

## СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ

Автор и соавтор более 150 научных и учебно-методических работ.

Научные интересы: дробный анализ, рентгеновская и нейтронная оптика, квантовая электроника (рентгеновские лазеры и гамма-лазеры), квантовая теория поля и физика элементарных частиц, математическая психология, физика пространства-времени.

### Математика. Дробный анализ

#### Основные публикации:

1. Чуриков В.А. Дополнительные главы анализа. Дробное интегрирование и дробное дифференцирование на основе  $d$ -оператора: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 118 с.
2. Чуриков В.А. Краткое введение в дробный анализ целочисленных порядков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 72 с.
3. Чуриков В.А. Краткое введение в дробный анализ на основе оператора Адамара – учебное пособие. Томск. ТПУ, 2009, Рег. № 75 от 27.05.04, 81 с.
4. Чуриков В.А. Дробный анализ на основе оператора Адамара // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312, – № 2 (Математика и механика. Физика). – С. 16–20.
5. Чуриков В.А. Программа и принципы построения дробного анализа // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 2. – С. 9–12.
6. Чуриков В.А. Дробные производные и дробные интегралы с переменным порядком // Труды VIII Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы развития фундаментальных наук. Россия, Томск, НИ ТПУ, 26 – 29 апреля 2011 г. (VII International Conference “Prospects of fundamental sciences development”. Russia, Tomsk, April 26 – 29, 2011). – Томск: Изд-во ТПУ, – 2011, – С. 513–515.
7. Чуриков В.А. Многозначность производных и первообразных в дробном анализе дробного порядка на основе  $d$ -оператора вещественных порядков // Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики: Материалы второй международной конференции молодых ученых «Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики», Терскол, 28 ноября - 1 декабря, 2012 г. – Нальчик: ООО «Редакция журнала «Эльбрус» – 2012, – С. 255–259.
8. Чуриков В.А. Экспоненциальное вырождение в случае нецелочисленных порядков в локальном дробном анализе на основе  $d$ -оператора // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 2 (Математика и механика. Физика). – С. 29–33.
9. Чуриков В.А. Определённые интегралы в  $d$ -анализе с учётом многозначности неопределённых интегралов / Международная конференция «Дифференциальные уравнения и математическое моделирование», посвященной 70-летию со дня рождения доктора физ.-мат. наук, проф. В.Н. Врагова: Тезисы докладов. Улан-Удэ и Байкал, 22 - 27 июня 2015 г. - Улан-Удэ: Из-во ВСГУТУ, - 2015, с. 320 – 322.

### *Аннотация работ:*

Дано обобщение классического анализа на случай нецелочисленных вещественных порядков, переменных вещественных порядков и комплексных порядков производных и интегралов.

1. Заложены основы для построения последовательной и непротиворечивой теории локального дробного анализа на основе введённого в работе *d-оператора* и различных его обобщений (*d-анализ*). Для *d-анализа* выполняется принцип соответствия, согласно которому, классический анализ является частным случаем *d-анализа*, когда порядки интегрирования равны 1.

Дано обобщения *d-оператора* для порядков интегрирования переменных вещественных порядков.

В *d-анализе* были использованы *дробностепенные ряды* для представления функций одного вещественного аргумента.

2. В *d-анализе* получены новые функции одного вещественного аргумента, например *полиномы интегрирования и дифференцирования*, *главные* и дополнительные экспоненты комплексных порядков, *гиперболические* и *тригонометрические функции комплексных порядков*.

3. Показано, что *d-анализ* можно представить как бесконечное множество теорий (*ветвей d-анализа*), определяемых порядком интегрирования. Ветвь порядка 1 соответствует классическому анализу, что является следствием выполнения принципа соответствия.

Показано, что для порядков интегрирования отличных от  $n^{-1}$  ( $n$  – натуральные числа), наблюдается вырождение функций и дробностепенных рядов, например, для одного порядка имеется более одной экспоненты.

4. Показано, что при дробном интегрировании нецелочисленных порядков функций одной вещественной переменной образуется более одной производной и первообразной, вплоть до их бесконечного счётного множества в зависимости от порядка.

5. В *d-анализе* получены два новых обобщения формулы Ньютона – Лейбница на случай вещественных и комплексных порядков и на случай многозначных первообразных вещественных и комплексных порядков, что приводит к многозначности при нахождении определённого интеграла.

6. Получено обобщение основной теоремы алгебры для решений алгебраических уравнений. В основе данных уравнений лежат полиномы любых вещественных порядков, включая нецелочисленные. Показано, что для рациональных порядков алгебраические уравнения имеют конечное число корней, а для иррациональных порядков – бесконечное счётное множество корней.

7. На основе *d-оператора* найдены обобщения ряда известных физических законов для случая сред с дробной размерностью, таких как законы Фурье для теплопроводности, Фика для диффузии, Ома и Джоуля – Ленца для электропроводности, Бугера – Ламберта – Бера для затухания света при прохождении его в среде, закона лазерного излучения инвертированных сред. Получено решение дифференциального уравнения Мальтуса дробного вещественного порядка с фрактальным временем.

### **Физика. Рентгеновская оптика, нейтронная оптика**

#### *Основные публикации:*

1. Чуриков В.А. Кольцевой резонатор для рентгеновского лазера // Вестник ТГПУ.– 1998.– № 5.– С. 56–57.

2. Чуриков В.А. Концентратор рентгеновского излучения // Вестник ТГПУ (Серия: Естественные науки).– 2000.– № 9(25).– С. 46–47.

3. Чуриков В.А. Кольцевой резонатор для рентгеновского лазера на зеркалах скользящего падения // Оптика атмосферы и океана.– 2002.– Т. 15.– № 3.– С. 271–274.
4. Чуриков В.А. Резонатор для рентгеновского излучения с грушевидными отражателями // Квантовая электроника.– 2003.– Т. 33.– № 11.
5. Чуриков В.А. Собирающая мультилинза для преломляющей рентгеновской и нейтронной оптики // Письма в журнал технической физики.– 2003.– Т. 29.– № 23.– С. 75–83.
6. Чуриков В.А. Резонаторы на основе оптики скользящего падения для вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения // Оптика атмосферы и океана.– 2004.– Т. 17.– № 2–3.– С. 188–195.

*Аннотация работ:*

Преломляющая рентгеновская оптика и рентгеновская оптика скользящего падения, преломляющая оптика вакуумного ультрафиолетового диапазона, преломляющая нейтронная оптика.

Предложены мультилинзы для которых характерны следующие свойства:

1. Концентрическое расположение  $N$  кольцевых микролинз повышает плотность потока собираемого в их общем фокусе излучения в  $N^2$  раз, а апертуру такой системы — приблизительно в  $2N$  раз по сравнению с отдельной сферической микролинзой с тем же радиусом кривизны  $R$ .

Для рентгеновского и нейтронного излучения радиусы кривизны микролинз, составляющих указанную систему, лежат в пределах  $R = 0,01 \div 0,0001$  см, а характерные фокусные расстояния — в пределах  $f = 0,1 \div 10$  см;

2. Для рентгеновского излучения с длинами волн  $\lambda = 1 \div 30$  Å для создания систем микролинз наилучшими являются материалы, состоящие из химических элементов с зарядами ядер  $Z = 1 \div 6$  с возможными примесями из лёгких элементов с  $Z > 6$ .

В области длин волн  $\lambda = 100 \div 1000$  Å для различных металлических и диэлектрических материалов наилучшей является толщина микролинзы, близкая к  $1000$  Å.

Для нейтронного излучения с длинами волн  $\lambda = 1 \div 30$  Å для создания систем микролинз наилучшими являются материалы с максимальной концентрацией рабочего изотопа;

3. В системах концентрически расположенных кольцевых микролинз с общим фокусом имеют место специфические аберрации. К последним относятся:

- а. “Разброс фокусов микролинз” в системе микролинз, возникающий вследствие несовпадения их фокусов, что приводит к хаотическому размыванию изображения, получаемого системой микролинз;

- б. “Кольцевые фокусы”, возникающие вследствие рассогласования значений корректирующих углов микропризм и радиусов кривизны кольцевых микролинз в системе микролинз. Вследствие этого изображение точки имеет форму замкнутой линии, близкой к кольцу;

- в. “Угловые аберрации”, которые появляются при построении изображений в системе микролинз, снабженных корректирующими микропризмами, из-за поворота последними проходящих через них потоков излучения на малые углы  $\alpha_n$ . В результате отдельные микролинзы формируют изображения, расположенные под различными углами друг относительно друга;

*Предложены концентраторы, имеющие следующие особенности:*

4. Плазменный источник рентгеновского излучения с характерным размером  $p$  в сочетании с отражателем, образованным совокупностью зеркал, плотно покрывающих полусферу, причём каждое из них, в свою очередь, состоит из совокупности вложенных отражающих поверхностей, близких к полусферам с характерными размерами  $R_g \gg p$ , концентрирует рентгеновское излучение в объёме с размерами порядка  $p$ ;

5. Минимальный продольный размер устройств, использующих оптику скользящего падения и работающих в режиме распространения волн (например, рентгеновских) вдоль вогнутых поверхностей путём многократных отражений под углами скольжения  $\theta \lesssim \theta_c = \sqrt{2\delta}$ , равен  $N\lambda$ , где  $N$  — число отражений волн,  $\lambda$  — длина волны,  $\theta_c$  — критический угол скольжения,  $\delta$  — декремент преломления материала поверхности;

## **Физика. Квантовая электроника. Рентгеновские лазеры и гамма-лазеры**

### **Основные публикации:**

1. Чуриков В.А. Резонаторы на основе оптики скользящего падения для вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения // Оптика атмосферы и океана.— 2004.— Т. 17.— № 2–3.— С. 188–195.
2. Чуриков В.А. Способ получения инверсии населенности уровней в гамма-лазерах на ядерных изомерах // Вестник ТГПУ.— 1988.— № 5.— С. 55.
3. Чуриков В.А. Особенности кинетики излучения аннигиляционных гамма-лазеров // Известия вузов. Физика.— 2003.— № 12.— С. 82–84.
4. Чуриков В.А. К вопросу создания гамма-лазера // Оптика атмосферы и океана.— 1999.— Т. — 12.— № 11.— С. 1010–1012.

### **Аннотация работ:**

Предложены и описаны принципы работы нескольких резонаторов для вакуумного ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения  $1000 \text{ \AA} \geq \lambda \geq 1 \text{ \AA}$ . Работа резонаторов основана на рентгеновской оптике скользящего падения. Рассмотрено несколько типов кольцевых резонаторов и резонатор с грушевидными отражателями, а так же полукольцевой резонатор, в котором кроме оптики скользящего падения используется многослойная рентгеновская оптика. Обсуждаются характеристики резонаторов и их эффективность.

Рассмотрены вопросы создания мёссбауэровских гамма-лазеров. Обсуждается вопрос получения инверсии населенности уровней в системе долгоживущих ядер-изомеров путем выращивания усовидных кристаллов из обогащенной ими смеси. Такие усовидные кристаллы должны служить рабочим телом для гамма-лазера. Используя такой способ получения инверсии в рабочем теле открывается реальный путь получения индуцированного гамма-излучения. Предлагается ряд ядер-изомеров на основе которых возможно создание гамма-лазера.

Исследованы особенности вынужденного излучения в аннигиляционных гамма-лазерах.

Предполагается принципиальная возможность вынужденной аннигиляции атомов состоящих из пар частиц-античастиц ( $e^+e^-$ ,  $p^+p^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ...). Системы из таких атомов не имеют нижнего уровня, что приводит к ряду необычных свойств. В такой системе всегда имеет место инверсия, нет процессов обратных вынужденному излучению. Система всегда активна, и в ней невозможно установить равновесие с резонансным излучением. В системе невозможно насыщение и просветление. Показано, что аннигиляционные гамма-лазеры работают по схеме одноуровневого лазера.

## **Физика. Квантовая теории поля и физика элементарных частиц**

### **Основные публикации:**

1. Чуриков В.А. Модель ришонов – составная модель кварков и лептонов //Труды IV Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы развития фундаментальных наук. Россия, Томск, 15 – 18 мая 2007 г.— С. 122 – 125.

2. Чуриков В.А. Калибровочные теории с векторным цветом // Труды IV Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы развития фундаментальных наук. Россия, Томск, 15 – 18 мая 2007 г.– С. 125 – 128.

*Аннотация работ:*

На основе феноменологической субкварковой модели ришонов, в соответствии с которой лептоны и кварки первого поколения можно скомбинировать из двух типов фермионов и соответствующих им античастиц. Кварки и лептоны формируются из трёх частиц или трёх соответствующих им античастицы. Лептоны и кварки более высоких поколений в данной модели рассматриваются как возбуждённые состояния лептонов и кварков первого поколения.

Было показано, что в рамках модели ришонов количество частиц и античастиц (а именно, ришонов и антиришонов) во Вселенной одинаково. Несимметрично только комбинирование ришонов и антиришонов в кварки и лептоны, и как следствие, в барионы и атомы. Другими словами в модели ришонов решается проблема асимметрии материи и антиматерии во Вселенной полностью или допускается некоторая малая асимметрия.

Дается попытка построить квантово-полевую модель взаимодействия ришонов путём обобщения некоммутативной теории калибровочных полей на случай многоцветных (векторных) зарядов. В моделях векторного цвета должен проявляться конфайнмент значительно более эффективный, чем в квантовой хромодинамике.

## **Психология. Математические модели в психологии**

*Основная публикация:*

1. Чуриков В. А. Образ как основа для математического описания психики // Вестник Томского государственного Педагогического Университета. Выпуск 2 (53) 2006. Серия: психология. – Томск, 2006. – С. 14–21.

*Аннотация работы:*

Предложена модель иконодинамики для описания информационных процессов в психике человека и животных и других информационных системах.

В подходе дается возможность строгого описания информационных систем получающих и обрабатывающих информацию в виде образов. Каждую информационную систему можно разделить на две основных части — *пассивную* и *активную*. Пассивная часть является совокупностью образов входящих в состав информационной системы, которые ею обрабатываются и хранятся в ней. Активная часть состоит из материальных структур информационной системы — *операторов*, которые занимаются обработкой образов. Такой подход, названный *иконодинамикой*, в частности, дает возможность для описания информационных процессов в психике человека и животных.