

УДК 535.37, 546.59

Ю.В. Барбашов^{1,2}, А. Д. Залесский^{1,2}, А. А. Астафьев², А. А. Горенберг²,
А. В. Айбушев², О. М. Саркисов², В. А. Надточенко³, О. А. Кокшарова⁴,
И. А. Хмель⁴

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

³Институт проблем химической физики РАН

⁴Институт молекулярной генетики РАН

Двухфотонная люминесценция цианобактерий Anabaena sp. PCC 7120 в присутствии эндогенно образованных золотых наночастиц

Обнаружена и исследована двухфотонная люминесценция и генерация второй гармоники в цианобактериях *Anabaena sp. PCC 7120* с эндогенно образованными наночастицами золота. В системе с Au наночастицами уровень двухфотонной люминесценции существенно выше, чем в контрольных образцах цианобактерий без золотых наночастиц. Показано, что усиленная двухфотонная люминесценция связана с усилением ближнего электромагнитного поля модами локализованного поверхностного плазмон-поляритона Au наночастиц. Обсуждается возможность применения Au наночастиц для визуализации биологической ткани в сканирующем многофотонном люминесцентном микроскопе при возбуждении в ближнем ИК-диапазоне титан-сапфировым фемтосекундным лазером.

Ключевые слова: двухфотонная люминесценция, генерация второй гармоники, золотые наночастицы, цианобактерии, поверхностный плазмон-поляритон.

УДК 57.088.1

Е. Г. Дирюгина^{1,2}, А. Г. Буренин^{1,2}, М. П. Никитин^{1,2}, А. В. Орлов^{1,2},
П. И. Никитин²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

Детекция в реальном времени аутоантител в сыворотке крови с помощью безметочной биосенсорной системы Пикоскоп_r

Разработан иммуноанализ для детекции в реальном времени аутоантител в сложных средах с помощью безметочной биосенсорной системы Пикоскоп_r. Работоспособность анализа экспериментально продемонстрирована на примере регистрации аутоантител к тиреоглобулину и тиреопероксидазе в сыворотке крови человека. В экспериментах достигнуты клинически значимые пределы обнаружения антител.

Ключевые слова: Детекция биомолекул в сложных средах, безметочные методы, биосенсоры, сыворотка крови, антитела на тиреоглобулин, антитела на тиреопероксидазу.

УДК 616-006

Д. А. Зубцов¹, Ж.И. Зубцова¹, А. В. Лавров², Е. В. Легченко¹,
В. А. Аладинский¹, А. В. Потеряхина¹, Д. В. Гольдштейн²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Медико-генетический научный центр РАМН

Циркулирующие опухолевые клетки (ЦОК) при раке молочной железы: прогностическая значимость и методы выделения

Существуют различные методы обнаружения циркулирующих опухолевых клеток в крови больных. Проведен анализ литературы, дана оценка преимуществ каждой из применяемых технологий. Основным показателем оценки являлись чувствительность и специфичность метода определения ЦОК. Для изучения оценки прогностической значимости определения опухолевых клеток в крови пациентов были изучены научные работы в базах Pubmed и eLibrary, а также работы из списков цитирования ключевых обзорных статей по данной теме.

Ключевые слова: циркулирующие опухолевые клетки, диссеминированные опухолевые клетки, рак молочной железы, прогноз заболевания, диагноз, полимеразная цепная реакция в реальном времени.

УДК 543.42+453.082.534

А. В. Коваль^{1,2}, Е. В. Степанов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова

Метод высокоточного сравнения изотопического состава CO₂ в образцах выдыхаемого воздуха на основе лазерного спектрального анализа

Предложен метод сравнения изотопного состава проб выдыхаемого воздуха, основанный на использовании лазерного спектрального анализа и позволяющий с высокой точностью детектировать диагностически значимые изменения относительных концентраций ¹³CO₂/¹²CO₂ в выдыхаемом воздухе при проведении изотопических дыхательных тестов. На основе компьютерного моделирования алгоритма обработки спектральных данных исследовано влияние шумов на результаты анализа, определены наилучшие для анализа спектральные области и предложены способы устранения помех различного происхождения.

Ключевые слова: анализ изотопного состава, спектры пропускания CO₂, лазерный спектральный анализ, изотопические дыхательные тесты.

УДК 538.935

Д. А. Овсянников^{1,2}, М.Ю. Попов², С. Г. Буга², В. В. Аксененков²,
А. Н. Кириченко², Р. Л. Ломакин², С. А. Тарелкин², Е. В. Татьянан²,
В. Д. Бланк²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов

Электрические свойства наноструктурированного германия и нанокомпозитов Ge-C₆₀

Методом дробления в планетарной мельнице с последующим горячим прессованием изготовлены нанокристаллические образцы германия, а также нанокомпозитные, нанофрагментированные фуллереном C₆₀ с концентрацией до 9 об%. Исследованы их структурные и электрические свойства (электропроводность, холловская подвижность и концентрация свободных носителей зарядов). Фуллерен C₆₀ препятствует процессу рекристаллизации при спекании образцов и позволяет варьировать средний размер кристаллитов *l* в образцах от 15 до 100 нм. В результате нанофрагментирования была повышена электрическая проводимость образцов германия и нанокомпозитов в несколько раз. Наблюдаются немонотонные зависимости величины удельной электрической проводимости σ и холловской подвижности свободных носителей заряда μ_n от величины *l*. Полученные зависимости $\sigma(l)$ и $\mu_n(l)$ могут быть обусловлены большой концентрацией неравновесных дефектных вакансий на границах зерен нанокристаллов, а также квантовыми размерными эффектами.

Ключевые слова: наноструктурирование, электрические свойства, фуллерен, германий, полупроводник.

УДК 543.555.5

Ю.С. Семенов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Институт медико-биологических проблем РАН

Математическая модель индуктивной измерительной ячейки для бесконтактной кондуктометрии

В данной работе исследуется индуктивная кондуктометрическая ячейка. Приведена эквивалентная схема и математическая модель индуктивной ячейки, учитывающая помимо индукционных токов влияние паразитной емкости образец-катушка. Именно влияние этой емкости делает возможным применение индуктивных ячеек для контроля электропроводности слабо проводящих образцов (удельная электропроводность менее 1 См/м). Математическая модель позволяет рассчитать импеданс индуктивной ячейки в зависимости от электропроводности образца, геометрических параметров и свойств материалов, из которых изготовлена ячейка, без привлечения численных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных. Для экспериментальной проверки результатов моделирования использованы несколько конструкций бесконтактных кондуктометров с индуктивной ячейкой. Отдельно обсуждаются особенности, на которые стоит обратить особое внимание при разработке кондуктометра с индуктивной ячейкой.

Ключевые слова: кондуктометрия, индуктивная кондуктометрическая ячейка, -ячейка, кондуктометр, емкостный эффект в индуктивной ячейке, скин-эффект в индуктивной ячейке.

УДК 577.352.45

А. В. Шувалов¹, Ю.В. Орлова¹, Н. А. Мясоедов¹, Д. В. Беляев^{1,2},

Л. А. Халилова¹, И. М. Андреев¹, Ю.В. Балнокин^{1,3}

¹Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Функциональная идентификация Cl⁻/H⁺-антипортера в мембранной фракции клеток корня галофита *Suaeda altissima* (L.) Pall.

На выделенном из корней галофита *Suaeda altissima* мембранном препарате, обогащенном плазмалеммой, показано функционирование Cl⁻/H⁺-антипортера. Идентификацию Cl⁻/H⁺-антипортера и исследование свойств осуществляемого им Cl⁻/H⁺-обмена проводили с помощью оптических зондов (акридиновый оранжевый, пиранин и сафранин O), позволяющих регистрировать изменения pH внутри везикул и изменения электрического трансмембранного потенциала, которые происходят при наложении на мембрану концентрационного градиента Cl⁻. Предполагается, что физиологическая роль Cl⁻/H⁺-антипортера состоит в поддержании концентраций Cl⁻ в цитоплазме на нетоксическом уровне в условиях засоления.

Ключевые слова: галофит *Suaeda altissima*, мембранная фракция, плазмалемма, Cl⁻/H⁺-антипортер, Cl⁻-гомеостаз.

УДК 539.216.2

А. П. Алехин, И. П. Григал, С. А. Гудкова, А. М. Маркеев, П. А. Стариков,

А. А. Чуприк

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Структурно-химические и электрофизические свойства тонких пленок Ti_{0.3}Al_{0.7}O_y, полученных методом атомно-слоевого осаждения

Трехкомпонентные пленки Ti_{0.3}Al_{0.7}O_y толщиной 3–40 нм были выращены на Si-подложках методом атомно-слоевого осаждения. Исходные пленки обладают аморфной структурой вне зависимости от толщины. Быстрый термический отжиг (БТО) при температуре 700 °C приводит к формированию кристаллической фазы TiAl₂O₅ в пленках Ti_{0.3}Al_{0.7}O_y толщиной ~40 нм, более тонкие пленки остаются аморфными. Диэлектрическая проницаемость отожженных Ti_{0.3}Al_{0.7}O_y-пленок варьируется в диапазоне $k = 14–19$ при изменении толщины от 3 до 40 нм. Значение эквивалентной толщины SET (capacitance equivalent thickness) пленки толщиной ~3 нм равно 1.4 нм. На границе раздела Ti_{0.3}Al_{0.7}O_y–Si в течение АСО-процесса образуется переходный слой SiO_x толщиной ~0,6–0,7 нм, увеличивающийся в результате БТО до ~2–3 нм, что приводит к уменьшению токов утечек на три порядка величины. Оптимальная температура БТО с точки зрения наибольшей величины k и наименьших токов утечки составляет 700 °C.

Ключевые слова: атомно-слоевое осаждение (АСО), диэлектрики с высокой диэлектрической постоянной, Al-Ti-O, токи утечки, электрофизические свойства.

УДК 538.935

А.А. Замешин^{1,2}, М.Ю. Попов¹, В. В. Медведев^{1,2}, С. А. Перфилов¹,

Р. Л. Ломакин¹, С. Г. Буга¹, В. Н. Денисов¹, А. Н. Кириченко¹, Е. В. Татьянин¹,

В. В. Аксененков¹, В. Д. Бланк¹

¹ФГБНУ ТИСНУМ г. Троицк

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Электропроводность нанофрагментированного и модифицированного фуллереном алюминия

В данной работе исследована электропроводность нанофрагментированного алюминия, модифицированного фуллереном C₆₀, показана возможность оптимизации его электрических и механических свойств. Предложена модель, позволяющая оценить электропроводность такого материала. Получены и исследованы образцы с различными массовыми долями C₆₀ и размерами

алюминиевых кристаллитов, определены средний размер кристаллитов, электропроводность и твердость этих образцов. Проведено сравнение теоретической модели с экспериментальными данными. Модель хорошо согласуется с экспериментом. Исследования структуры материала методом спектроскопии комбинационного рассеяния показывают наличие ковалентных связей между алюминием в кластерах и молекулами C_{60} и согласуются с предложенной оболочечной моделью структуры.

Ключевые слова: наноккомпозит, электропроводность, алюминий, фуллерен.

УДК 004.081.1

Н. А. Заркевич

Псковский государственный университет
University of Maryland, College Park

Перфорированный графен как носитель информации: перфокарта атомного масштаба

Перфорированные двумерные кристаллы рассматриваются как носители информации. Для графена вычислена максимальная теоретическая плотность записи: $74 \cdot 10^{14}$ байт/см², или $24 \cdot 10^{21}$ байт/см³, или 10^{21} байт/г. Наноперфокарты могут сворачиваться или штабелироваться в пористый кристалл без потери информации. Информация также может храниться в перфорированных графеновых нанолентах – аналогах перфолент атомного масштаба. Для перфорации годятся любые двумерные кристаллы; графен – лишь один из них.

Ключевые слова: Перфокарта, двумерный кристалл, графен, нанотехнология, вакансия, плотность информации.

УДК 538.911

А.Ю. Кузин², П. А. Тодуа^{2,3}, В. И. Панов^{1,2}, А. И. Орешкин¹

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

²Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума»

³Московский физико-технический институт (государственный университет)

Особенности применения реконструированной поверхности кремния для калибровки СТМ при измерении геометрических параметров объектов

Продемонстрирована возможность использования реконструированной поверхности 7×7 -Si(111) и монатоатомных ступеней на этой поверхности в качестве эталонных объектов для калибровки сверхвысоковакуумного сканирующего туннельного микроскопа.

Ключевые слова: сканирующий туннельный микроскоп, реконструкция, кремний, сверхвысокий вакуум.

УДК 539.2

А. И. Рязанов, Е. В. Семенов, Т. И. Могилюк

Научный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Разработка теоретической модели для расчёта размножения электронов в полупроводниковых материалах при облучении его быстрыми электронами

Рассмотрены каскады электронных столкновений, созданные высокоэнергетическими электронами в результате облучения ими твердых тел. Решение задачи основывается на исследовании кинетического уравнения для движущихся электронов. Для этого уравнения построена модельная индикатриса рассеяния при произвольном потенциале взаимодействия частиц. С помощью построенной модельной индикатрисы рассеяния получено энергетическое распределение движущихся частиц. На основе вычисленного энергетического распределения движущихся частиц для произвольных потенциалов межчастичного взаимодействия находится каскадная функция возбужденных частиц $\nu(\epsilon)$.

Ключевые слова: электроны, облучение, сечение рассеяния, индикатриса рассеяния, каскады, размножение электронов.

УДК 535.015, 53.06

А. А. Щербаков, Я. В. Лесничий

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Морфология и оптические свойства тонких пленок однослойных углеродных нанотрубок, нанесенных методом воздушно-капельного распыления

Исследована морфология тонких пленок однослойных углеродных нанотрубок, полученных методом воздушно-капельного распыления из водных растворов. Нанесенные пленки излучены с помощью оптической и электронной микроскопии, измерены спектры их оптического пропускания и проводимость.

Ключевые слова: однослойные углеродные нанотрубки, прозрачные электроды.

УДК 004.318

Ю.В. Байда^{1,2}, А. В. Бутузов², А. Г. Ефимов², М. С. Цветков²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ЗАО «Интел А/О»

Методология перехода от программной потактовой модели микропроцессора к аппаратному симулятору на базе программируемой логики

Разработка новой микропроцессорной архитектуры требует принятия большого количества решений, основанных на результатах моделирования производительности. Использование ПЛИС позволяет создать симулятор микропроцессора, обладающий на три порядка большей скоростью, чем традиционные программные симуляторы. В статье представлена оригинальная методология перехода от существующего программного потактового симулятора к аппаратной модели на базе программируемой логики.

Ключевые слова: микропроцессор, микроархитектура, потактовая, симулятор, симуляция, производительность, модель, ПЛИС.

УДК 629.7.05, 520.8

А. П. Трещалин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

ЗАО «НПО «Лептон», Зеленоград

Применение оптико-электронной аппаратуры космических аппаратов для предварительного определения параметров орбит околоземных объектов

Рассматривается задача предварительного определения орбиты космического объекта (например, космический мусор) с помощью аппаратуры, установленной на борту космического аппарата, находящегося на околоземной орбите. Необходимые начальные данные могут быть получены с приборов, входящих в систему навигации и ориентации большинства современных космических аппаратов — приемника системы глобального позиционирования (ГЛОНАСС, GPS) и звездного датчика. Разработана модель системы и с ее помощью получены оценки достижимой точности предварительного определения параметров орбиты объекта при реально достижимой точности исходных данных.

Ключевые слова: предварительное определение орбит, космический мусор, звездный датчик, компьютерная модель.

УДК 519.686

Е. Е. Хатько

Московский физико-технический институт (государственный университет)
ООО «Даймонд Квалити»

Об одном методе тестирования «мобильных» Приложений

В статье предложен метод тестирования пользовательского интерфейса «мобильных» приложений, основанный на применении расширенных конечных автоматов. Суть метода заключается в выделении состояний конечного автомата путем декомпозиции приложения и последующей генерации тестов с применением алгоритма траверса графов. Рассмотрена одна из реализаций алгоритма генерации тестового набора.

Ключевые слова: Тестирование, конечные автоматы, алгоритм траверса, обход графа.

УДК 621.383

В. Г. Шинкаренко

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Особенности доплеровских методов в локационных лазерных системах видения

Показано, что благодаря дистанционному определению пространственной производной строки сканирования локационные лазерные системы видения способны формировать сигналы визуализации градиентного изображения, третьим измерением которого являются контуры, высота и крутизна наклона объёмных элементов объектов и рельефа местности. Определено, что доплеровские сдвиги частоты огибающей оптического сигнала, возникающие при сканировании градиентной поверхности, несут информацию о величине и знаке угла наклона объёмных элементов объектов и рельефа местности. Сделан вывод аналитических соотношений, устанавливающих зависимость доплеровского сдвига частоты поднесущей зондирующего сигнала от пространственной производной строки сканирования. Определён доплеровский сдвиг частоты бортовых лазерных локаторов бокового обзора, учитывающий особенности рельефа местности.

Ключевые слова: лазерные системы видения, третье измерение, доплеровский сдвиг, градиентное изображение, 3D-изображение, лазерная локация.

УДК 621.391

В.Ю. Юркин¹, Т. И. Мохсени²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт Радиотехники и Электроники им. В.А. Котельникова РАН

Иерархические подходы к самоорганизации в беспроводных сверхширокополосных сенсорных сетях на основе хаотических радиоимпульсов

В работе рассматривается задача самоорганизации в беспроводных сенсорных сетях и предлагаются два алгоритма для её решения. Приводятся результаты имитационного моделирования обоих алгоритмов. Оценивается время самоорганизации сети при использовании узкополосных и сверхширокополосных сигналов в рамках стандартов IEEE 802.15.4 и IEEE 802.15.4a.

Ключевые слова: самоорганизация, беспроводные сенсорные сети, множественный доступ с разделением по времени.

УДК 537.322.2

С. Л. Бабичев, К. А. Коньков, А. К. Коньков

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Использование пула вычислительных потоков со статическим планированием для оптимизации подсистемы защищённых виртуальных носителей модифицированной защищённой среды

Излагаются аспекты реализации модифицированной защищённой среды, используемой для уменьшения уязвимости в современных операционных системах. Рассматривается подсистема защищённых виртуальных носителей и вопросы эффективности реализации данной подсистемы, в частности максимально полное использование вычислительных ядер. Для этого предлагается механизм пула вычислительных потоков, реализация данного механизма и доказываются отсутствие тупиков в реализации.

Ключевые слова: модифицированная защищённая среда, защищённые виртуальные носители, пул вычислительных потоков, сети Петри, статическое планирование, отсутствие тупиков.

УДК 537.322.2

А. Г. Бирюков¹, А. И. Гриневич^{2,1}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ООО «ГринМарк»

О гарантированной точности решений задач вычислительной математики в арифметике с плавающей запятой и переменной длиной мантиссы

Статья посвящена вопросам анализа погрешностей округления решений задач вычислительной математики (ВМ) на ЭВМ в арифметике с плавающей запятой и переменной длиной мантиссы машинного числа (МЧ). Получены оценки погрешностей решения задач ВМ в зависимости от длины мантиссы МЧ и оценки длины мантиссы, гарантирующей достижение требуемой точности решения.

Ключевые слова: погрешность округления и точность решения задач вычислительной математики, машинное число с переменной длиной мантиссы, алгоритм типа Маркова вычисления значения функции, гарантированная точность решений задач ВМ.

УДК 519.688

А. Н. Мягков¹, Ю.И. Бродский²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН

Об управлении временем в распределённых имитационных моделях

Обсуждаются вопросы, касающиеся алгоритмов синхронизации модельного времени в таких сложных распределённых имитационных моделях, для компонент (или отдельных агентов) которых известны определённые правила их взаимодействия между собой, позволяющие в некоторых случаях оптимизировать алгоритмы управления временем. Рассматриваются также вопросы общей эффективности таких алгоритмов.

Ключевые слова: управление временем, декларативная парадигма программирования, компонента, событие.

УДК 519.246

Д. И. Пономарев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Использование алгоритмов обнаружения паттернов для идентификации жестов оператора в записях управляющего сигнала манипулятора

Разработан манипулятор на основе MEMS-акселерометра, который отслеживает движения руки оператора в трехмерном пространстве. Драйвер манипулятора формирует сигнал, управляющий курсором компьютерной мыши. Показано, что драйвер становится интеллектуальным, повторно используя этот управляющий сигнал, чтобы следить за действиями оператора и строить портрет произвольных действий оператора как последовательности жестов его руки. Для этого используются алгоритмы обнаружения паттернов в записях управляющего сигнала манипулятора.

Ключевые слова: дистанционный манипулятор, акселерометр, управляющий сигнал, обнаружение паттернов, метод Прони, алгоритм динамического искажения времени, алгоритм Mueen-Keogh Motif Discovery, CUDA.

УДК 629.7.05

Н. Е. Зубов¹, Е. А. Микрин^{1,2}, С. С. Негодяев^{2,3}, В. Н. Рябченко^{2,4}

¹Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Центральный научно-исследовательский институт химии и механики им. Д.И. Менделеева

⁴ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»

Синтез одноканальной системы разгрузки кинетического момента инерционных исполнительных органов космического аппарата

Рассматривается задача гравитационной разгрузки кинетического момента инерционных исполнительных органов космического аппарата в канале тангажа для круговых и эллиптических орбит с использованием ленточного критерия управляемости. Синтезированы законы управления гравитационной разгрузки и стабилизации заданного положения космического аппарата, однозначно определяемые параметрами объекта и задаваемыми коэффициентами характеристического уравнения.

Ключевые слова: инерционные исполнительные органы, разгрузка кинетического момента, обратная связь по состоянию, замкнутая система, ленточный критерий управляемости, ортогональный делитель нуля.

УДК 621.039.58

Р.Ш. Кальметьев, А. С. Филиппов, Д. В. Михайлович

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Анализ значимости и чувствительности результатов вероятностного анализа безопасности АЭС

Приведена основная цель анализа значимости и анализа чувствительности. Рассмотрены классы и типы анализа значимости и анализа чувствительности. Описаны методики анализа значимости и анализа чувствительности.

Ключевые слова: анализ значимости, анализ чувствительности, исходные данные, модель.

УДК 519.219.5, 539.264

В. С. Свительман¹, О.Ю. Динариев²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Московский научно-исследовательский центр «Шлюмберже»

Геостатистический анализ микроструктуры горных пород с использованием метода разложения по сферическим гармоникам

Геологическое описание месторождений основывается на петрофизических свойствах горных пород. В настоящее время для выявления петрофизических характеристик активно используется метод рентгеновской микротомографии, который позволяет получать трехмерные модели микроструктуры горных пород. Из-за сравнительной новизны этого метода значительный объем информации, содержащийся в микротомограммах, недостаточно изучен и нуждается в новых научно обоснованных техниках обработки и систематизации. Поскольку микротомограммы пород представляют собой случайные трехмерные объекты, применимы геостатистические методы. Показывается, что метод разложения по сферическим гармоникам может быть использован для выявления таких характеристик, как сложная структура спектра корреляционных длин и анизотропия на различных масштабах. Таким образом, расширяется классификационная база микроструктуры пород на основе вариограммного анализа.

Ключевые слова: геостатистика, вариограмма, сферические гармоники, микротомография.