



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*



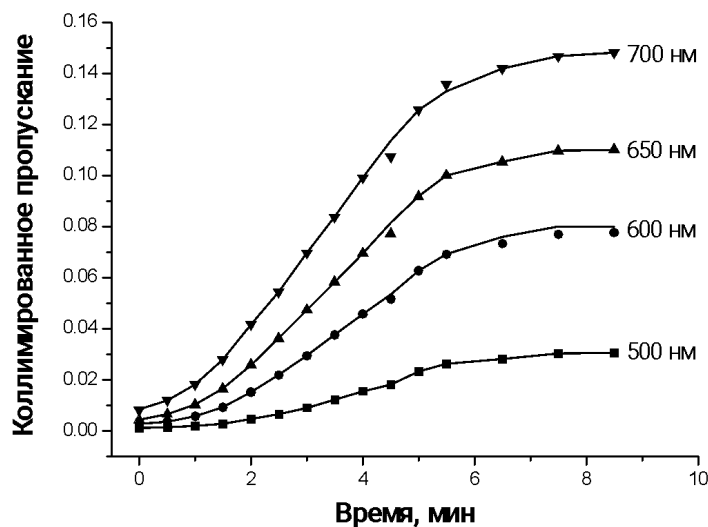
Существенный прогресс в разработке неинвазивных методов многофункционального клинического мониторинга различных заболеваний, связан с в значительной мере с развитием оптических методов диагностики и терапии. Однако одна из основных проблем применения оптических методов в медицине связана с существенным 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

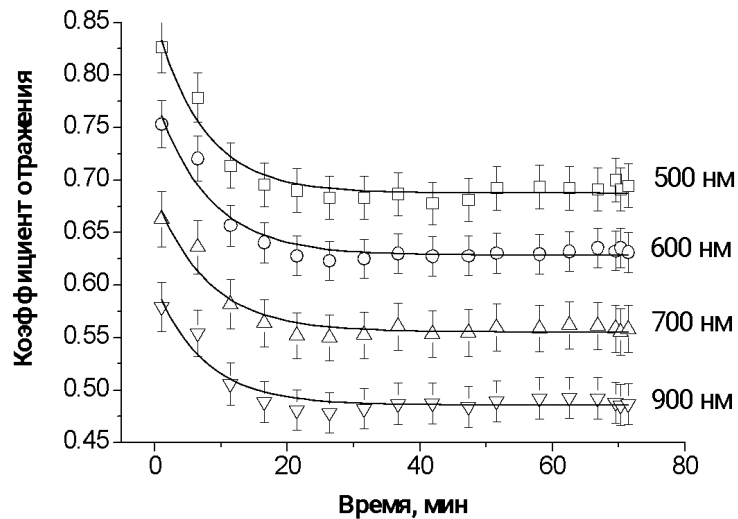
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики



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

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



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

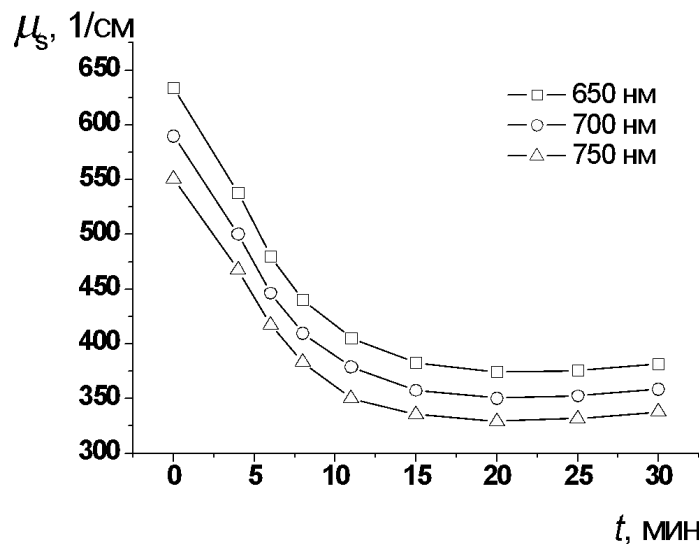
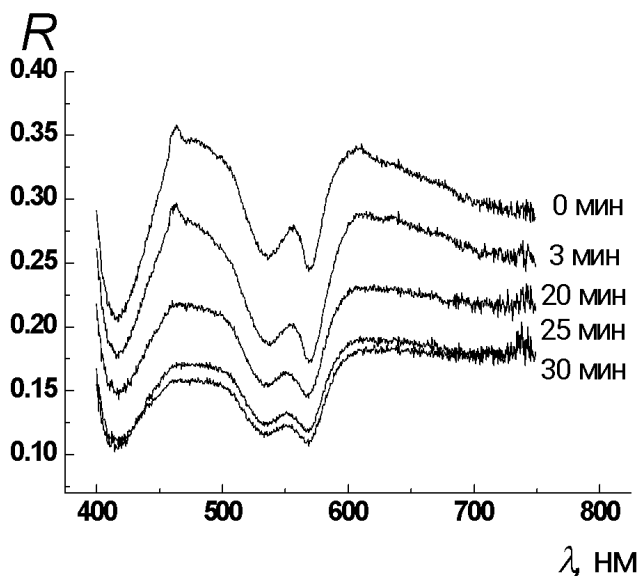
Genina E.A. et al. // Proc. SPIE, 6535, 65351Y, 2007



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

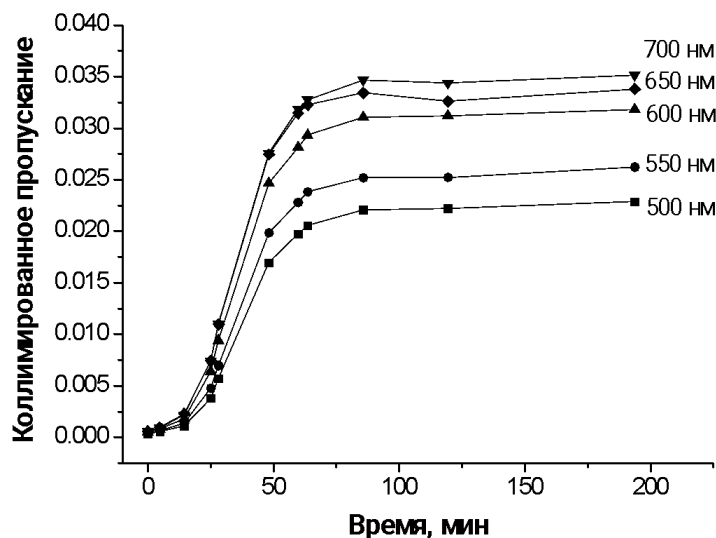
Лекарственный препарат	Коэффициент диффузии, см ² /сек	Лекарственный препарат	Коэффициент диффузии, см ² /сек
Глюкоза 20%	$(0.57 \pm 0.09) \times 10^{-6}$	Ретиналамин	$(1.82 \pm 0.14) \times 10^{-6}$
Глюкоза 30%	$(1.47 \pm 0.36) \times 10^{-6}$	Кортексин	$(4.4 \pm 2.7) \times 10^{-6}$
Глюкоза 40%	$(1.52 \pm 0.05) \times 10^{-6}$		



Дерматология

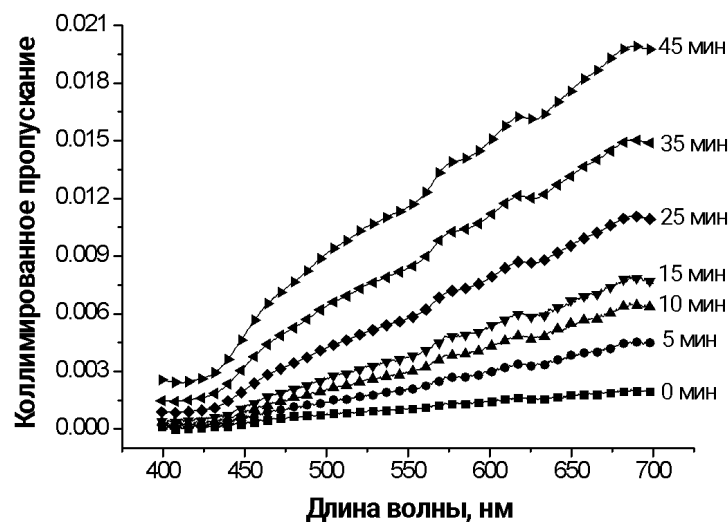
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

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

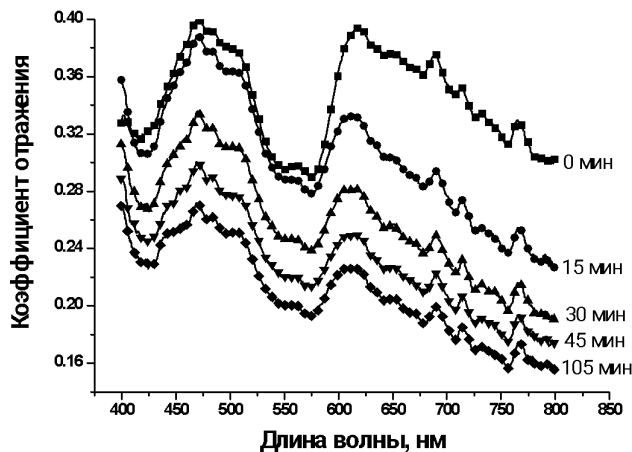
Bashkatov A.N. et al. // *Proc. SPIE*,
4623, 144-152, 2002



Дерматология

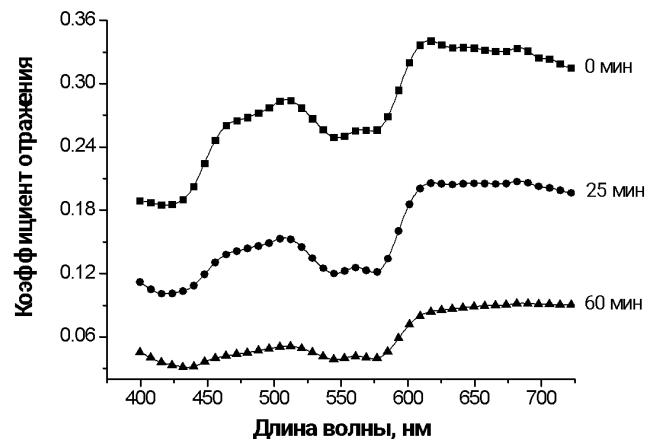
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики



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

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



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

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

III Троицкая конференция
МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА И ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Иммерсионная жидкость	Коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{сек}$ (<i>in vitro</i>)	Иммерсионная жидкость	Коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{сек}$ (<i>in vivo</i>)
Глицерин 88%	$(5.1 \pm 2.3) \times 10^{-7}$	Глицерин 88%	$(1.16 \pm 0.03) \times 10^{-6}$
Глюкоза 40%	$(3.2 \pm 0.4) \times 10^{-6}$	Глюкоза 40%	$(1.10 \pm 0.15) \times 10^{-6}$
		Глюкоза 40% (кожа человека)	$(2.56 \pm 0.13) \times 10^{-6}$

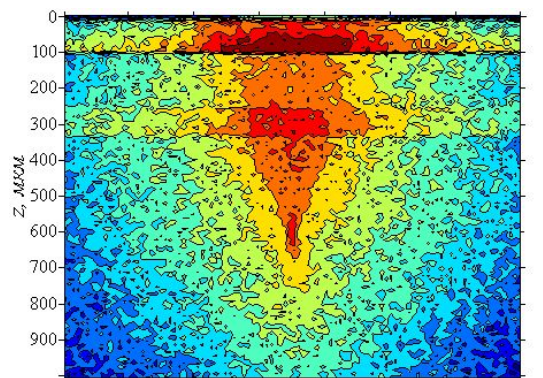


Дерматология

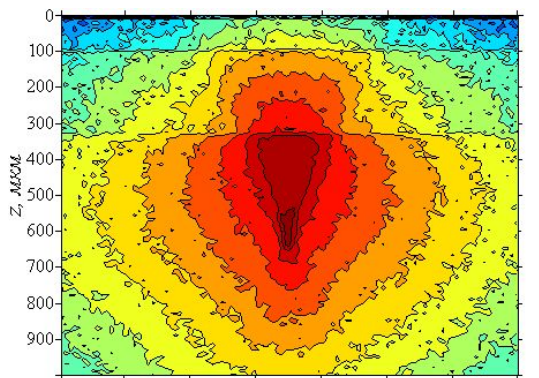
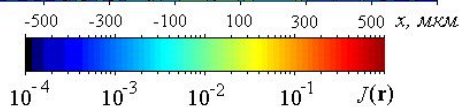
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики

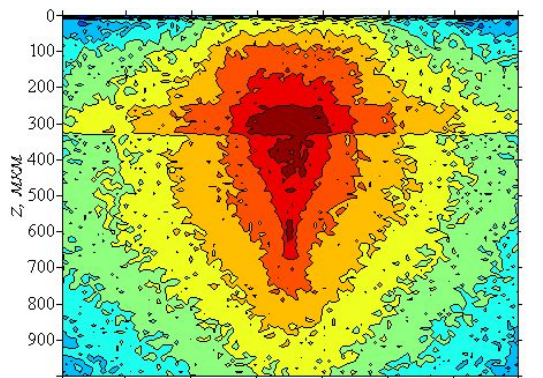
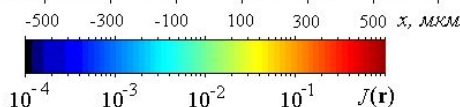
Отражательная
конфокальная
микроскопия



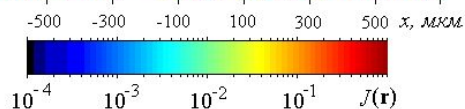
A)



B)



Б)



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



Дерматология

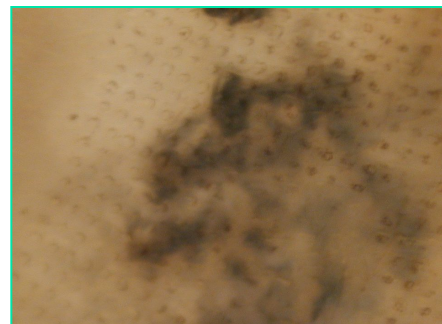
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

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

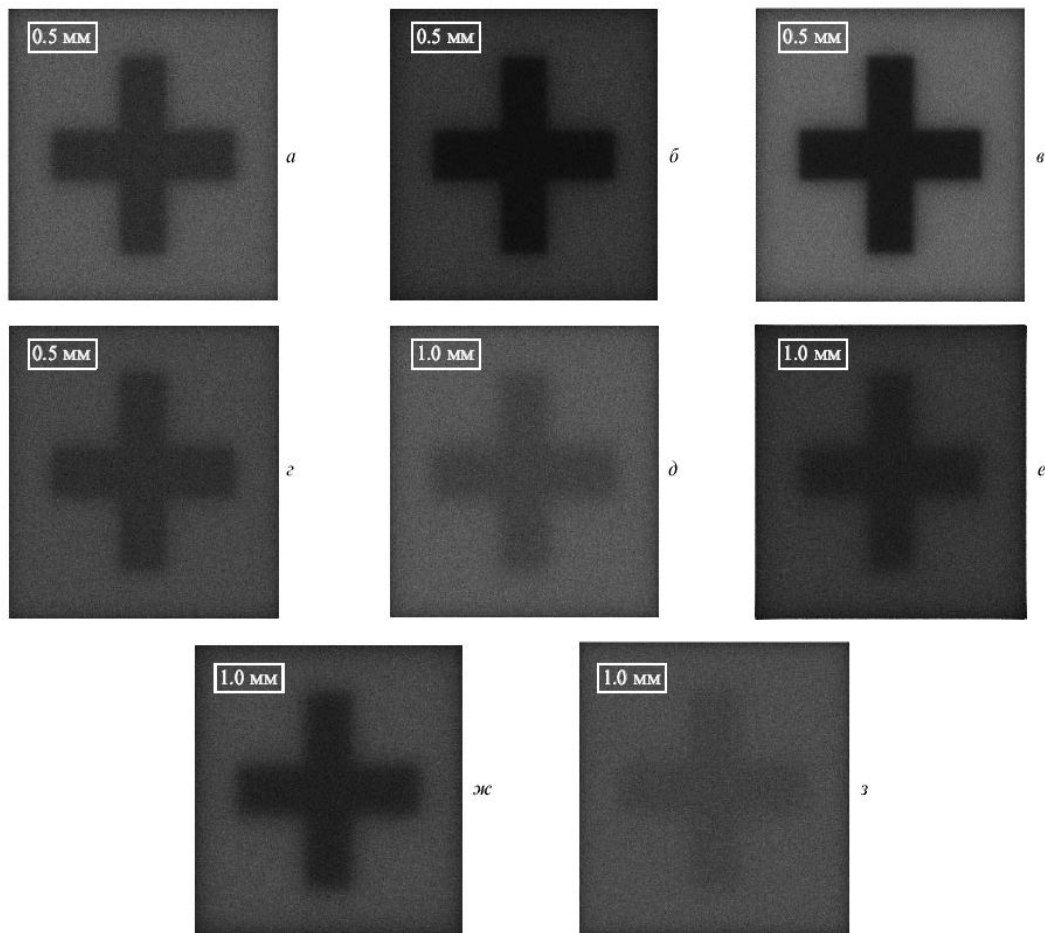
воздействия глицерином



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

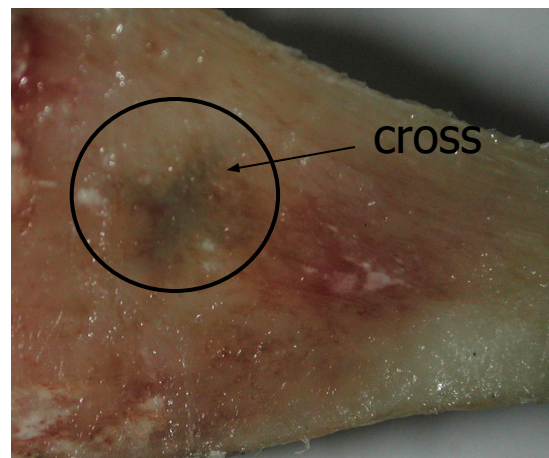
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики



Черепная кость человека до
просветления

Черепная кость человека
после оптического просветления
пропиленгликолем



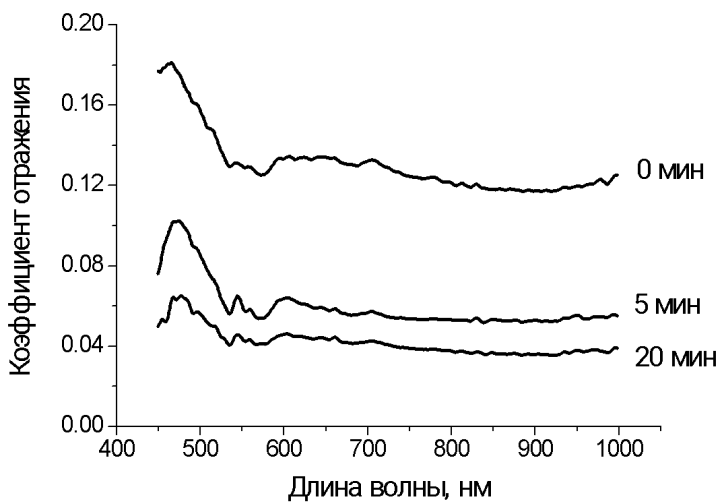
Genina E.A., Bashkatov A.N., Tuchin V.V. Optical clearing of cranial bone // Advances in Optical Technologies, 267867, 2008



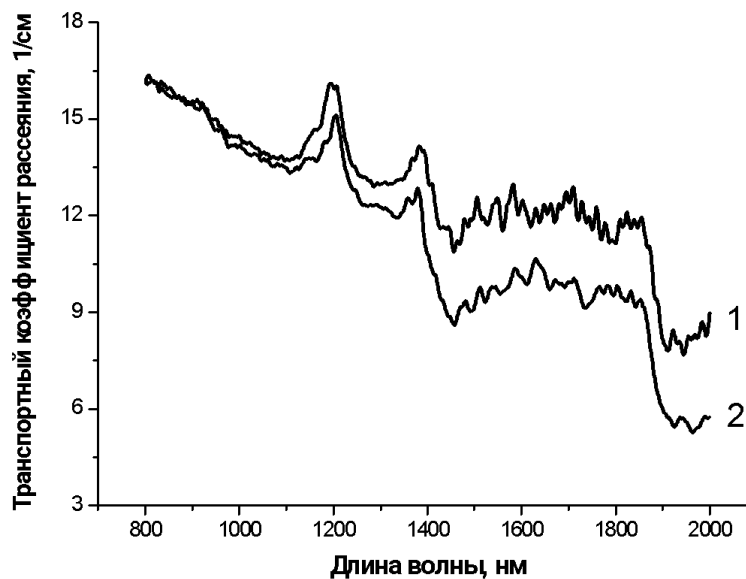
Томография мозга

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

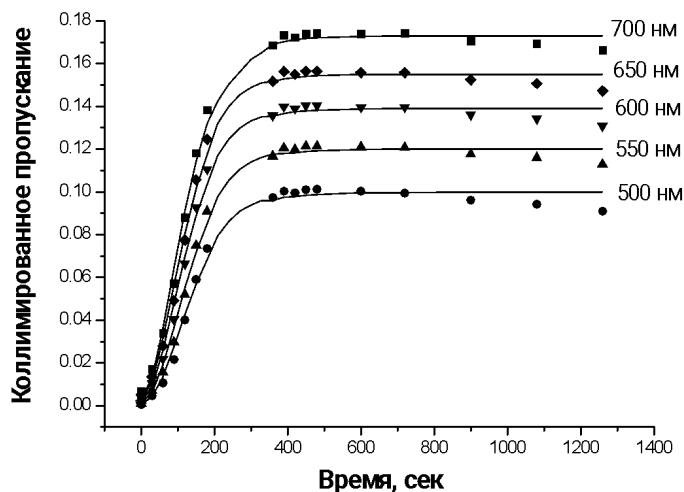
Genina E.A., Bashkatov A.N., Tuchin V.V.
Optical clearing of cranial bone //
Advances in Optical Technologies,
267867, 2008



Томография мозга

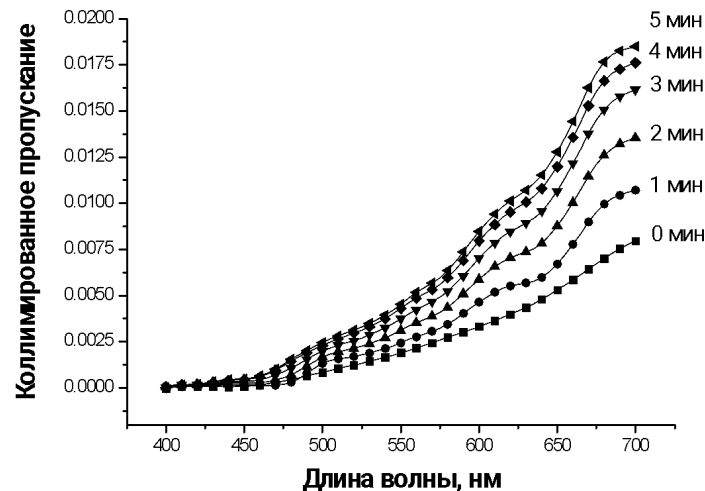
Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики



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

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



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

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



Заключение

Саратовский
государственный
университет
им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра оптики и
биомедицинской физики

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**