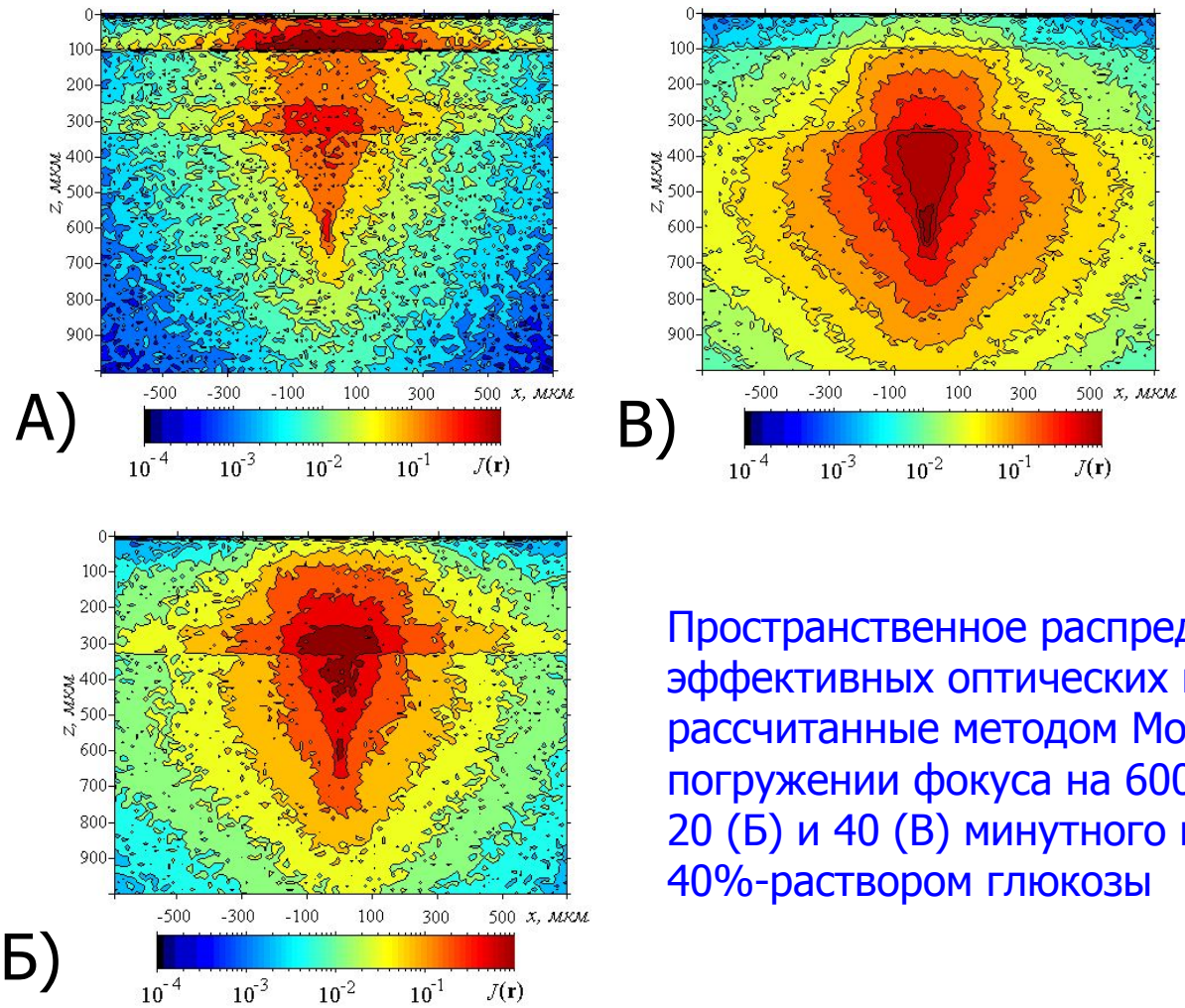
Иммерсионная жидкость	*Коэффициент диффузии, см^2/сек (in vitro)*	*Иммерсионная жидкость*	*Коэффициент диффузии, см^2/сек (in vivo)*
Глицерин 88%	$(5.1\pm2.3)\times10^{-7}$	Глицерин 88%	$(1.16\pm0.03)\times10^{-6}$
Глюкоза 40%	$(3.2\pm0.4)\times10^{-6}$	Глюкоза 40%	$(1.10\pm0.15)\times10^{-6}$
		Глюкоза 40% (кожа человека)	$(2.56\pm0.13)\times10^{-6}$

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики

Отражательная конфокальная микроскопия



Пространственное распределение эффективных оптических путей фотонов, рассчитанные методом Монте-Карло, при погружении фокуса на 600 мкм, до (А) и после 20 (Б) и 40 (В) минутного просветления кожи 40%-раствором глюкозы

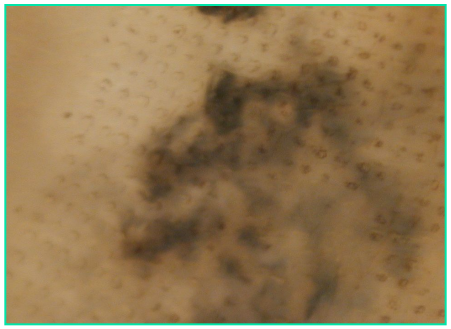
Меглинский И.В., Башкатов А.Н., и др. // Квантовая Электроника, 32(10), 875-882, 2002

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики

Черный краситель



a) до просветления **b) после 24-часового воздействия глицерином**

Синий краситель

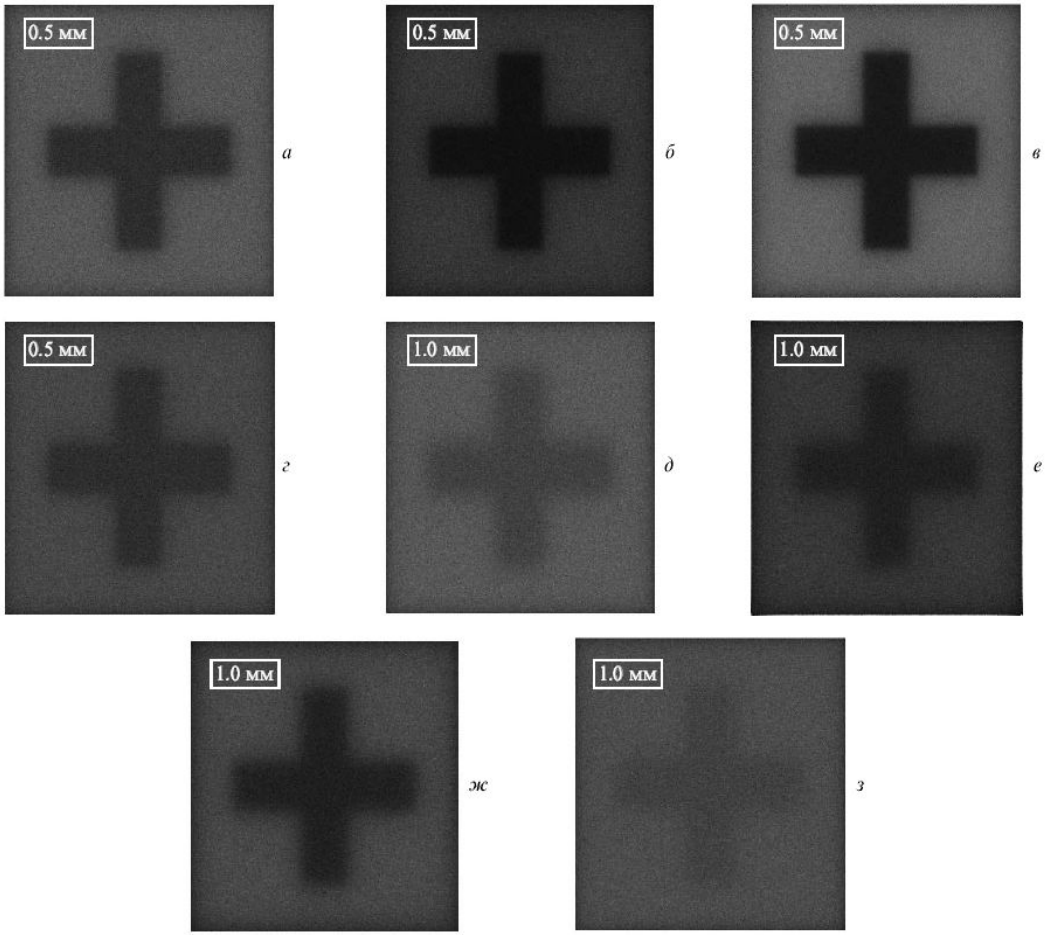
a) до просветления **b) после 24-часового воздействия глицерином**

Генина Э.А., Башкатов А.Н., Тучин В.В. и др. // Квантовая Электроника, 38(6), 2008 (в печати)

Дерматология

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики



Результат МК моделирования изображения кожи с татуировкой в отраженном свете: кожа без просветления (*а, д*); все слои кожи иммерсированы глицерином (*б, е*); иммерсированны слои кожи, лежащие выше татуировки (*в, ж*); иммерсированы слои кожи лежащие ниже татуировки (*г, з*)

Генина Э.А., Башкатов А.Н., Тучин В.В. и др. // Квантовая Электроника, 38(6), 2008 (в печати)

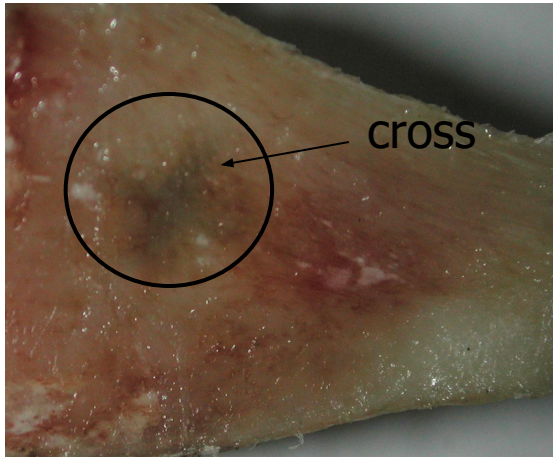
Томография мозга

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики

Черепная кость человека до просветления

Черепная кость человека после оптического просветления пропиленгликолем

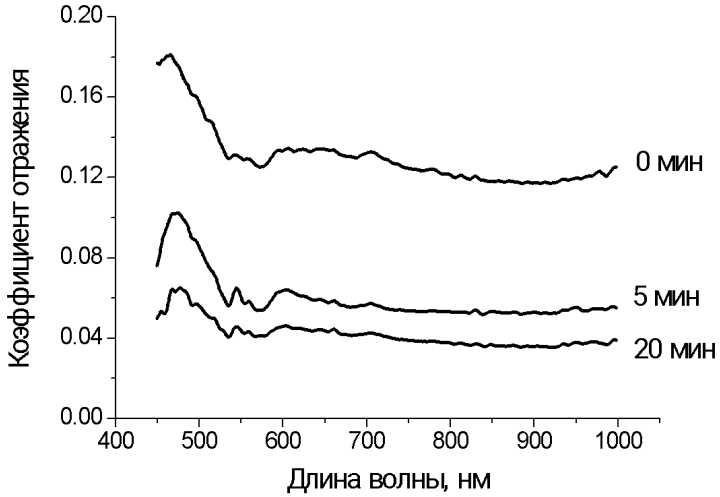


Genina E.A., Bashkatov A.N., Tuchin V.V. Optical clearing of cranial bone // Advances in Optical Technologies, 267867, 2008

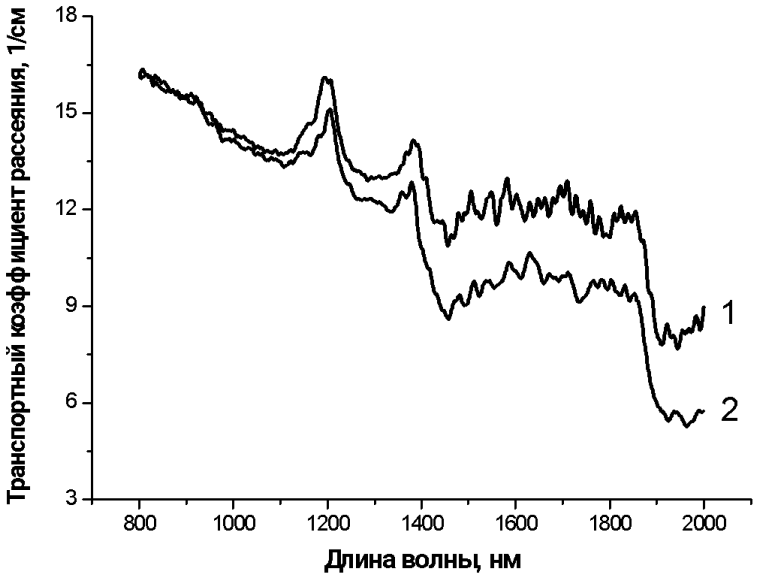
Томография мозга

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики



Транспортный коэффициент рассеяния черепной кости человека. 1 – до просветления 2 – через час после воздействия глицерином



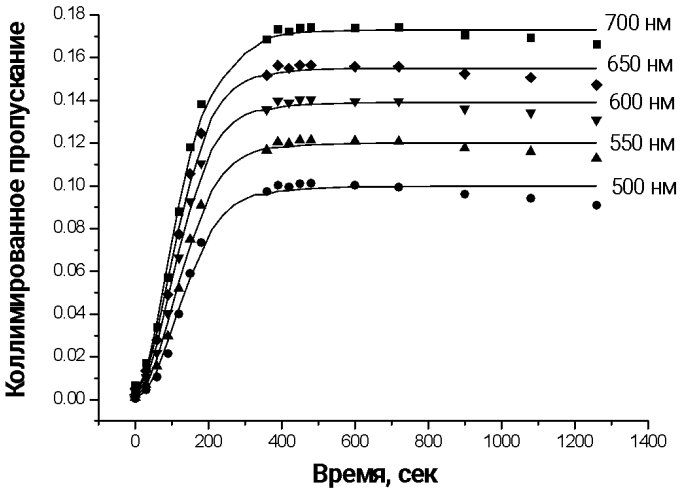
Спектр отражения черепной кости человека измеренный при просветлении пропиленгликолем

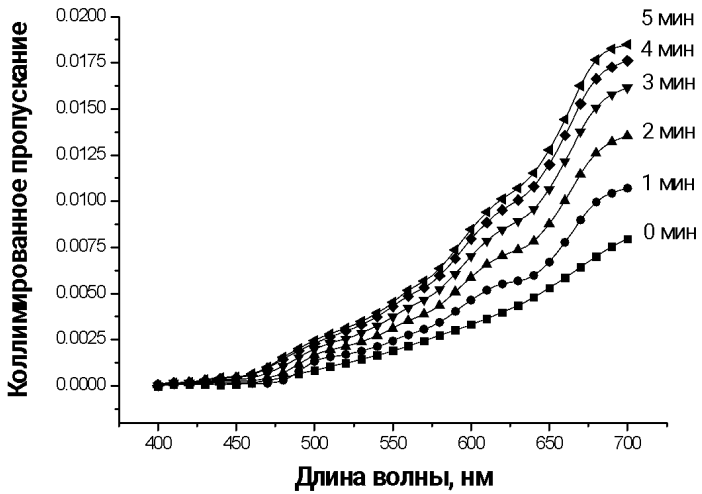
Genina E.A., Bashkatov A.N., Tuchin V.V. Optical clearing of cranial bone // Advances in Optical Technologies, 267867, 2008

Томография мозга

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики





Оптическое просветление твердой мозговой оболочки человека под действием 40%-раствора глюкозы

Bashkatov A.N. et al. // *Proc.* SPIE, 4162, 182-188, 2000

Оптическое просветление твердой мозговой оболочки человека под действием 20%-раствора маннитола

Bashkatov A.N. et al. // Biophysical Journal, 85(5), 3310-3318, 2003

Заключение

Временное селективное просветление верхних слоев биотканей является ключевым моментом развития техники структурного и функционального зондирования биотканей, применяемого, в частности, для локализации статических и динамических макронеоднородностей скрытых в сильно рассеивающих средах, к которым относятся и биоткани. Мотивацией для исследований и использования оптического просветления биотканей является необходимость увеличения достаточно малой глубины зондирования биотканей излучением видимого и ближнего ИК спектральных диапазонов, повышение пространственного разрешения и контраста изображений структурных компонент биотканей при использовании оптической томографии, а также снижение мощности лазерного излучения используемого при проведении терапевтических процедур.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и биомедицинской физики

Грант РФФИ No. 06-02-16740-а

REC-006/SA-006-00 and PEG05-006-2

U.S. Civilian Research & Development Foundation for the Independent States of the Former Soviet Union