

# АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#43 (278), 2025

ЧАСТЬ I

# **Актуальные исследования**

Международный научный журнал

2025 • № 43 (278)

Часть I

Издаётся с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

**Главный редактор:** Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

**Ответственный редактор:** Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Абдуллин Тимур Зуфарович**, кандидат технических наук (Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара)

**Абидова Гулмира Шухратовна**, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Альборад Ахмед Абуди Хусейн**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль**, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед**, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

**Асаналиев Мелис Казыкеевич**, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

**Атаев Загир Вагитович**, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

**Бафоев Феруз Муртазоевич**, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

**Гаврилин Александр Васильевич**, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

**Галузо Василий Николаевич**, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

**Григорьев Михаил Федосеевич**, доктор сельскохозяйственных наук (Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова)

**Губайдуллина Гаян Нурахметовна**, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

**Ежкова Нина Сергеевна**, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

**Жилина Наталья Юрьевна**, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Ильина Екатерина Александровна**, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

**Каландаров Азиз Абдурахманович**, PhD по физико-математическим наукам, доцент, проректор по учебным делам (Гулистанский государственный педагогический институт)

**Карпович Виктор Францевич**, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

**Кожевников Олег Альбертович**, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

**Колесников Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

**Копалкина Евгения Геннадьевна**, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

**Красовский Андрей Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

**Кузнецов Игорь Анатольевич**, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН, профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

**Литвинова Жанна Борисовна**, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

**Мамедова Наталья Александровна**, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

**Мукий Юлия Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

**Никова Марина Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

**Насакаева Бакыт Ермекбайкызы**, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

**Олешкевич Кирилл Игоревич**, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

**Попов Дмитрий Владимирович**, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

**Пятаева Ольга Алексеевна**, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

**Редкоус Владимир Михайлович**, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

**Самович Александр Леонидович**, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

**Сидикова Тахира Далиевна**, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

**Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич**, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

**Тихомирова Евгения Ивановна**, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

**Хайтова Олмахон Сайдовна**, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

**Цуриков Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

**Чернышев Виктор Петрович**, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

**Шаповал Жанна Александровна**, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

**Шошин Сергей Владимирович**, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

**Эшонкулова Нуржахон Абдулабборовна**, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

**Яхшиева Зухра Зиятовна**, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Абумуслимова Л.А.**

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ..... 5

**Денилханова Х.И.**

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ КАК ЭТАЛОН: МЕТОД ВЕРИФИКАЦИИ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....8

**Денилханова Х.И.**

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ КАК  
ИНСТРУМЕНТ ВЕРИФИКАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В ФИЗИКЕ.....12

### ХИМИЯ

**Gorbacheva Iu.**

ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN SAFE NAIL COATINGS ..... 16

### ФИЗИКА

**Кондратьев А.В.**

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ФОНОВОГО ГАЗА В БЕЗФОЛЬГОВЫХ ФРОНТЕНДАХ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ..... 23

**Рысин А.В.**

ВЫВОД ЗАКОНОВ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ МИРОЗДАНИЯ ..... 29

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Еримбет А.К.**

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕРВАЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ  
ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ..... 64

**Мельников М.**

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ:  
ОПЫТ GLOBAL TRADE ..... 68

**Приходько В.В., Иванов И.А., Попович Н.П.**

ВОЗМОЖНЫЙ ПРИМЕР ПРОГРАММЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОРНИТОПТЕРОМ ..... 75

# МАТЕМАТИКА

---

**АБУМУСЛИМОВА Линда Алийевна**

магистрантка,

Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова,  
Россия, г. Грозный

## ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

**Аннотация.** В статье рассматриваются точные решения задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений в частных производных с использованием преобразования Фурье. Исследуется эффективный метод, позволяющий преобразовывать дифференциальные уравнения в алгебраическую форму, что упрощает их анализ и решение. Приведен пример решения уравнения теплопроводности, иллюстрирующий применение метода на практике. Статья подчеркивает важность преобразования Фурье как инструмента для нахождения аналитических и численных решений задач, возникающих в различных областях науки и техники.

**Актуальность темы:** проблема решения задач Коши является важной и актуальной как в теоретической, так и в прикладной математике. Сложные математические модели, включая физические процессы, требуют надежных методов для анализа и решения. Преобразование Фурье играет ключевую роль в этой области, позволяя не только находить точные решения, но и приближенные для сложных задач, что делает его незаменимым инструментом в математическом моделировании и анализе динамических систем.

**Ключевые слова:** задача Коши, преобразование Фурье, дифференциальные уравнения, уравнение теплопроводности, точные решения, начальные условия, алгебраические уравнения, математическое моделирование.

Задача Коши является одной из основных задач в теории дифференциальных уравнений, характеризующей начальные условия для решения. Эта задача имеет множество приложений в физике, инженерии и других областях науки. Одним из наиболее мощных инструментов для решения задач Коши является преобразование Фурье, которое позволяет преобразовывать дифференциальные уравнения в алгебраические, что значительно упрощает их анализ и решение.

### Формулировка задачи Коши

В общем виде задача Коши для уравнения в частных производных может быть представлена как:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = L(u), t > 0, x \in R \\ u(0, x) = f(x), x \in R \end{cases}, \quad (1)$$

Где  $L$  – линейный дифференциальный оператор  $f(x)$  – заданная функция, представляющая начальные условия, а  $u(t, x)$  – искомая функция.

### Преобразование Фурье

Преобразование Фурье функции  $u(t, x)$  определяется как:

$$u(\xi, x) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t, x) e^{-i\xi t} dt \quad (2)$$

Применение преобразования Фурье к уравнению Коши позволяет преобразовать его в более удобную форму. Например, если  $L$  является линейным оператором, то можно записать:

$$\frac{\partial \hat{u}}{\partial t} = \hat{L}(\hat{u}), \quad (3)$$

Где  $\hat{L}(\hat{u})$  преобразование оператора  $L$  в частотной области.

#### Решение задачи Коши с помощью преобразования Фурье

- **Применение преобразования:** применяем преобразование Фурье к начальным условиям и уравнению. Это преобразует задачу

$$u(t, x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{u}(\xi, t) e^{i\xi x} d\xi \quad (5)$$

#### Пример: уравнение теплопроводности

Рассмотрим уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (6)$$

Где  $k$  – коэффициент теплопроводности.

- Применяя преобразование Фурье, получаем:

$$u(t, x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\xi) e^{-k\xi^2 t} e^{i\xi x} d\xi \quad (9)$$

Это представление дает решение задачи Коши через интеграл, который можно интерпретировать как пространственный разворот функции с фактором, описывающим «распространение» тепла во времени.

#### Заключение

Точные решения задачи Коши с использованием преобразования Фурье являются мощным методом в теории дифференциальных уравнений. Это преобразование позволяет не только находить аналитические решения, но и применять численные методы для изучения более сложных уравнений. Применение

Коши в задачу о решении обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) для  $\hat{u}(\xi, t)$ .

- **Решение ОДУ:** полученное ОДУ можно решить с использованием стандартных методов. Решение будет иметь вид:

$$\hat{u}(\xi, t) = e^{L(\xi)t} \hat{u}(\xi, 0), \quad (4)$$

Где  $\hat{u}(\xi, 0) = \hat{f}(\xi)$  – преобразование Фурье начальных условий.

- **Обратное преобразование:** после нахождения  $\hat{u}(\xi, t)$  необходимо выполнить обратное преобразование Фурье, чтобы вернуться к пространственной области:

$$\frac{\partial \hat{u}}{\partial t} = -k\xi^2 \hat{u}, \quad (7)$$

- **Решение ОДУ:**

$$\hat{u}(\xi, t) = \hat{u}(\xi, 0) e^{-k\xi^2 t}, \quad (8)$$

- Для начальных условий  $u(0, x) = f(x)$ , имеем:

преобразования Фурье эффективно упрощает задачу анализа динамических систем, создавая мощные инструменты для решения многообразных задач в прикладных науках.

#### Литература

1. K.F.C.M. (2010). Fourier Transform Methods in Finance.
2. Evans L.C. (2010). Partial Differential Equations.
3. R.W. (2018). Fourier Analysis: An Introduction.

**ABUMUSLIMOVA Linda Aliyevna**  
Graduate Student, Chechen Kadyrov State University, Russia, Grozny

## EXACT SOLUTIONS OF THE CAUCHY PROBLEM BASED ON THE FOURIER TRANSFORM

**Abstract.** *The article discusses the exact solutions of the Cauchy problem for linear partial differential equations using the Fourier transform. An effective method is being investigated that makes it possible to transform differential equations into an algebraic form, which simplifies their analysis and solution. An example of solving the equation of thermal conductivity is given, illustrating the application of the method in practice. The article highlights the importance of the Fourier transformation as a tool for finding analytical and numerical solutions to problems arising in various fields of science and technology.*

*Relevance of the topic: the problem of solving Cauchy problems is important and relevant in both theoretical and applied mathematics. Complex mathematical models, including physical processes, require reliable methods for analysis and solutions. The Fourier transform plays a key role in this field, allowing not only to find exact solutions, but also approximations for complex problems, which makes it an indispensable tool in mathematical modeling and analysis of dynamic systems.*

**Keywords:** *Cauchy problem, Fourier transform, differential equations, heat equation, exact solutions, initial conditions, algebraic equations, mathematical modeling.*

ДЕНИЛХАНОВА Хавра Ильясовна

магистрантка,

Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова,  
Россия, г. Грозный

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ КАК ЭТАЛОН: МЕТОД ВЕРИФИКАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Аннотация.** В работе разработана методика создания эталонных тестовых примеров для верификации программных комплексов численного моделирования. На примере задачи стационарной теплопроводности в двухслойной пластине получено точное аналитическое решение методом разделения переменных. Приведен полный вывод решения, анализ физических особенностей распределения температуры и количественные критерии для оценки точности численных методов. Предложенный подход позволяет создавать библиотеку тестовых примеров для верификации вычислительных алгоритмов в эпоху цифровой трансформации.

**Ключевые слова:** аналитическое решение, верификация, тестовые примеры, метод разделения переменных, теплопроводность, многослойные материалы, цифровое проектирование.

Современная эпоха глобальной цифровой трансформации характеризуется повсеместным внедрением технологий компьютерного инжиниринга (Computer-Aided Engineering) в процессы проектирования и исследования новых материалов и устройств. Численное моделирование, в основе которого лежит решение систем дифференциальных уравнений методами конечных элементов (МКЭ) или конечных разностей (МКР), стало неотъемлемым инструментом ученого и инженера.

Однако, возрастающая сложность расчетных моделей и программного обеспечения ставит острую проблему верификации - подтверждения того, что численная алгоритмическая модель правильно представляет исходную математическую модель.

Распространенные подходы к верификации, такие как сравнение с экспериментальными данными, часто являются дорогостоящими и не всегда осуществимыми на ранних стадиях проектирования. Перекрестная проверка различными программными пакетами также не гарантирует достоверности, так как разные решатели могут быть основаны на сходных

численных схемах и, следовательно, содержать схожие погрешности.

В этом контексте точные аналитические решения дифференциальных уравнений приобретают новую, прикладную роль – роль независимого и абсолютного эталона для тестирования вычислительных алгоритмов. Они позволяют количественно оценить погрешность численного метода, исследовать его сходимость и выявить слабые места.

Цель данной работы – продемонстрировать методику верификации коммерческого САЕ-пакета на примере классической задачи теплообмена в двухслойной среде, используя в качестве эталона точное аналитическое решение, полученное методом разделения переменных.

### 1. Постановка аналитической задачи

Рассматривается задача о стационарной теплопроводности в двухслойной прямоугольной пластине (рис. 1). Пластина состоит из двух разнородных изотропных материалов с коэффициентами теплопроводности  $k_1$  и  $k_2$ . На левой границе  $x=0$  поддерживается постоянная температура  $T_h$  на правой границе  $x = L$  – температура  $T_c$ . Боковые поверхности теплоизолированы.

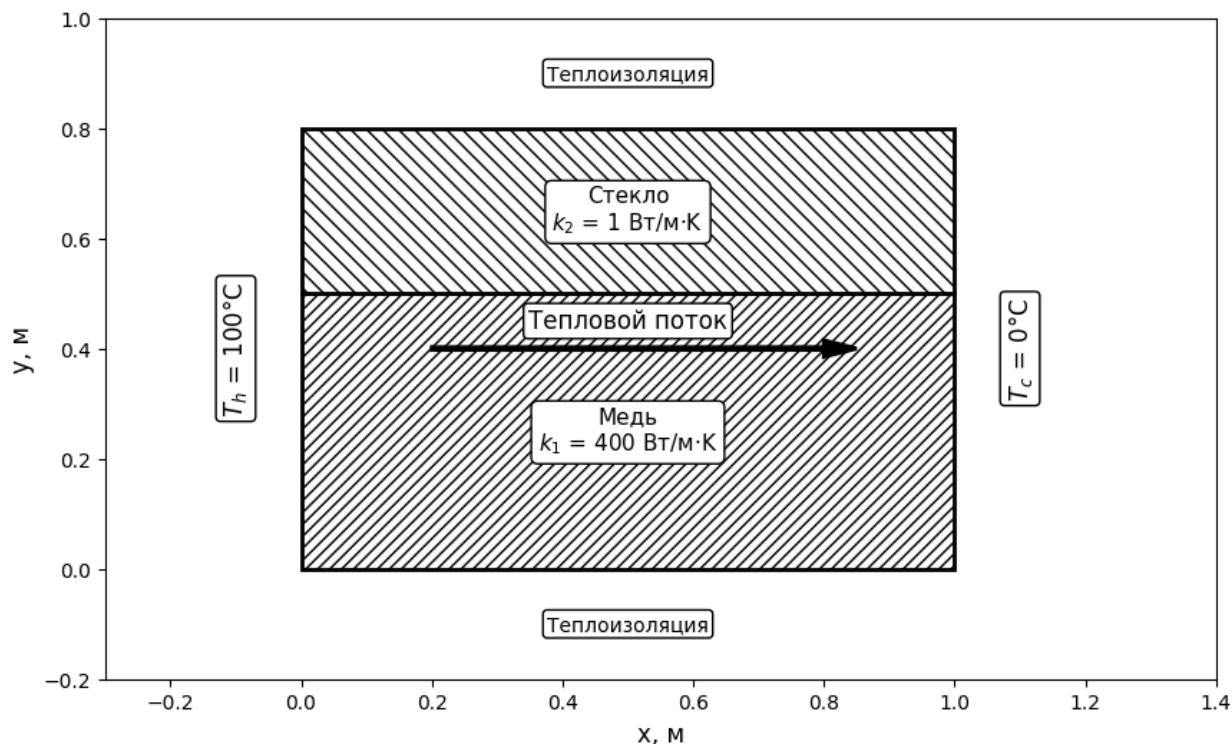


Рис. 1. Расчетная схема двухслойной пластины

Математическая модель описывается уравнением Лапласа для каждой области:

$$\frac{\partial^2 T_1(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_1(x,y)}{\partial y^2} = 0, \text{ для } 0 \leq y \leq H_1, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 T_2(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2(x,y)}{\partial y^2} = 0, \text{ для } H_1 \leq y \leq H_1 + H_2, \quad (2)$$

Границные условия и условия сопряжения на границе раздела сред ( $y = H_1$ ) формулируются как:

1.  $T_1(0, y) = T_h$ ,
2.  $T_2(L, y) = T_c$ ,
3.  $\frac{\partial T_1}{\partial y} = 0$  при  $y = 0$ ,
4.  $\frac{\partial T_2}{\partial y} = 0$  при  $y = H_1 + H_2$ ,

$$T_i(x, y) = A_{io} + B_{io}x + \sum_{n=1}^{\infty} [A_{in} \cdot \operatorname{ch}(\lambda_n x) + B_{in} \cdot \operatorname{sh}(\lambda_n x)] \cdot \cos(\lambda_n y) \quad (3)$$

Где  $i = 1, 2$  – номер слоя,  $\lambda_n$  – собственные значения, определяемые из граничных условий,  $A_{in}, B_{in}$  – постоянные интегрирования,

5.  $T_1(x, H_1) = T_2(x, H_1)$  (неразрывность температуры),

6.  $k_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} \Big|_{y=H_1} = k_2 \frac{\partial T_2}{\partial y} \Big|_{y=H_1}$  (неразрывность теплового потока).

## 2. Метод решения

Для решения задачи применяется метод разделения переменных Фурье. Решение ищется в виде суммы произведений функций, зависящих только от  $x$  и только от  $y$ . Учитывая однородность граничных условий по  $y$ , решение строится в виде ряда [2]:

определенное из условий сопряжения и неоднородных граничных условий по  $x$ .

### 3. Результаты и обсуждение

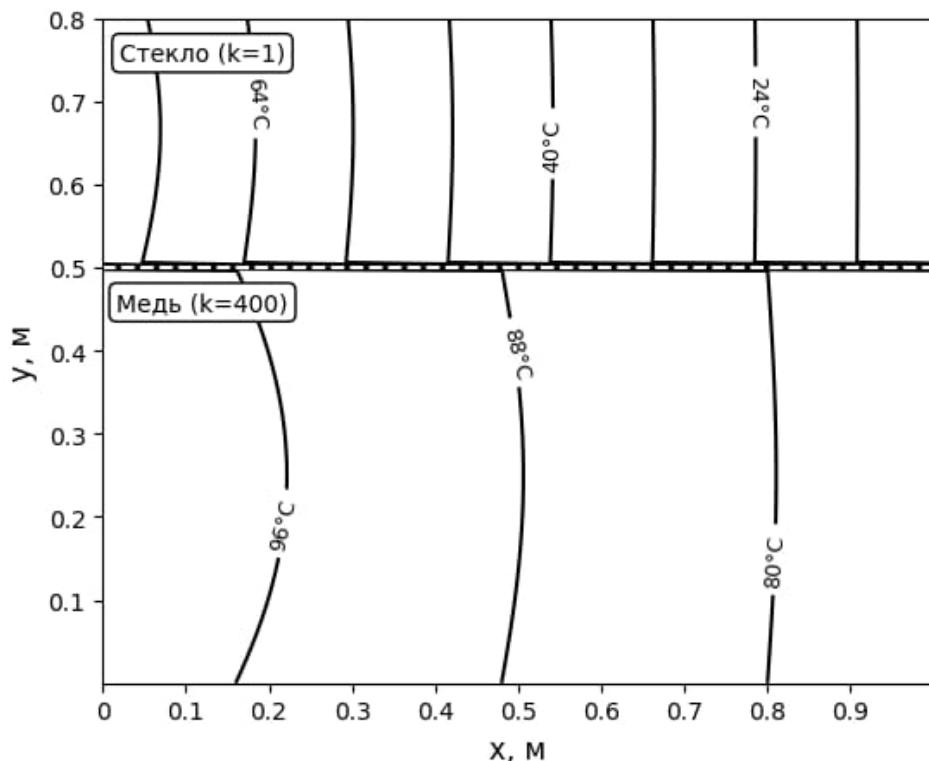


Рис. 2. Распределение температуры в двухслойной пластине (аналитическое решение)

Анализ решения показывает:

- Излом изотерм на границе раздела сред – характерный признак различных теплопроводностей;
- Разная плотность изотерм: в меди ( $k_1=400 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$ ) – редкие, в стекле ( $k_2=1 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$ ) – частые.

### 4. Критерии для верификации численных методов

Предлагаются количественные метрики для проверки вычислительных алгоритмов:

- Контрольные точки с эталонными значениями температуры;
- Углы излома изотерм на границе раздела сред;
- Нормы невязки уравнений теплопроводности.

Таблица

#### Эталонные значения температуры

Контрольная точка	Температура, °C
(0.2, 0.2)	96.0
(0.5, 0.4)	88.0
(0.8, 0.7)	24.1
(0.8, 0.15)	80.0

Методика применения тестового примера:

1. Реализовать расчет данной задачи в проверяемом программном комплексе;
2. Сравнить результаты с эталонными значениями из таблицы;
3. Оценить погрешность по предложенным метрикам;
4. Проанализировать сходимость при изменении сетки.

В ходе работы была успешно продемонстрирована методика верификации программного

обеспечения для численного моделирования с использованием точного аналитического решения.

На примере задачи теплопроводности в двухслойной пластине показано, что даже для относительно простой геометрии, наличие границы раздела сред создает область повышенной численной погрешности.

Точные аналитические решения являются мощным и строгим инструментом для

верификации вычислительных алгоритмов и коммерческих САЕ-пакетов.

Разработанный эталонный пример для двухслойной структуры может быть использован для тестирования решателей задач теплопроводности и механики.

Предложенный подход повышает надежность результатов цифрового проектирования, что является критически важным при создании ответственных конструкций и устройств. Методика может быть расширена на другие классы физических задач.

Внедрение методологии, основанной на использовании аналитических эталонов, позволит:

- Снизить риски при проектировании за счет повышения достоверности моделей.
- Создать библиотеку тестовых примеров для валидации как коммерческого, так и самописного программного обеспечения.

- Заложить основу для разработки стандартов верификации расчетных моделей в инженерной практике, что соответствует духу эпохи цифровой трансформации, требующей не только скорости, но и подтвержденного качества вычислений.

### Литература

1. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. – М.: Наука, 1979.
2. Владимиров В.С. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.; Наука, 1982.
3. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Том 2: Гармонический анализ. – М.: Мир, 1978.
4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977.
5. Шубин М.А. Лекции об уравнениях математической физики. – М.: МЦНМО, 2001.

**DENILKHANOVA Khavra Ilyasovna**

Graduate Student, Chechen Kadyrov State University, Russia, Grozny

## ANALYTICAL SOLUTION AS A REFERENCE: METHOD FOR VERIFYING COMPUTATIONAL ALGORITHMS IN THE ERA OF DIGITAL DESIGN

**Abstract.** In this work, a methodology for creating reference test cases for verifying numerical modeling software systems has been developed. Using the example of a stationary heat conduction problem in a two-layer plate, an exact analytical solution has been obtained using the separation of variables method. The full derivation of the solution, analysis of the physical features of the temperature distribution, and quantitative criteria for evaluating the accuracy of numerical methods have been presented. The proposed approach allows for the creation of a library of test cases for verifying computational algorithms in the era of digital transformation.

**Keywords:** analytical solution, verification, test cases, variable separation method, thermal conductivity, multilayer materials, and digital design.

**ДЕНИЛХАНОВА Хавра Ильясовна**

магистрантка,

Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова,  
Россия, г. Грозный

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЕРИФИКАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В ФИЗИКЕ**

**Аннотация.** В работе исследуется роль фундаментальных решений линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами для создания аналитических эталонов, используемых в верификации численных алгоритмов. На примерах операторов Лапласа, теплопроводности и волнового оператора демонстрируется физическая интерпретация фундаментальных решений как полей точечных источников. Показано, как метод сводит решение сложных задач к операции свертки, обеспечивая эффективный контроль точности вычислительных экспериментов.

**Ключевые слова:** фундаментальное решение, верификация вычислений, эталонные задачи, дифференциальные уравнения в частных производных, вычислительная физика, оператор Лапласа, уравнение теплопроводности, волновое уравнение.

**С**овременное цифровое проектирование в физике и инженерии немыслимо без применения численного моделирования. Возникает ключевая проблема обеспечения достоверности результатов, получаемых с помощью PDE-сolvеров (Partial Differential Equation solvers). Одним из наиболее надежных методов верификации является сравнение численного решения с точным аналитическим. В данной связи концепция фундаментального решения (ФР) дифференциального оператора представляется чрезвычайно плодотворной. Данный математический объект, являясь откликом системы на точечное воздействие, не только имеет глубокую физическую интерпретацию, но и позволяет конструктивно строить решения для широкого класса задач.

Цель настоящей работы – показать единство математической природы и физического смысла фундаментальных решений и обосновать их применение в качестве эталонов для тестирования вычислительных алгоритмов.

Основу methodology составляет аппарат теории обобщенных функций и интегральных преобразований. Фундаментальное решение линейного дифференциального оператора с постоянными коэффициентами  $P(D)$  определяется как обобщенная функция  $E$ , удовлетворяющая уравнению  $P(D)E = \delta$ , где  $\delta$  – дельта-функция Дирака. Ключевым методом

нахождения ФР является преобразование Фурье, позволяющее свести дифференциальное уравнение к алгебраическому. Для визуализации и интерпретации результатов применяются методы качественного анализа и построения графических моделей полей, порождаемых точечными источниками.

### **Понятие фундаментального решения**

Фундаментальное решение – один из ключевых объектов в теории линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Фундаментальным решением дифференциального оператора  $P(D)$  называется обобщенная функция  $E(x)$ , удовлетворяющая уравнению:

$$P(D)E = \delta(x), \quad (1)$$

Где  $\delta(x)$  – дельта-функция Дирака.

Физический смысл фундаментального решения становится ясен при рассмотрении неоднородного уравнения:

$$P(D)u = f(x), \quad (2)$$

Формальное решение этого уравнения можно записать в виде свертки:

$$u(x) = (E * f)(x) = \int E(x - y)f(y)dy, \quad (3)$$

Эта формула имеет прозрачную физическую интерпретацию: результирующее поле  $u(x)$  представляет собой суперпозицию (сумму) полей  $E(x - y)$ , создаваемых элементарными источниками  $f(y)dy$ .

Рассмотрим фундаментальные решения основных операторов математической физики.

1. Оператор Лапласа. Для оператора Лапласа в трёхмерном пространстве уравнение для фундаментального решения имеет вид:

$$-\Delta E = \delta(x), \quad (4)$$

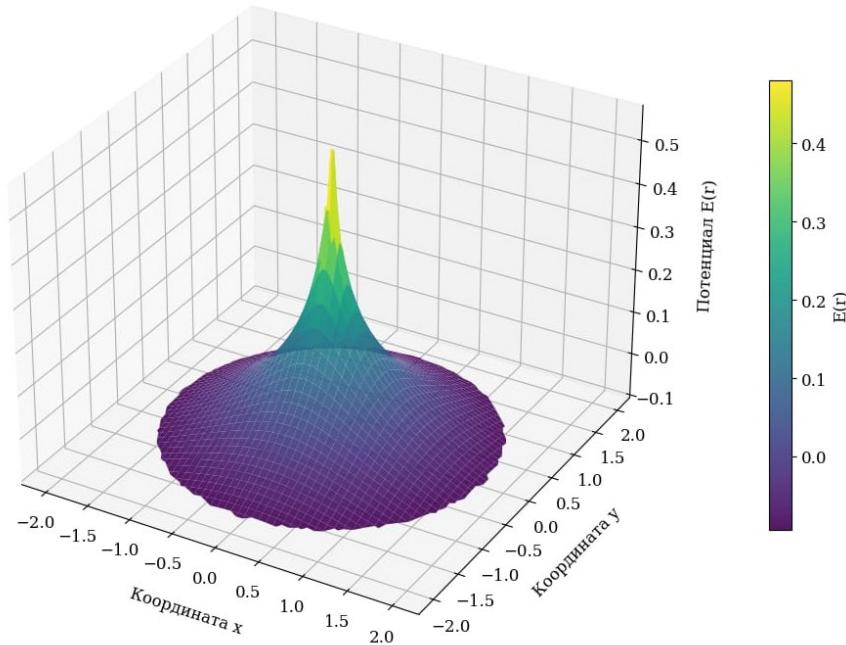


Рис. 1. Фундаментальное решение оператора Лапласа (потенциал точечного источника)

Применяя преобразование Фурье к обеим частям уравнения, получаем:

$$|\xi|^2 \hat{E}(\xi) = 1, \text{ откуда } \hat{E}(\xi) = \frac{1}{|\xi|^2}.$$

Выполняя обратное преобразование Фурье, находим:

$$E(x) = \frac{1}{4\pi|x|}, \quad (5)$$

Физическая интерпретация: это классический потенциал точечного заряда в электростатике или точечной массы в гравитации.

2. Оператор теплопроводности. Для оператора теплопроводности уравнение имеет вид:

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} - a^2 \Delta \right) E(x, t) = \delta(x) \delta(t), \quad (6)$$

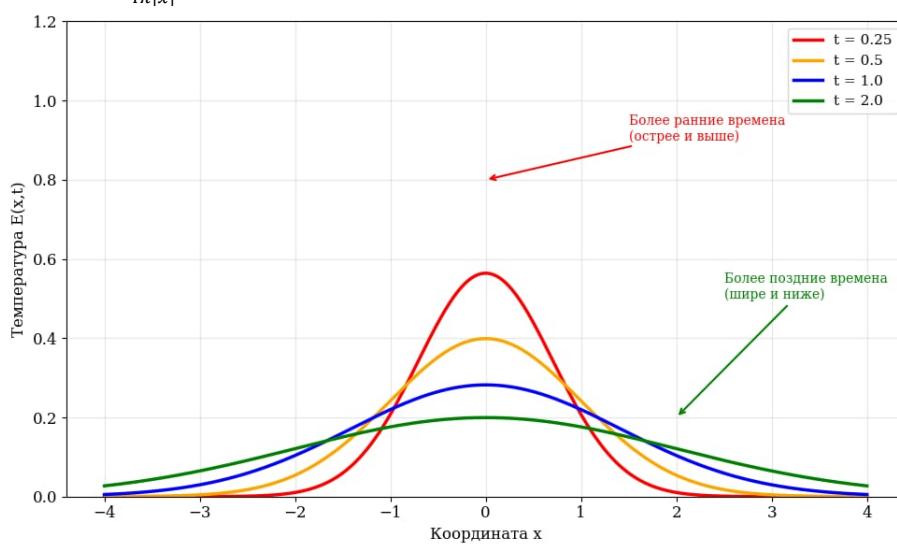


Рис. 2. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности: распределение температуры от мгновенного точечного источника в различные моменты времени

Применяя преобразование Фурье по пространственным переменным, получаем:

$$(\partial/\partial t + a^2 |\xi|^2) \hat{E}(\xi, t) = \delta(t), \quad (7)$$

Решение этого уравнения с учётом условия причинности ( $E = 0$  при  $t < 0$ ) даёт:

$$\hat{E}(\xi, t) = \theta(t) \exp(-a^2 |\xi|^2 t), \quad (8)$$

Где  $\theta(t)$  – функция Хевисайда.

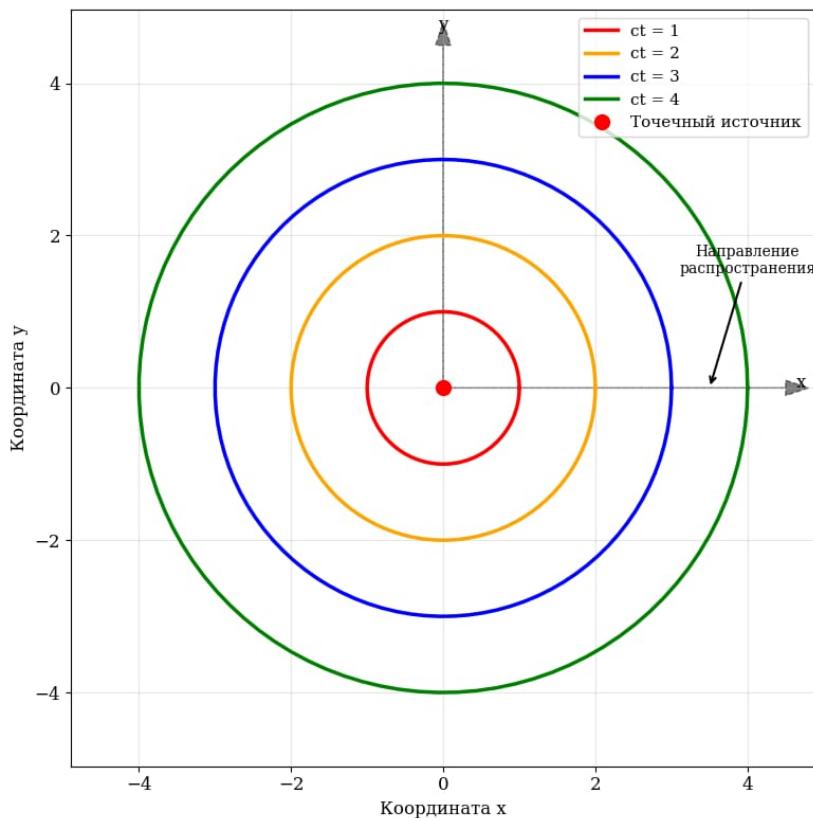
Обратное преобразование Фурье приводит к ядру Пуассона:

$$E(x, t) = \theta(t) \cdot [1/(4\pi a^2 t)]^{3/2} \cdot \exp(-|x|^2/(4a^2 t)), \quad (9)$$

Физическая интерпретация: распределение температуры от мгновенного точечного источника тепла.

3. Волновой оператор. Для волнового оператора в трёхмерном пространстве:

$$(\partial^2/\partial t^2 - c^2 \Delta) E(x, t) = \delta(x)\delta(t), \quad (10)$$



*Рис. 3. Фундаментальное решение волнового уравнения: расходящийся сферически волновой фронт от точечного импульсного источника в различные моменты времени*

Фундаментальное решение имеет вид:

$$E(x, t) = \frac{\theta(t) \cdot \delta(|x| - ct)}{(4\pi c|x|)}, \quad (11)$$

Физическая интерпретация: сферическая волна, расходящаяся от точечного импульсного источника.

Верификация вычислительных алгоритмов. Фундаментальные решения предоставляют идеальные тестовые случаи для верификации PDE-солверов. Процедура верификации включает:

1. Решение численной задачи с точечным источником, моделируемым  $\delta$ -функцией.
2. Сравнение результата с аналитическим фундаментальным решением.
3. Оценку погрешности в различных нормах.

Такой подход позволяет выявить систематические погрешности дискретизации и проверить корректность реализации граничных условий.

Проведенный анализ подтверждает, что фундаментальные решения являются не

абстрактными конструктами, а адекватными математическими моделями базовых физических полей. Их вычисление и анализ составляют ядро классической теории дифференциальных уравнений в частных производных.

Выводы и ожидаемый эффект:

1. Фундаментальное решение представляет собой аналитический эталон – точное решение задачи с точечным источником.
2. Сравнение численных результатов, полученных для модели с точечным источником, с соответствующим фундаментальным решением является одним из наиболее строгих тестов корректности и точности вычислительного алгоритма.
3. Использование ФР для верификации позволяет выявить системные погрешности методов, связанные с дискретизацией, аппроксимацией и решением систем уравнений.
4. Ожидаемый эффект от внедрения данной методологии верификации – повышение надежности и доверия к результатам цифрового проектирования в таких областях, как

микроэлектроника (моделирование перегрева), акустика и механика деформируемого твердого тела.

### Литература

1. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. – М.: Наука, 1979.
2. Владимиров В.С. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики.-М.; Наука, 1982.

3. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Том 2: Гармонический анализ. – М.: Мир, 1978.

4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977.

5. Шубин М.А. Лекции об уравнениях математической физики. – М.: МЦНМО, 2001.

**DENILKHANOVA Khavra Ilyasovna**

Graduate Student, Chechen Kadyrov State University, Grozny

## FUNDAMENTAL SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL OPERATORS AS TOOLS FOR VERIFICATION OF COMPUTATIONAL MODELS IN PHYSICS

**Abstract.** *The work investigates the role of fundamental solutions of linear differential operators with constant coefficients in creating analytical benchmarks used for the verification of numerical algorithms. Using the examples of the Laplace, heat conduction, and wave operators, the physical interpretation of fundamental solutions as fields of point sources is demonstrated. It is shown how the method reduces the solution of complex problems to a convolution operation, ensuring effective quality control of computational experiments.*

**Keywords:** *fundamental solution, computational verification, benchmark problems, partial differential equations, computational physics, Laplace operator, heat equation, wave equation.*

# ХИМИЯ



10.5281/zenodo.17490097

GORBACHEVA Iuliia

Head, Nail Loft Studio, Russia, Moscow

## ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN SAFE NAIL COATINGS

**Abstract.** *Nail coatings are ubiquitous cosmetic products, yet balancing enhanced performance with user safety remains a persistent challenge. Recent advances in nanotechnology offer novel materials and strategies to improve the durability, adhesion, and functionality of nail polishes while addressing toxicity concerns. This article provides a comprehensive analysis of how nanomaterials – including silica nanoparticles, nanosilver, graphene-based additives, titanium dioxide ( $TiO_2$ ) nanoparticles, and nanocellulose – are being applied to next-generation nail coatings. Exposure routes for nail coating constituents are critically discussed, emphasizing dermal contact, inhalation of solvents or particulate matter, and trans-nail absorption. Through this analysis, we identify how nanotechnology can be harnessed to create high-performance nail coatings that are both effective and safe.*

**Keywords:** nanotechnology, nail polish, nanomaterials, cosmetic safety, nail plate permeability, silica nanoparticles, titanium dioxide, regulatory compliance.

### Introduction

Nail polishes and coatings have evolved from ancient natural dyes to sophisticated modern formulations, serving both aesthetic and protective roles [6, p. 34-46]. Traditionally, a basic nail polish contains film-forming polymers (like nitrocellulose), plasticizers, resins, solvents, and pigments [7, p. 110]. In recent years, consumer demand and regulatory scrutiny have driven the industry toward “safer” nail products free of certain hazardous chemicals. At the same time, there is an increasing expectation for improved performance – longer wear, faster drying, richer color, and even therapeutic benefits.

Nanotechnology involves engineering materials on the scale of nanometers (1–100 nm) to exploit unique physicochemical properties that arise at that scale. In the cosmetics realm, nanostructured ingredients have already shown benefits

such as enhanced UV protection, greater transparency, and controlled delivery of active compounds [10, p. 173]. Nanoparticles can also confer new features: nanoscale antimicrobials may prevent fungal infections on nails, and conductive nanomaterials could even transform nails into sensor platforms.

**Materials and Methods.** The human nail plate is a dense, keratinized structure about 0.25–0.6 mm thick for fingernails (up to ~1 mm for toenails) [2, p. 284-295]. It consists of tightly packed, dead keratinocytes arranged in three layers (dorsal, intermediate, and ventral) bonded by intercellular links and disulfide-rich proteins. Unlike the skin’s outer layer (stratum corneum), which is lipid-rich and hydrophobic, the nail plate behaves more like a hydrophilic hydrogel matrix with very low lipid content (~0.1–1%).

Table 1

### Structural and permeability characteristics of human nail layers

Layer	Composition	Thickness	Permeability Characteristics
Dorsal	Hard keratin, sulfur-rich proteins	50–100 µm	Low permeability, smooth surface
Intermediate	Keratin fibers with lipid intercellular material	100–300 µm	Controls hydration-dependent diffusion
Ventral	Keratin tightly bound to nail bed	50–100 µm	Anchors nail, minimal diffusion

Water and other small polar molecules can slowly diffuse through the nail plate, whereas highly lipophilic or larger molecules penetrate with much more difficulty. Nanoparticles, by virtue of their size ( $>1\text{--}10\text{ nm}$ ) and aggregation in formulas, are generally not expected to migrate through the healthy nail plate into systemic circulation. Indeed, studies on skin suggest that common cosmetic nanoparticles (ZnO, TiO<sub>2</sub>, Ag, etc.) do not penetrate beyond the stratum corneum of intact skin. It implies that any potential toxicity of embedded nanomaterials will most likely arise from particles becoming dislodged (e.g. as dust) or from soluble ions/byproducts, rather than from particles infiltrating living tissue under the nail.

A standard nail polish is essentially a quick-drying polymer film in a volatile organic solvent base. Nitrocellulose has been the workhorse film-former since the 1920s, valued for its film strength and gloss [7, p. 110]. However, nitrocellulose films by themselves are brittle and prone to cracking. To counteract this, formulations include plasticizers (e.g. phthalates, adipates) to impart flexibility and resins to improve adhesion and gloss. Pigments and fillers (<1% typically) provide color and texture, and suspending agents prevent pigment settling. These additives, while effective, introduced some health concerns – for instance, the aforementioned phthalates and formaldehyde resin are known endocrine disruptors or allergens. Nano-enhanced nail coatings aim to replace or augment certain conventional ingredients with nano-material alternatives that can provide equal or superior functionality more safely. For example, fumed silica (traditionally used in small amounts as a thickener) can be replaced or supplemented with nanosilica to strengthen the dried film and confer scratch resistance [3, p. 122040].

The remarkable effect of nanoparticles on coating performance is rooted in several physical and chemical mechanisms. First, nanoparticles have enormous surface area-to-volume ratios, which can increase interactions with the surrounding polymer matrix. Even at low weight fractions, well-dispersed nanoparticles can reinforce polymer films by hindering molecular motion and crack propagation – a concept from composite materials science. Empirical evidence confirms this: adding only 2% of nanosilica to a nitrocellulose lacquer was shown to nearly double the film's modulus and increase its tensile strength by ~46%, while also improving flexibility. Second, many nanoparticles can fill in nanoscale voids in the polymer, yielding a more impermeable and smooth film. This can

enhance gloss and reduce porosity, which not only makes the coating appear more uniform but can also slow the penetration of water or chemicals that might cause degradation. Third, nanomaterials often exhibit unique optical properties: for example, nano-TiO<sub>2</sub> and ZnO are transparent in visible light despite being efficient UV blockers.

## Results and Discussion

### Silica Nanoparticles (SiO<sub>2</sub>)

Silica is a common additive in traditional coatings, often in sub-micron form to modify rheology or gloss. Nanosilica (typically 5–50 nm primary particle size) offers a powerful reinforcement effect when dispersed in polymeric nail enamels. These improvements were attributed to a homogeneous dispersion of silica and strong interfacial interactions at the polymer–particle boundary, which collectively resist deformation and crack propagation. Nanosilica can also influence polish appearance. If well-dispersed, silica particles below ~50 nm are smaller than visible light wavelengths and thus do not scatter light significantly – meaning a clear nano-silica top coat remains transparent. Some formulations use silica to achieve a matte finish. Additionally, silica's presence can affect drying times: silica particles can facilitate solvent evaporation by wicking solvent to the surface (a molecular transport effect), contributing to faster set times.

### Silver Nanoparticles (AgNPs)

Nanosilver has gained attention in nail products primarily for its antimicrobial properties rather than structural enhancement. In nail care, this has two notable applications: antifungal nail treatments and hygienic nail coatings. The AgNP-enamel exhibited potent antifungal activity against common nail pathogens and was proposed as an effective adjunct or alternative to traditional antifungal treatments. Notably, incorporating 8% of the HA-coated AgNPs into a commercial clear polish did not visibly alter the polish's appearance or drying time, and the formulation remained stable for at least 21 days. Apart from antimicrobial action, silver nanoparticles can also serve as a pigment (imparting a gray or opalescent tint) and might improve polish hardness slightly due to being a rigid filler, though their primary role is not mechanical reinforcement. One study noted that a nanocomposite nail polish with silver showed significant reduction of *Candida albicans* growth on the coated nail [2, p. 284–295].

### Graphene and Carbon-Based Nanomaterials

Graphene is a novel carbon nanomaterial with exceptional strength, flexibility, and electrical

conductivity. Although still an emerging ingredient in cosmetics, its potential in nail coatings is intriguing. Graphene is typically supplied as either pristine graphene sheets or more often as graphene oxide (GO) or reduced graphene oxide (rGO) – both of which can be dispersed in liquids.

A graphene sheet within a nail polish film could act like a tiny reinforcing mesh. In particular, graphene-based nail coatings could be extremely resistant to cracking or abrasion due to the high tensile strength of graphene. In addition, because graphene sheets are so flexible and thin, they can form a conformal coating over the nail surface without visible particle texture [9]. A unique property of graphene is that it conducts electricity. A conductive nail coating has exciting implications – for instance, nails could serve as touch-screen styluses. Graphene and its oxide also strongly absorb UV radiation. Because graphene is carbon, its presence would naturally tint a polish gray or black at sufficient loading; thus it's more likely to appear in pigmented nail products.

#### Titanium Dioxide Nanoparticles ( $\text{TiO}_2$ )

Titanium dioxide is a familiar ingredient in cosmetics, historically used as a white pigment (in its bulk form) and as a sunscreen agent (in nano form). In nail coatings,  $\text{TiO}_2$  serves a few roles: as a pigment/opacifier, as a UV-protective additive, and as a whitening/brilliance agent. When  $\text{TiO}_2$  particles are made nano-sized (~10–100 nm), they become less visible (due to reduced light scattering) and can even be transparent while still providing UV blocking.  $\text{TiO}_2$  nanoparticles are quite hard (Mohs hardness ~6) and can reinforce coatings similarly to silica, though their higher density and tendency to aggregate means they must be used carefully to avoid settling and roughness. Still, a

low loading of  $\text{TiO}_2$  nano could potentially improve scratch resistance. Regulatory bodies like the EU's Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) have studied nano- $\text{TiO}_2$  extensively and found it safe in cosmetic formulations up to 25% concentration, so long as it is not used in spray products (to avoid lung exposure).

#### Nanocellulose

Nanocellulose refers to cellulose that has been broken down into nanoscale fibers or crystals (e.g. cellulose nanofibrils or nanocrystalline cellulose). In nail coatings, nanocellulose could serve multiple roles: a rheology modifier, a film strengthener, and an eco-friendly binder. Nanocellulose fibrils in a liquid form a gel-like network even at low concentrations, due to extensive hydrogen bonding and high aspect ratio entanglement. This can help keep pigments and particles evenly suspended in a polish (prevent settling in the bottle) and give a nice consistency for application. Since cellulose is a polymer itself, albeit not film-forming on its own in a hard coat, its nano-elements can interpenetrate the primary resin. Additionally, nanocellulose may reduce the brittleness of nitrocellulose-based films by linking some of the nitrocellulose chains via hydrogen bonding, thereby increasing toughness. From a safety and environmental perspective, nanocellulose is non-toxic and derived from renewable sources (wood pulp, bacterial cellulose, etc.). Its inclusion in nail polish could appeal to eco-conscious consumers and reduce reliance on petrochemical ingredients. One challenge with nanocellulose is ensuring it mixes well with existing ingredients – it tends to be hydrophilic, so in a largely hydrophobic nail polish, surface modification might be required to make it compatible.

Table 2

Functional roles, benefits, and risks of nanomaterials in nail coatings

Nanomaterial	Primary Function	Mechanistic Benefit	Optimal Loading (%)	Key Risks
Silica nanoparticles	Reinforcement, scratch resistance	Crack deflection, gloss control	0.5–2.0	Dust inhalation during filing
Nanocellulose	Toughness, water-borne formulation aid	Hydrogen-bonded network toughening	0.3–1.0	Bioburden control
Graphene oxide	Crack bridging, wear resistance	Bridging microcracks, conductivity	<0.5	Dust inhalation, coloration
Nano- $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$	UV protection, pigment stabilization	Scattering, UV absorption	0.5–5.0	Inhalation in spray/powder forms
Silver nanoparticles	Antimicrobial	Ion release, ROS generation	0.05–0.2	Sensitization, ion toxicity if high release

Consumers and professionals may be exposed to nail coating components through several routes: dermal contact (skin exposure), inhalation, ingestion (accidental), and transungual absorption. The introduction of nanoscale ingredients does not create entirely new exposure routes but can affect the extent and manner of exposure within each route.

During a manicure, wet polish can come into contact with the surrounding skin (cuticles, fingertips). Once the polish dries on the nail, direct skin contact is limited to any overflow on the nail folds or accidental touching of the painted nail to skin. Thus, under normal use, the skin exposure to nanoparticles from nail polish is quite low. Studies of nanoparticle skin penetration have largely shown that particles like  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , or polymeric nanocapsules do not penetrate intact skin beyond the outermost stratum corneum [2, p. 284-295]. They remain on the surface or within the upper dead cell layers, and can be washed off. Silica and  $\text{TiO}_2$  are generally regarded as non-irritating to skin in insoluble particulate form [8, p. 1-22]. Nanosilver can cause irritation at high doses on skin, but cosmetics use low concentrations.

Inhalation is a significant route of exposure in the context of nail salons and polish application/removal. When applying nail polish from a bottle, volatile organic compounds (VOCs) evaporate and can be inhaled – these include solvents and monomers, but typically not nanoparticles, since particles are not volatile. If a nano-additive is present in the polish, the dust may contain nanoscale fragments or agglomerates of it. Inhalation toxicology studies indicate that  $\text{TiO}_2$  nanoparticles in particular pose a risk for lung inflammation and have been classified as possibly carcinogenic by inhalation at high doses. Silica nanoparticles can also cause respiratory irritation if inhaled in free form. Still, precaution dictates that dust from filing nano-silica polishes should be minimized. Nanosilver inhalation could potentially cause argyrosis if done chronically, but this is more relevant to occupational exposure in nanoparticle manufacturing than occasional consumer exposure. For professionals, controlling dust and ensuring good ventilation are prudent, with or without nanotechnology in the products.

Direct ingestion of nail polish is uncommon (and certainly not intentional), but trace ingestion can happen by hand-to-mouth behavior. Studies have shown that oral ingestion of  $\text{TiO}_2$

nanoparticles at low levels does not significantly harm humans. If someone accidentally swallowed bits of a nano-polish (e.g. a child chewing on a painted fingernail), the likely outcome is that the polymer and particles pass through the digestive tract with minimal absorption; nanoscale particles might have some small percentage absorbed via intestinal lining, but for insoluble oxides and silica, absorption is very limited.

One of the more unique exposure questions is whether nanoscale ingredients can penetrate through the nail plate into the nail bed or matrix. Small molecules (water, some antifungal agents) can diffuse slowly through it, but nanoparticles are orders of magnitude larger and generally will not traverse an intact nail. Consider a 20 nm silica particle: the nail plate's keratin network has pores on the scale of angstroms to a few nanometers at most in the protein matrix, so a 20 nm rigid sphere is essentially stopped at the surface. Additionally, most nanoparticles in a polish are bound up within the hardened polymer film; they are not free to diffuse. This is an important point for safety: it means the primary risks of nanomaterials in nail coatings come from external exposure (skin, inhalation) rather than systemic absorption through nails

The rise of nanomaterials in cosmetics has prompted regulatory bodies worldwide to consider new safety assessment protocols and labeling requirements. Nail products fall under general cosmetic regulations in most jurisdictions, meaning they must be safe for human use under normal conditions, but do not typically undergo pre-market approval (except perhaps color additives in the US).

The EU has been at the forefront of nano-specific cosmetic regulation. Under EU Cosmetic Regulation No. 1223/2009, any ingredient that meets the definition of a nanomaterial must be clearly indicated in the product's ingredient list with the word "(nano)" after the ingredient name [4, p. 24-32]. Moreover, manufacturers are required to notify the European Commission of the use of nanomaterials in products through the Cosmetic Products Notification Portal (CPNP) six months prior to marketing.

United States: The FDA regulates cosmetics but does not have a pre-market approval system (except for color additives). The FDA has issued guidance on nanotechnology, suggesting that if a cosmetic ingredient is nanoscale and shows novel properties, companies should conduct additional

safety tests. The FDA's stance is that existing legal frameworks are sufficient, but the agency "encourages" manufacturers to consult with them for nano-cosmetics.

Many other regions align with either EU or US approaches. Canada and Australia, for instance, generally treat nanomaterials as new ingredients if they have new properties. Australia's industrial chemicals regulator (AICIS) has issued assessment requirements for certain nanomaterials. In the case of TiO<sub>2</sub> and ZnO, Australia permits them in sunscreens similarly to the EU, with specific rules for labeling if desired. In Japan, there isn't nano-specific cosmetic legislation; they rely on overarching safety requirements.

Regardless of jurisdiction, a thorough risk assessment for nano-formulations typically covers: identity and characterization of the nanomaterial (particle size distribution, surface coatings, morphology), likely exposure levels (how much might contact skin or be inhaled), and toxicological data (dermal absorption, irritation, sensitization, genotoxicity, systemic toxicity, etc.). For nail products, dermal absorption is usually negligible, so systemic toxicity testing often focuses on inhalation (for salon workers, in particular) and any potential for nano-particles to reach systemic circulation if swallowed or used on damaged skin. Fortunately, the nanomaterials in current nail coatings have been somewhat well-studied: Nanosilica was found in one study to cause dose-dependent oxidative stress in skin cells *in vitro*, but *in vivo* a 90-day topical test in rats showed no significant internal toxicity [6, p. 34-46]. Nanosilver has been tested in various cosmetics – one study noted that topically applied silver nanoparticles in a gel had a safe toxicological profile, with minimal skin penetration and an observed ability for cells to cope with any oxidative stress by upregulating antioxidants [12, p. 747329].

In conclusion of the regulatory and safety outlook, current evidence supports that nanomaterials can be used safely in nail coatings provided they are appropriately formulated and certain exposure routes are controlled. Regulatory agencies, particularly in the EU, have laid down a framework that encourages innovation but demands responsibility: new nano-ingredients must be treated as new chemicals with full safety dossiers [3, p. 122040]. With ongoing scientific research and vigilant oversight, the advanced performance of nano-enhanced nail coatings can likely be

achieved without compromising consumer or worker safety.

### Conclusion

Nanotechnology is catalyzing a significant leap forward in nail coating technology, yielding products that can outperform traditional polishes in durability, functionality, and potentially even therapeutic value. The implications of these developments are multifaceted. For cosmetic product design, formulators can confidently explore nanomaterial additives to create nail coatings that not only beautify but also protect. From a public health perspective, the advent of longer-wear polishes and anti-fungal nanocoatings may reduce the incidence of nail damage and infections associated with cosmetic nail procedures, provided they are used correctly.

Looking ahead, future research directions should prioritize a few key areas. First, more longitudinal studies on the effects of chronic exposure to nail product nanoparticles (especially for salon workers) would be valuable to confirm the absence of harm or to identify any subtle risks. Second, the development of biodegradable and bio-sourced nanomaterials (like nanocellulose, chitosan nanoparticles, or protein-based nanospheres) could offer environmentally friendly alternatives to inorganic particles, aligning nail cosmetics with green chemistry principles. Third, interdisciplinary innovation can marry electronics and cosmetics: we may see nails as platforms for nano-sensors or as conductive surfaces for interacting with gadgets, all made possible by conductive nanomaterials like graphene.

### References

1. Ahmadi Y. (2020). Polymeric nanocomposite coatings. In *Polymer Nanocomposites in Biomedical Engineering*. P. 383-412. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819359-4.00019-2>.
2. Baswan S., Kasting G.B., Li S.K., Wickett R., Adams B., Eurich S., Schamper R. (2017). Understanding the formidable nail barrier: A review of the nail microstructure, composition and diseases. *Mycoses*, 60(5), P. 284-295. <https://doi.org/10.1111/myc.12592>.
3. Bellmann T., et al. (2022). Bacterial nanocellulose patches as a carrier for hydrating and active delivery on nails. *International Journal of Pharmaceutics*, 624, P. 122040. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.122040>.

4. Chiu W.-S., Belsey N.A., Garrett N.L., Moger J., Delgado-Charro M.B., Guy R.H. (2015). Drug delivery into microneedle-porated nails from nanoparticle formulations: Ex vivo and in vivo investigations. *Journal of Controlled Release*, 199, P. 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2014.12.040>.
5. Cole de Paula A., Co-authors. (2025). Nail Polishes: A Review on Composition, Presence of Toxic Components, and Inadequate Labeling. *Dermatology Research and Practice*, 2025, Article ID 6330337. DOI: 10.1155/2025/6330337.
6. Dréno B., Alexis A., Chuberre B., Marinovich M. (2019). Safety of titanium dioxide nanoparticles in cosmetics. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(Suppl 7), P. 34-46. <https://doi.org/10.1111/jdv.15943>.
7. Dube E., Okuthe G.E. (2025). Silver nanoparticle-based antimicrobial coatings: Sustainable strategies for microbial contamination control. *Microbiology Research*, 16(6), P. 110. <https://doi.org/10.3390/microbiolres16060110>.
8. Effiong D.E., Uwah T.O., Jumbo E.U., Akpabio A.E. (2020). Nanotechnology in Cosmetics: Basics, Current Trends and Safety Concerns – A Review. *Advances in Nanoparticles*, 9(1), P. 1-22. DOI: 10.4236/anp.2020.91001.
9. European Commission SCCS. (2015). Opinion on Titanium Dioxide ( $TiO_2$ ) in Cosmetic Products (nano form). SCCS/1516/13.
10. Gupta V., Mohapatra S., Iqbal Z., et al. (2022). Nanotechnology in cosmetics and cosmeceuticals—A review of latest advancements. *Gels*, 8(3), P. 173. <https://doi.org/10.3390/gels8030173>.
11. Heise K., Kontturi E., Allahverdiyeva Y., Tammelin T., Linder M.B., Ikkala O., Nonappa. (2021). Nanocellulose: Recent fundamental advances and emerging biological and biomimetic applications. *Advanced Materials*, 33(28), P. 2004349. <https://doi.org/10.1002/adma.202004349>.
12. Kaur P., Singh B., Sharma N. (2021). Nanocellulose: Resources, physio-chemical properties and applications. *Frontiers in Nanotechnology*, 3, P. 747329. <https://doi.org/10.3389/fnano.2021.747329>.
13. Luceri A., Corsi F., Biggiogera M. (2023). Silver nanoparticles: Review of antiviral properties, mechanisms, and safety considerations. *Viruses*, 15(3), P. 736. <https://doi.org/10.3390/v15030736>.
14. Mendelsohn E., Hagopian A., Hoffman K., Butt C.M., Lorenzo A., Congleton J., Webster T.F., Stapleton H.M. (2016). Nail polish as a source of exposure to triphenyl phosphate. *Environment International*, 86, P. 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.10.005>.
15. More P.R., Bootwala S. (2023). Silver nanoparticles: Bactericidal and mechanistic insight with clinical relevance. *Microorganisms*, 11(2), P. 369. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020369>.
16. Ong W.T.J., et al. (2022). Evaluation of silver nanoparticles in cosmeceutical and potential biosafety complications. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), P. 2831-2845. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.007>.
17. SCCS – Scientific Committee on Consumer Safety. (2024). Opinion on new coatings for titanium dioxide (nano form) as UV filter in cosmetics (SCCS/1667/24). European Commission.
18. Sebghatollahi Z., Mahato N. (2023). Functional nanostructured materials in the cosmetics industry: A review. *ChemEngineering*, 7(4), P. 66. DOI: 10.3390/chemengineering7040066.

**ГОРБАЧЕВА Юлия**  
руководитель, Студия «Nail Loft», Россия, г. Москва

## ПРОДВИНУТЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В БЕЗОПАСНЫХ ПОКРЫТИЯХ ДЛЯ НОГТЕЙ

**Аннотация.** Покрытия для ногтей являются одними из самых распространённых косметических средств, однако задача сочетания высокой эффективности и безопасности их применения остаётся актуальной. Развитие нанотехнологий открывает новые возможности для создания долговечных, устойчивых и функциональных лаков при одновременном снижении токсичности. В статье представлен комплексный анализ применения наноматериалов – диоксида титана ( $TiO_2$ ),nanoцеллюлозы, наночастиц диоксида кремния, серебра и графена – в составе современных покрытий для ногтей. Рассмотрены механизмы их действия, пути возможного воздействия на организм (через кожу, выхание паров и пыли, трансунгвальное проникновение), а также аспекты безопасности и регуляторные требования. Показано, что наночастицы способны существенно повышать прочность и эластичность плёнки, улучшать адгезию, обеспечивать УФ-защиту и оказывать антимикробное действие. При этом грамотное введение наноматериалов позволяет достичь высоких потребительских характеристик покрытия без ущерба для здоровья. Сделан вывод о том, что нанотехнологии формируют основу нового поколения безопасных и эффективных средств для ногтевого сервиса.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, покрытия для ногтей, наноматериалы, косметическая безопасность, проницаемость ногтевой пластины, наночастицы диоксида кремния, диоксид титана, регуляторное соответствие.

# ФИЗИКА



10.5281/zenodo.17496006

**КОНДРАТЬЕВ Александр Владимирович**

ведущий инженер, Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера, Россия, г. Новосибирск

## МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ФОНОВОГО ГАЗА В БЕЗФОЛЬГОВЫХ ФРОНТЕНДАХ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы снижения фонового газа в вакуумных системах синхротронных установок, а также проблемы и ограничения существующих решений. Применение инновационных технологий, таких как нераспыляемые геттеры, плазменная очистка и улучшение герметичности конструкций, продемонстрировано как эффективное средство для поддержания сверхвысокого вакуума и улучшения качества синхротронного излучения. В статье описываются преимущества и недостатки различных подходов, таких как использование комбинированных насосных систем и новых методов диагностики, включая диодно-лазерную абсорбционную спектроскопию. Практическая реализация этих методов, несмотря на их высокую эффективность, сталкивается с рядом проблем, включая высокую стоимость внедрения и необходимость постоянного обслуживания. Статья также рассматривает текущие ограничения и предлагает рекомендации для дальнейших исследований в области улучшения методов контроля и снижения фонового газа.

**Ключевые слова:** синхротронное излучение, фоновый газ, вакуумная система, нераспыляемые геттеры, плазменная очистка, герметичность, комбинированные насосные системы, диодно-лазерная абсорбционная спектроскопия, вакуум, диагностика, методы контроля.

### Актуальность исследования

Синхротронное излучение (СИ) представляет собой мощный инструмент для проведения высокоточных исследований в различных областях науки и техники, включая материаловедение, биохимию, физику конденсированного состояния и медицину. Однако эффективность использования СИ во многом зависит от качества вакуума в каналах его передачи, особенно в безфольговых фронтендах, где прямой контакт излучения с атмосферой невозможен. В таких системах фоновый газ может существенно снижать интенсивность и качество излучения, а также влиять на безопасность и стабильность работы установки.

Вакуумные системы безфольговых фронтендов подвержены воздействию радиационной десорбции, при которой молекулы газов, адсорбированные на стенках канала, высвобождаются под действием СИ, ухудшая вакуум и увеличивая фоновый уровень. Это явление особенно выражено в высокоинтенсивных

установках, где мощность излучения достигает значительных значений.

Таким образом, разработка эффективных методов снижения фонового газа в таких системах является не только научной, но и практической необходимостью для обеспечения стабильной и безопасной работы синхротронных установок.

### Цель исследования

Целью данного исследования является анализ методов снижения концентрации фонового газа в безфольговых фронтендах синхротронного излучения.

### Материалы и методы исследования

Для проведения исследования использовались данные о существующих методах снижения фонового газа в синхротронных установках, а также результаты практического применения различных технологий на ведущих российских и зарубежных установках. Анализ был основан на материалах научных публикаций, отчетов о выполненных проектах и

технической документации, а также информации, предоставленной операторами синхротронных установок.

Методы включают использование теоретических моделей для анализа эффективности технологий, а также экспериментальные данные, полученные с помощью диодно-лазерной абсорбционной спектроскопии и плазменных систем очистки.

### Результаты исследования

Синхротронное излучение (СИ) представляет собой электромагнитное излучение, возникающее при ускорении заряженных частиц, таких как электроны, в магнитном поле с релятивистскими скоростями. Это излучение обладает высокой яркостью, широким

спектральным диапазоном и высокой когерентностью, что делает его ценным инструментом в научных исследованиях.

Как показано на рисунке 1, электроны движутся через магнитное поле, генерируя синхротронное излучение, которое затем взаимодействует с материалами внутри вакуумной системы. Это взаимодействие может привести к процессам, таким как радиационная десорбция, где молекулы, адсорбированные на поверхности материалов, высвобождаются под воздействием фотонов синхротронного излучения. В частности, в таких установках, как синхротронные кольца, это явление может существенно ухудшить качество вакуума и влиять на стабильность работы системы.

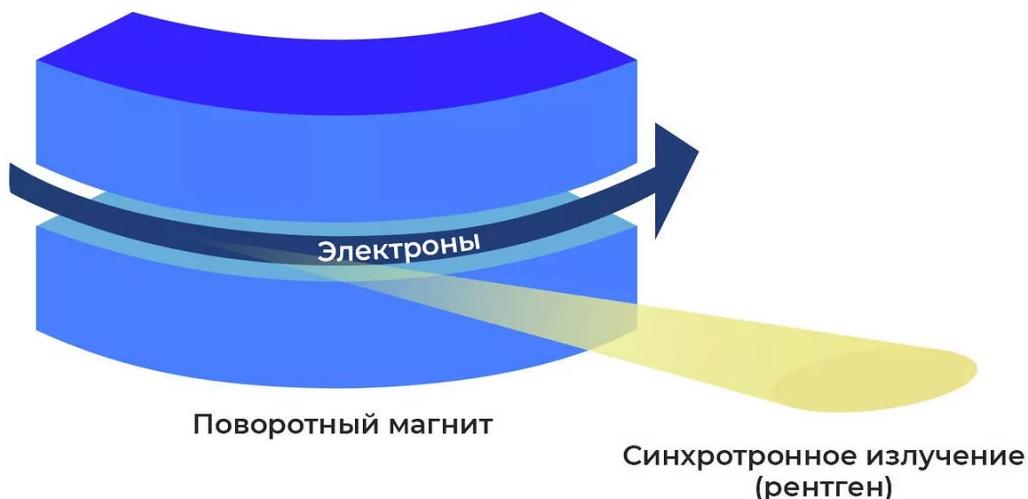


Рис. 1. Механизм генерации синхротронного излучения в поворотном магнитном поле [3]

Радиационная десорбция зависит от множества факторов, включая энергию фотонов, тип поверхности и состояние материала, что требует детального учета при проектировании вакуумных систем для синхротронных установок.

Особое внимание уделяется безфольговым фронтендам – компонентам вакуумной системы, которые обеспечивают передачу синхротронного излучения от ускорителя к экспериментальной станции. В отличие от фольговых фронтендов, безфольговые конструкции не используют металлические фольги для герметизации, что позволяет уменьшить потери излучения, но одновременно увеличивает вероятность взаимодействия излучения с остаточными газами. Это взаимодействие может привести к дополнительной десорбции молекул с поверхности материалов, что ухудшает качество вакуума и стабильность работы установки [1, с. 10].

Для оценки влияния радиационной десорбции на вакуумные системы синхротронных

установок проводятся различные эксперименты. Например, в экспериментах на кольце накопителя VEPP-2M в Институте ядерной физики СО РАН исследовалась десорбция газов, таких как  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$  и  $CO_2$ , при облучении синхротронным излучением с критической энергией 50 эВ. Результаты показали, что десорбция этих молекул зависит от накопленной дозы фотонов и температуры поверхности, что подтверждает необходимость учета радиационной десорбции при проектировании вакуумных систем синхротронных установок [5].

Для оценки концентрации фонового газа в синхротронных установках применяются различные методы, каждый из которых имеет свои особенности и области применения. Выбор метода зависит от требуемой чувствительности, спектрального диапазона, скорости измерений и других факторов.

Одним из наиболее распространённых методов является газовая хроматография. Этот метод позволяет разделять компоненты смеси

газов и определять их концентрацию с высокой точностью. Однако газовая хроматография требует значительного времени на подготовку образцов и анализ, что ограничивает её применение в реальном времени.

Фотометрия с использованием ультрафиолетового и инфракрасного излучения также широко используется для измерения концентрации определённых газов. Этот метод основан на поглощении света молекулами газа, что позволяет определить их концентрацию по закону Бугера-Ламберта-Бера. Он обладает высокой чувствительностью и может быть использован для мониторинга в реальном времени [2].

Масс-спектрометрия представляет собой метод, при котором ионизированные молекулы газа анализируются по их массе и заряду. Этот метод обеспечивает высокую точность и возможность одновременного измерения множества компонентов, однако он требует сложного оборудования и подготовки образцов.

Фотоакустическая спектроскопия (PAS) является методом, при котором молекулы газа поглощают модулированное излучение и излучают акустические волны, которые регистрируются детектором. Этот метод позволяет проводить измерения с высокой чувствительностью и в реальном времени, что делает его перспективным для мониторинга фонового газа в синхротронных установках [4].

На рисунке 2 изображен процесс работы фотоакустического детектора. В части (A) показано, как лазерный импульс взаимодействует с образцом и поглощается оптическим поглотителем. В результате этого поглощения создаются акустические волны, которые далее детектируются. В части (B) изображен эластичный отклик образца, генерируемый поглощением света, который регистрируется детектором.

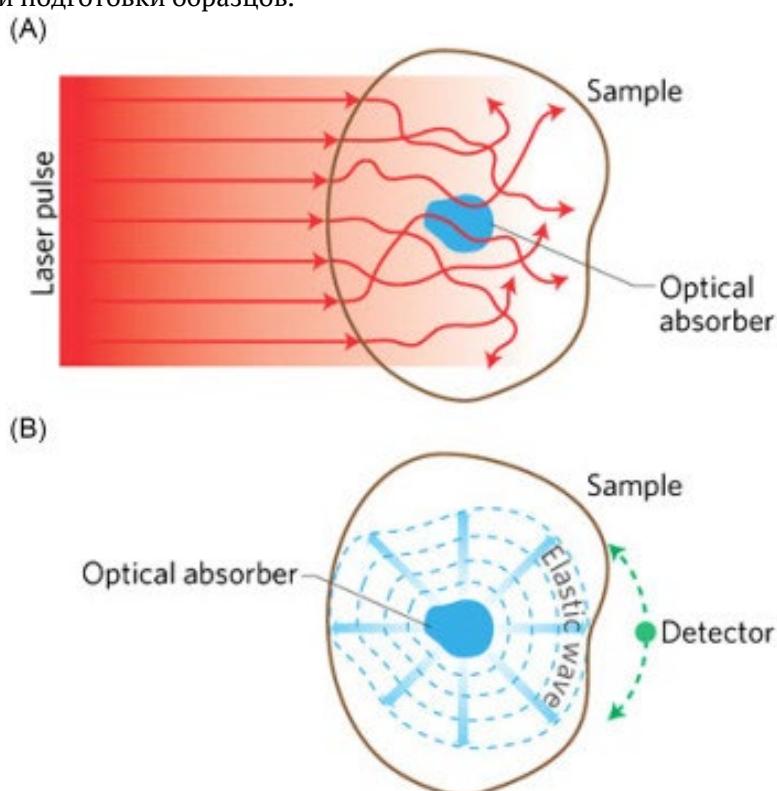


Рис. 2. Схема работы фотоакустического детектора [6]

Микроволновая спектроскопия используется для измерения концентрации газов, поглащающих микроволновое излучение. Этот метод обладает высокой чувствительностью и

может быть использован для детекции газов с низким содержанием в смеси.

Таблица 1 представляет собой сравнительный анализ различных методов измерения концентрации фонового газа.

Таблица 1

**Сравнительный анализ методов измерения концентрации фонового газа**

Метод	Чувствительность	Спектральный диапазон	Время измерения	Примечания
Газовая хроматография	Высокая	Широкий	Длительное	Требует подготовки образцов
Фотометрия (УФ/ИК)	Высокая	Ультрафиолетовый/Инфракрасный	Быстрое	Подходит для определённых газов
Масс-спектрометрия	Очень высокая	Широкий	Длительное	Сложное оборудование
Фотоакустическая спектроскопия	Очень высокая	Широкий	Очень быстрое	Подходит для мониторинга в реальном времени
Микроволновая спектроскопия	Высокая	Микроволновой	Быстрое	Подходит для детекции специфических газов

Следовательно, выбор метода измерения фонового газа зависит от конкретных условий и требований к точности и скорости измерений.

Вакуумные системы синхротронных установок подвержены воздействию фонового газа, который может ухудшать качество

синхротронного излучения. Для эффективного снижения концентрации фонового газа применяются различные методы, включая использование нераспыляемых геттеров, улучшение герметичности конструкций и оптимизацию процессов откачки (табл. 2).

Таблица 2

**Сравнительный анализ различных методов снижения фонового газа**

Метод	Преимущества	Ограничения
Нераспыляемые геттеры (NEG)	Высокая эффективность поглощения газов	Требуют низких температур
Повышение герметичности	Снижение поступления фонового газа	Необходимы дополнительные усилия
Оптимизация процессов откачки	Эффективное удаление молекул газа	Зависимость от типа используемых насосов

Для эффективного снижения фонового газа в синхротронных установках необходимо комплексное применение различных методов, включая использование нераспыляемых геттеров, повышение герметичности конструкций и оптимизацию процессов откачки. Только при сочетании этих подходов можно достичь стабильной и эффективной работы вакуумных систем синхротронных установок.

Снижение концентрации фонового газа в вакуумных системах синхротронных установок является важной задачей для обеспечения стабильной и эффективной работы этих комплексов. Современные научные исследования и разработки направлены на внедрение инновационных технологий, которые позволяют более эффективно контролировать и снижать уровень фонового газа.

Одним из перспективных направлений является использование плазменных технологий для очистки вакуумных систем. Например, в Курчатовском центре синхротронного излучения была разработана система «*in situ*» очистки рентгенооптических элементов от углеродного загрязнения. В основе этой системы лежит диффузионный натекатель кислорода, который создаёт контролируемое давление молекулярного кислорода в вакуумной камере. Под действием ионизирующего синхротронного излучения кислород взаимодействует с углеродным загрязнением, образуя CO и CO<sub>2</sub>, которые затем откачиваются штатными вакуумными насосами. Тестирование показало избирательное пропускание кислорода и возможность прецизионного изменения его давления в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-11}$  до  $1 \cdot 10^{-7}$  мбар, а также

повышение давления паров CO и CO<sub>2</sub> под действием синхротронного излучения [8].

Также активно исследуются материалы с высокой сорбционной способностью, которые могут эффективно поглощать молекулы фонового газа. Например, в Пермском университете была предложена инновационная технология извлечения CO<sub>2</sub> из дымовых газов с использованием абсорбентов на основе аминов. Эти растворы эффективно поглощают CO<sub>2</sub>, что позволяет снизить его концентрацию в газах и, соответственно, в вакуумных системах [9].

Кроме того, разрабатываются новые методы диагностики и мониторинга уровня фонового газа. Использование диодно-лазерной абсорбционной спектроскопии (TDLAS) позволяет с высокой чувствительностью и точностью измерять концентрацию различных газов в вакуумных системах. Этот метод основан на анализе поглощения лазерного излучения молекулами газа и может быть адаптирован для мониторинга фонового газа в реальном времени [7].

Внедрение этих и других инновационных технологий в практику синхротронных установок позволит значительно повысить эффективность работы вакуумных систем, снизить уровень фонового газа и обеспечить стабильную работу установок на протяжении длительного времени.

Несмотря на значительные достижения в области снижения концентрации фонового газа в синхротронных установках, существующие методы сталкиваются с рядом проблем и ограничений, которые необходимо учитывать при их применении:

1. Ограниченнная эффективность при высоких нагрузках. Многие методы, такие как использование нераспыляемых геттеров, эффективны при низких температурах и низких давлениях. Однако при высоких нагрузках или изменениях в условиях эксплуатации их эффективность может снижаться.

2. Сложности в поддержании сверхвысокого вакуума. Поддержание сверхвысокого вакуума в безфольговых фронтендах требует постоянного контроля и обслуживания. Малейшие утечки или загрязнения могут существенно повысить уровень фонового газа, что затрудняет стабильную работу установки.

3. Высокая стоимость и сложность внедрения новых технологий. Внедрение новых технологий, таких как плазменная очистка или использование сложных насосных систем, требует значительных финансовых вложений и

технических ресурсов. Это может быть ограничивающим фактором для многих лабораторий и исследовательских центров.

4. Ограниченнная адаптируемость к различным условиям эксплуатации. Методы, эффективные в одних условиях, могут быть менее эффективны в других. Например, системы, оптимизированные для работы при определённых температурах или давлениях, могут не обеспечивать необходимую эффективность при изменении этих параметров.

5. Необходимость постоянного мониторинга и обслуживания. Для поддержания эффективности методов снижения фонового газа требуется постоянный мониторинг и техническое обслуживание. Это включает в себя регулярные проверки состояния оборудования, замену фильтров и других компонентов, а также калибровку измерительных приборов.

6. Ограниченнная совместимость с существующими системами. Внедрение новых методов может требовать значительных изменений в существующих системах и инфраструктуре. Это может включать в себя модификацию вакуумных камер, установку дополнительных насосов или фильтров, а также обновление программного обеспечения для контроля и мониторинга.

### Выводы

Таким образом, снижение концентрации фонового газа в синхротронных установках является важной задачей для повышения их эффективности и стабильности работы. Применение инновационных технологий, таких как нераспыляемые геттеры и плазменная очистка, позволяет значительно улучшить вакуумные условия и качество излучения. Однако существующие решения сталкиваются с рядом проблем и ограничений, включая высокую стоимость и необходимость постоянного обслуживания оборудования. Для дальнейшего совершенствования методов контроля и снижения фонового газа необходимо проведение дополнительных исследований и разработка более адаптируемых и экономически выгодных технологий.

### Литература

1. Кондратьев А.В. Особенности вакуумных систем каналов синхротронного излучения (СИ) // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2023. – № 11-1. – С. 8-13.

2. Кочетова А.В. Фотометрические методы анализа // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015015229>.
3. «Это мировой рекорд». В Сибири строят экстремально яркий источник излучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ria.ru/20210830/sinkhrotron-1747495970.html?utm\\_medium=organic&utm\\_source=yandexsmartcamera](https://ria.ru/20210830/sinkhrotron-1747495970.html?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera).
4. Photoacoustic spectroscopy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Photoacoustic\\_spectroscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Photoacoustic_spectroscopy).
5. Synchrotron radiation induced gas desorption from a prototype LHC beam screen at cryogenic temperature [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cds.cern.ch/record/291724/files/LHC-Project-Note-7.pdf>.
6. Датчик CO<sub>2</sub> фотоакустической спектроскопии: новинка от Winsen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.winsen-sensor.com/knowledge/photoacoustic-spectroscopy-co2-sensor.html>.
7. Диодно-лазерная абсорбционная спектроскопия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Диодно-лазерная\\_абсорбционная\\_спектроскопия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Диодно-лазерная_абсорбционная_спектроскопия).
8. Курчатовский комплекс синхротронно-нейтронных исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://kcsni.nrcki.ru/files/pdf/otchet\\_2020.pdf](https://kcsni.nrcki.ru/files/pdf/otchet_2020.pdf).
9. Пермские ученые предложили инновационное решение для сокращения выбросов углекислого газа в атмосферу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/news/base/2025/1906826.htm>.

**KONDRADEV Aleksandr**

Senior Engineer, Budker Institute of Nuclear Physics, Russia, Novosibirsk

## METHODS FOR REDUCING BACKGROUND GAS IN THRESHOLD-FREE FRONTENDS OF SYNCHROTRON RADIATION

**Abstract.** The article discusses methods for reducing background gas in vacuum systems of synchrotron installations, as well as the problems and limitations of existing solutions. The use of innovative technologies such as dust-free getters, plasma cleaning, and improved structural tightness has been demonstrated as an effective means to maintain ultra-high vacuum and improve the quality of synchrotron radiation. The article describes the advantages and disadvantages of various approaches, such as the use of combined pumping systems and new diagnostic methods, including diode-laser absorption spectroscopy. The practical implementation of these methods, despite their high efficiency, faces a number of challenges, including the high cost of implementation and the need for continuous maintenance. The article also examines the current limitations and offers recommendations for further research in the field of improving control methods and reducing background gas.

**Keywords:** synchrotron radiation, background gas, vacuum system, dust-free getters, plasma purification, tightness, combined pumping systems, diode-laser absorption spectroscopy, vacuum, diagnostics, control methods.

**РЫСИН Андрей Владимирович**  
радиоинженер, АНО «НТИЦ «Техком», Россия, г. Москва

## ВЫВОД ЗАКОНОВ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ МИРОЗДАНИЯ

**Аннотация.** Актуальность указанной статьи определяется тем, что в современной физике, полученные на практике законы, воспринимаются как постулаты. Это завело современную физику в тупик с объяснением физических явлений через телепортацию, гравитоны, тёмную энергию, виртуальные частицы, ядерные силы, соотношение неопределённостей Гейзенберга, и т. д. Поэтому возникла необходимость вывести законы физики из элементарной логики без представления их в качестве постулатов.

**Ключевые слова:** СТО и ОТО Эйнштейна, принцип Гюйгенса – Френеля, система уравнений Дирака, усовершенствованные уравнения Максвелла, уравнение Даламбера.

### 1. Физическая интерпретация общей формулы Мироздания по соответствуанию известному инвариантному энергетическому соотношению и пространственно-временным преобразованиям по СТО и ОТО Эйнштейна

$$\begin{aligned} \cos^2(x) + \sin^2(x) &= ch^2(w) - sh^2(w) = 1 = \text{const}, \\ \exp(ix)\exp(-ix) &= \exp(w)\exp(-w) = 1, \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь  $w=(-1)^{1/2}x$ . Иными словами отличие объектов от противоположностей определяется атрибутом принадлежности в виде  $i=(-1)^{1/2}$ , что и определяет смену закономерностей в зависимости от системы наблюдения при сохранении количественного равенства.

Понятно, что из общей формулы Мироздания должны следовать и известные законы физики с учётом констант, полученные в экспериментах, так как иное означало бы разрыв с наличием чудес. Из (1) видно, что левую часть уравнения до знака равенства можно рассматривать представлением взаимодействия в одной глобальной противоположности в виде нормированного уравнения окружности, а правая часть формулы соответствует инвариантной форме используемой в СТО в виде:  $s^2=c^2T^2-R^2$ , что и было показано в [1, с. 6-42]. При этом общая формула Мироздания отражает процессы в противоположностях с учётом того, что сложение в одной противоположности

В статье [1, с. 6-42] на основе элементарной логики были определены основные закономерности построения Мироздания и выведена общая формула Мироздания связи глобальных противоположностей в виде:

означает вычитание в другой противоположности. Иное бы означало отсутствие отличий между противоположностями. Для показа связи общей формулы мироздания (1) с известными физическими законами представим левую часть общей формулы Мироздания с учётом взаимодействия противоположностей через переменные с нормировкой к скорости обмена равной скорости света. Собственно, при условии сохранения объекта, динамика взаимодействия противоположных частей объекта, с учётом наблюдения из одной выбранной противоположности, будет выглядеть в нормированном к максимальной скорости обмена в виде уравнения:

$$v^2 + v_1^2 = c^2 = \text{const}, \tag{2}$$

Перепишем полученное уравнение в ином виде:

$$v_1^2 = c^2 - v^2, \tag{3}$$

Далее произведем следующие преобразования:

$$\begin{aligned} v_1^2 &= c^2(1 - v^2/c^2); \\ v_1^2/(1 - v^2/c^2) &= c^2; \\ 1/(1 - v^2/c^2) &= c^2/v_1^2; \\ 1/[c^2(1 - v^2/c^2)] &= 1/v_1^2, \end{aligned} \tag{4}$$

Сделаем замену переменных и считаем, что  $m=1/v_1$ , а  $m_0=1/c$ . Иными словами учитываем обратно-пропорциональную связь противоположностей с представлением в ином виде. В итоге имеем:

$$m_0^2/(1 - v^2/c^2) = m^2, \quad (5)$$

Если умножить оба члена указанного уравнения на величину  $c^4$  (что не меняет сути уравнения), то получим формулу энергии Эйнштейна в квадрате, которую изначально использовал Дирак при «линеаризации» и

$$\begin{aligned} m^2 &= m_0^2 c^2 / (c^2 - v^2), \\ m^2 c^2 - m^2 v^2 &= m_0^2 c^2, \\ m^2 c^4 &= m_0^2 c^4 + c^2 m^2 v^2, \\ m^2 c^4 &= m_0^2 c^4 + c^2 P^2, \\ E &= \pm c(m_0^2 c^2 + P^2)^{1/2}, \end{aligned} \quad (6)$$

Учитывая, что в формулу энергии Эйнштейна входят только две переменные величины, которые дают замкнутую систему по формуле окружности, то они и являются противоположностями друг для друга (аналогично длине и времени, которые связаны через скорость света, что было впервые показано Минковским [2, с. 225-226]), т. е. могут преобразовываться только друг в друга. А отсюда следует, что указанные величины не могут выражаться через один и тот же вид в противоположных системах наблюдения, связанных через скорость света. Иначе такое преобразование ничем не зафиксировать в силу отсутствия различий между противоположностями. Однозначная связь скорости света ( $c$ ) и постоянной Планка ( $\hbar$ ) была доказана в [1, с. 6-42] по формуле:

$$hc = 1, \quad (7)$$

Это с учётом необходимости смены представления объектов в противоположностях, означает необходимость записи  $m_0=\hbar=1/c$ . Повторим, мы вывели формулу энергии Эйнштейна из замкнутости двух противоположностей друг на друга на основе элементарной логики. Отсюда в формулу Эйнштейна входят только две переменные величины, которые дают замкнутую систему по формуле окружности, и они являются противоположностями друг для друга (аналогично длине и времени, которые связаны через скорость света  $r=ct$  [2, с. 225-226]), т. е. могут преобразовываться только друг в друга. В результате следует, что указанные величины не могут выражаться через один и тот же вид, иначе такое преобразование ничем не зафиксировать в силу отсутствия различий между противоположностями. Поэтому, если одна переменная величина выражает скорость  $v$ , то второй изменяемой

получении своей системы уравнений, что будет показано несколько ниже.

Соответственно мы видим, что значения скорости и массы выступают как противоположности связанные обратно пропорциональной связью и фактически заменяют соотношение неопределённостей Гейзенберга в детерминированном виде. Можно закон сохранения энергии Эйнштейна вывести и в ином известном представлении:

переменной остаётся роль массы и при этом  $v_1=1/m$ , а отсюда с учётом (7) и  $m_0=\hbar=1/c$ . Иными словами мы связали эти две величины друг с другом для объяснения формулы энергии Эйнштейна. При этом мы определили значение массы покоя электрона (позитрона) через величину обратно пропорциональную скорости света (обмена) и равную минимальной дискретной величине – постоянной Планка, и тем самым исключили представление массы вне описания через пространство и время, так как значение скорости определяется длиной и временем.

*Отметим, что в представлениях физиков постоянная Планка и масса не имели связи с длиной и временем, а представлялись некоторыми отдельными несвязанными величинами, выраженными в параметрах системы измерения, например СИ или СГС. Поэтому физики никак не могли вывести формулу энергии Эйнштейна из элементарной логики замкнутой системы на две глобальные противоположности.* Отметим, что электрон и позитрон сохраняются вплоть до аннигиляции и меньше этих объектов с массой покоя просто быть не может, так как никакого другого дробного деления, с другим преобразованием, не обнаружено. Соответственно, представление величины объекта зависит от системы наблюдения в иерархии Мироздания при обратно-пропорциональной связи противоположностей, что было нами установлено в виде закона философии в [1, с. 6-42]. Из сказанного следует, что в качестве массы покоя в одной противоположности выступает скорость обмена в другой противоположности, то есть, иными словами, как это будет понятно далее, потенциальная энергия одной противоположности переходит в кинетическую энергию в

другой противоположности. Отсюда, в общем следует, что масса покоя электрона ( $m_0=h$ ) характеризует в противоположности величину обменных процессов в объекте со скоростью света ( $c$ ), и кинетическая энергия электрона в одной противоположности даёт массу покоя в другой противоположности с учётом обратно пропорциональной связи. Иное бы означало отсутствие противоположностей. То есть, то, что считается константой длины (массы) в одной противоположности представляется временем через скорость в другой противоположности. Собственно, это позволяет исключить парадокс сингулярности в ОТО Эйнштейна, так как разделение объектов одной противоположности осуществляется за счёт объектов другой противоположности, и если одни объекты отображают статику, то противоположные объекты выражают динамику обмена.

Следует также отметить, что перенос значения  $v^2$ , из левой части уравнения (2) от знака равенства в правую часть от знака равенства в (3), привёл также и к смене закономерностей. А это означает, что в физике, в отличие от математики, не только нельзя произвольно переставлять переменные интегрирования или дифференцирования, но и делать произвольно перенос членов из одной части равенства в другую, так как с этим переносом надо учсть и изменение представления с учётом смены места наблюдения, а значит и закономерностей. Собственно, это связано с тем, что меняется принцип взаимодействия между противоположностями, когда сложение меняется на вычитание, и наоборот. И это также не учитывали физики и математики.

**Надо отметить, что из общей формулы Мироздания также следует и необходимость описания пространства и времени через СТО и ОТО Эйнштейна.**

Отметим, что Эйнштейн своим постулатом о постоянстве скорости света фактически интуитивно узаконил наличие двух противоположностей бытия и небытия как систем со своими пространственно-временными соотношениями ( зависимыми и независимыми частями), где в результате движения происходят количественные изменения между этими системами. Однако, так как А. Эйнштейн не знал принцип построения мироздания от простого к сложному по логике на основе глобальных противоположностей, то он рассматривал необходимость существования СТО и ОТО исходя из исключения парадоксов в законах физики в

зависимости от системы наблюдения. При этом он считал сами законы физики постулатами. Такой подход привёл его к противоречивым выводам, когда по СТО требуется относительность систем отсчёта с определением значения скорости, а в ОТО не обойтись без абсолютной системы отсчёта относительно которой будут измеряться скорости движения. Поэтому мы вначале займёмся рассмотрением общих принципов СТО и ОТО Эйнштейна, так как здесь имеется противоречивость используемых доказательств, которая потом привела к наличию космологических уравнений, чёрных дыр, телепортации, сил гравитации, ядерных сил и прочих алогизмов. Сложность восприятия СТО и ОТО заложена в том, что пространство и время нами, из жизненного опыта, воспринимаются как независимые величины. При этом считается, что существует [3, с. 2-10]:

1. Однородность пространства и времени;
2. Изотропность пространства;
3. Принцип относительности, то есть полное равноправие всех инерциальных систем отсчёта;
4. Постулат постоянства скорости света, т. е. одинаковость скорости света во всех инерциальных системах отсчёта.

Действительно, механика убеждает в полном равноправии всех инерциальных систем отсчёта, что нашло своё отражение в известном принципе относительности Галилея. Принцип относительности Галилея опирается на два основных допущения [4, с. 199]:

1. Время является абсолютным, то есть, единственным для всех инерциальных систем отсчёта;
2. Скорости складываются как евклидовы векторы, то есть, мы имеем евклидово пространство, где объект описывается по трём независимым друг от друга координатам.

В этом случае, пространство и время имеют независимость друг от друга. При этом мы имеем для пространства три также независимых друг от друга ортогональных направления.

Из этих допущений вытекают известные преобразования Галилея, связывающие между собой две инерциальные системы отсчёта, например, если одна из них движется относительно другой по одной из осей со скоростью  $v$ , то имеем уравнение движения в виде:

$$x = x_0 - vt_0, y = y_0, z = z_0, t = t_0, \quad (8)$$

Соответственно скорости систем отсчёта складываются и вычитываются по соответствующим ортогональным координатам.

Как известно, уравнения механики Ньютона для замкнутой системы материальных точек с массами  $m_i$ , между которыми действуют силы

$$m_i d^2 r_i / dt^2 = \sum_{k \neq i} F_{ik} (\mathbf{r}_k - \mathbf{r}_i) \quad (9)$$

Отсюда, мы замечаем, что ускорения точек, а также относительные расстояния являются инвариантами преобразований Галилея, так как скорость не входит в формулу наличия сил:

$$\frac{m_i d^2 r_i}{dt^2} = \frac{m_i d^2 r_{0i}}{dt_0^2}, (\mathbf{r}_k - \mathbf{r}_i) = (\mathbf{r}_{0k} - \mathbf{r}_{0i}), \quad (10)$$

В итоге уравнения (9) инвариантны относительно этих преобразований. Однако, в случае действия произвольных сил уравнения Ньютона только ковариантные (понятие ковариантности будет раскрыто несколько ниже) по отношению к преобразованиям Галилея и неинвариантные силы следует при этом рассматривать как внешние, то есть механическую систему нельзя считать замкнутой.

Что касается уравнений электродинамики Максвелла-Лоренца, то они по мнению учёных оказались не ковариантными относительно преобразований Галилея, а все попытки получить желанную ковариантность, как-то изменив форму уравнений, не принесли успеха, ибо приводили к противоречию с опытом. Например, появление полной силы Лоренца было связано с наличием разности скорости движения в инерциальных системах отсчёта:

$$\mathbf{F}_{\text{лор}} = qE_y = q\{E_{0x} + 1/c[\mathbf{v}_x \mathbf{B}_{0z}]\}, \mathbf{B}_z = \mathbf{B}_{0z}, \quad (11)$$

Понятно, что в отличие от (10), где силы определяются ускорением, здесь есть сила, связанная именно с наличием движения со скоростью  $v$  одной инерциальной системы относительно другой инерциальной системы. Но парадокс здесь возникал ещё и в том, что сила Лоренца рассматривалась относительно неподвижной системы отсчёта, а как тогда быть с представлением этой силы в подвижной инерциальной системе? Выходило, что при размещении наблюдателя на движущемся объекте  $v_x=0$ , и при  $B_z=B_{0z}$ , никакой силы просто быть не может, а это означало, что законы физики в подвижной и неподвижной инерциальной системе отличаются друг от друга, чего на практике не наблюдалось. Ещё один аналогизм, связанный с тем, что при скорости  $v_x$ , есть наличие силы перпендикулярной радиальной силе Кулона. Проблема решается, если учитывать тот факт, что значение  $B_{0z}$  от неподвижной системы это уже не величина  $B_z=B_{0z}$ , то есть, представлять  $B_{0z}$ , в подвижной системе аналогично так же, как и в неподвижной системе неправильно.

$\mathbf{F}_{ik}(i \neq k)$ , зависящие от относительных расстояний, можно представить:

Учитывая формулу (11), магнитная индукция от неподвижной системы преобразуется в электрическую силу взаимодействия инерциальных систем (объектов) в виде  $E_y = [v_x B_{0z}] / c$ . То есть, фактически магнитная индукция в неподвижной инерциальной системе выглядит напряжённостью электрического поля в подвижной инерциальной системе. Собственно, это явление получило название электромагнитного континуума (то есть, мы имеем аналог с пространственно-временным континуумом). Фактически закон Лоренца исключает существование первого закона Ньютона, то есть ни один объект мироздания нельзя представлять через инерциальную систему, которое имеет полностью замкнутое независимое состояние, так как всегда есть движение (изменение) относительно чего-либо. То есть, всякое тело (объект) не может находиться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, и объект всегда будет испытывать ускорение, связанное с наличием силы Лоренца – Кулона. При этом наличие силы всегда связано с ускорением и изменением состояния объекта. Собственно, это подтверждается и формулами Луи де Брайля, где как движущемуся объекту и неподвижному объекту приписывается волновой процесс на основе функции Луи де Брайля. Отметим, что наличие волнового процесса, как это будет показано ниже, всегда связано с поглощением и излучением, что связано с изменением параметров самой частицы, и иное кстати бы исключало необходимость обмена и взаимодействия. Иными словами, всегда есть объекты, относительно которых выбранный объект имеет движение, а электромагнитные силы присущи любому объекту мироздания, и в отличие от описания неких неизвестных сил по механике Ньютона, мы должны рассматривать конкретные силы. Отсюда, необходимо было разобраться с причиной образования самих сил, что обеспечивает взаимосвязь всех объектов мироздания. Однако, проблему вначале предложили решить за счёт существования некоего электромагнитного эфира, что оправдывало не ковариантность (различный вид уравнений в подвижной и неподвижной системе отсчёта), и в этом случае уравнения Максвелла-Лоренца могут быть справедливыми лишь в

единственной системе отсчёта, связанной с эфиром (то есть, таким образом вводилась абсолютная система отсчёта). Во всякой другой системе отсчёта эфир будет двигаться, а это должно оказаться на уравнениях поля. Иначе говоря, в любой «эфирной» теории предполагается существование «эфирного ветра», а это означает, что в уравнениях поля должна содержаться в качестве параметра скорость рассматриваемой системы отсчёта относительно эфира. Таким образом, представление об эфире оказывается несовместимым с принципом относительности Галилея, в чём наглядно

убеждает следующий мысленный эксперимент.

Рассмотрим электромагнитную волну, порождаемую точечным источником света в момент времени  $t=0$ , и выясним, как будет выглядеть её распространение в двух инерциальных системах отсчёта, движущихся друг относительно друга со скоростью  $v$ . Пусть, скажем, система  $\Sigma$  связана с неподвижным эфиром, а система  $\Sigma^*$  движется вдоль оси X со скоростью  $v$ , так что в момент  $t=0$ , их начала отсчёта совпадают с положением источника.

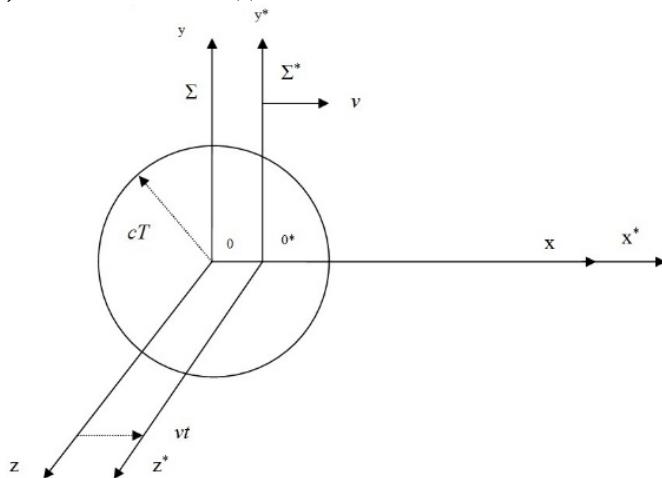


Рис. 1. Представление подвижной и неподвижной систем отсчёта относительно фронта волны

Тогда в момент  $t=T>0$  свет достигнет точек, расположенных на расстоянии  $R=cT$  от начала

координат  $r=0$ . Поэтому в системе  $\Sigma$  уравнение фронта волны имеет вид:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 + z^2 - c^2 T^2 &= 0, \\ x^2 + y^2 &= c^2 T^2 - z^2, \end{aligned} \quad (12)$$

Необходимо отметить, что первое уравнение электромагнитной волны в (12) относится к чисто волновым процессам без корпускулярных свойств, а вот второе уравнение в (12) можно отнести к движению фотона вдоль оси  $z$ , и этот вид соответствует общей формуле Мироздания (1). Соответственно по осям  $x$  и  $y$  мы имеем вращательное круговое замкнутое движение, так как при  $x=0$  и  $y=0$  мы вообще не будем иметь объекта, а в варианте первого уравнения фотон будет иметь распад. Это представление имеет связь с общей формулой Вселенной (1) в любой системе координат. Однако продолжим, и в системе  $\Sigma^*$  к моменту  $t=T$  положение источника сместится вдоль оси X на отрезок  $-vt$  и уравнение той же волновой поверхности примет вид (рис. 1):

$$(x^* + vt)^2 + y^{*2} + z^{*2} - c^2 T^2 = 0, \quad (13)$$

Таким образом, в системах  $\Sigma$  и  $\Sigma^*$  уравнение волнового фронта выглядит по-разному. Но, как хорошо известно, из теории

дифференциальных уравнений в частных производных, волновая поверхность является *характеристической*, и её вид определяется только коэффициентами соответствующих уравнений. Поэтому уравнения электромагнитного поля, в результате решения которых получаются соответствующие волновые фронты (12) и (13), также должны выглядеть по-разному (иными словами, уравнение электромагнитной волны должно иметь член, учитывающий скорость движения), что говорит об их не ковариантности. Итак, «эфирная» концепция электромагнитного поля отрицает принцип относительности Галилея и допускает возможность опытного обнаружения эфирного ветра. Поэтому был поставлен опыт Майклельсона по обнаружению движения эфира относительно движения Земли [5, с. 201], исходя из того, что эфир должен иметь направленный вектор скорости его движения. Однако обнаружить эфирный ветер не удалось, что послужило

основанием для сомнений в справедливости «эфирной концепции». Кроме того, мы отметим, что в эфирной концепции магнитная составляющая в формуле (11) остаётся неизменной в любой системе отсчёта и связана с наличием эфира. Отсюда нет относительности представления магнитных и электрических компонент в зависимости от движения, то есть, нет электромагнитного континуума. И таким образом, выбором системы отсчёта при  $v_x=0$ , и при  $B_z=B_{0z}$ , можно убрать силу Лоренца, а это означает, что законы физики зависят от системы отсчёта, что на практике не наблюдается. Отсюда необходимость возврата к принципу относительности и утверждению, что электромагнитные явления описываются одинаковыми же уравнениями Максвелла-Лоренца во всех системах отсчёта, что было осознано Эйнштейном в его специальной теории относительности (СТО).

Как известно, в основу СТО было положено утверждение Эйнштейна (постулат) о постоянстве скорости света в любой инерционной системе отсчёта (принцип относительности), это фактически означает, что законы физики не зависят от инерциальной системы отсчёта, а любой физический закон связан с законом сохранения энергии (количества), иначе чудо возникновения из ничего. То есть, для наблюдателя, находящегося в подвижной системе, законы физики точно такие же, как и для наблюдателя находящегося в другой системе отсчёта, и в этом случае, не ясно, какую систему считать подвижной (всё относительно), а какую нет.

Если исходить из концепции

электромагнитного эфира, опирающейся на преобразования Галилея, то постулаты Эйнштейна представляются противоречивыми. Чтобы убедиться в этом, достаточно рассмотреть мысленный опыт со светом. В самом деле, фронт световой волны в системе  $\Sigma$  в момент времени  $t=T$  будет иметь вид сферы радиуса  $R=cT$  с центром в точке  $r=0$ . Однако в системе  $\Sigma^*$  фронт той же самой световой волны должен, согласно постулату Эйнштейна, изображаться сферой того же радиуса  $cT$ , но с центром в точке  $r^*=0$  (рис. 2). Таким образом, волновые фронты одной и той же световой волны в разных системах отсчёта не совпадают (нет одновременности событий). На первый взгляд, кажется, что для разрешения этого «очевидного» противоречия нужно либо отказаться от принципа постоянства скорости света, то есть, считать, что законы физики различны для инерционных систем, и тогда скорость света зависит от скорости движения источника, либо вновь вернуться к «эфирной» концепции. Разрешение противоречий, по мнению учёных, лежит во внимательном рассмотрении парадокса, и предположении, что причина его возникновения лежит в неявном использовании укоренившегося в нашем сознании представлении об абсолютном времени. То есть, о представлении времени в виде линейной неизменной величины (по сути дела это неизменная константа, которая фактически замкнута сама на себя), когда мы молчаливо полагаем  $t^*=t$  и отождествляем принцип относительности с требованием ковариантности по отношению к преобразованиям Галилея.

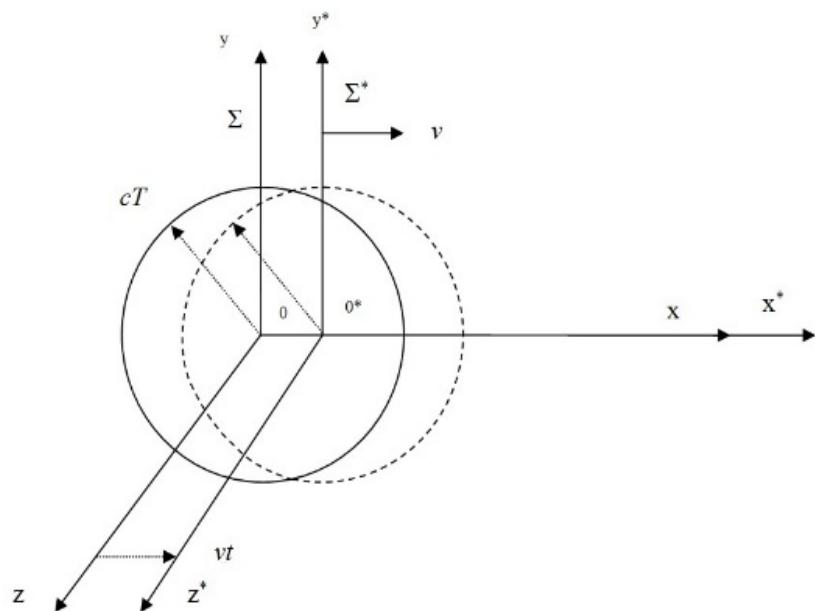


Рис. 2.

В этом случае надо отказаться от условия  $t^*=t$  и считать, что  $t^*=f(t,x)$ , как это было предложено Лоренцем. Тогда становится очевидным, что окружности распространения электромагнитной волны от систем отсчёта  $\Sigma^*$  и  $\Sigma$ , при выполнении законов физики в любой инерциальной системе отсчёта, не должны совпадать в силу

$$\begin{aligned}x^* = (x - vt)/[1 - (v/c)^2]^{1/2} &= 0, t^* = (t - vx/c^2)/[1 - (v/c)^2]^{1/2} = 0, \\y^* = y, z^* &= z,\end{aligned}\quad (14)$$

Обратные преобразования получаются заменой  $v$  на  $-v$ :

$$\begin{aligned}x = (x^* - vt^*)/[1 - (v/c)^2]^{1/2}, t &= (t^* + vx^*/c^2)/[1 - (v/c)^2]^{1/2}, \\y = y^*, z &= z^*,\end{aligned}\quad (15)$$

В этом случае получается, что движущееся тело сокращается в направлении своего движения по закону:

$$l = l_0[1 - (v/c)^2]^{1/2}, \quad (16)$$

При этом ход часов (времени) замедляется:

$$t = \tau_0/[1 - (v/c)^2]^{1/2}, \quad (17)$$

Практически мы имеем как изменение времени, так и изменение длины, то есть, помимо  $t^*=f(t,x)$ , есть также и зависимость  $x^*=f(t,x)$ . Соответственно, мы имеем инвариантность в виде:

$$l_t = l_0[1 - (v/c)^2]^{1/2}\tau_0/[1 - (v/c)^2]^{1/2} = \text{const}, \quad (18)$$

В результате оказывается, что преобразования Лоренца соответствуют замкнутому взаимодействию двух глобальных противоположностей, так изменение аргумента  $v$  не влияет на произведение двух противоположных величин – длины и времени, и это означает пространственно-временной континуум. Действительно, в этом можно убедиться, так как преобразования Лоренца однозначно связаны с уравнением окружности. Покажем это, и с этой целью возведём формулу (16) в квадрат:

$$l^2 = l_0^2[1 - (v/c)^2], \quad (19)$$

Далее, мы можем записать:

$$l^2/l_0^2 + v^2/c^2 = 1, \quad (20)$$

В этой формуле записи нет размерности, и величины выступают как количественные параметры противоположностей, а в динамике – как закономерности, так как только в случае закономерностей можно поддерживать при числовых изменениях указанное равенство. Легко увидеть, что данное равенство соответствует известной формуле окружности через закономерности.

Собственно указанные преобразования Лоренца на самом деле говорят, что представление объектов определяется связью их в системах отсчёта, так как длина и время определяют объект своими взаимными изменениями. А это на самом деле означает, что при условии закона сохранения количественного внешнего

относительности понятия движения со скоростью  $v$ . Иными словами одновременности событий в системах отсчёта  $\Sigma^*$  и  $\Sigma$  из-за движения со скоростью  $v$  относительно друг друга – нет. Исходя из соблюдения принципа относительности, с выполнением законов физики, были выведены преобразования Лоренца в виде:

$$\begin{aligned}x^* = (x - vt)/[1 - (v/c)^2]^{1/2} &= 0, t^* = (t - vx/c^2)/[1 - (v/c)^2]^{1/2} = 0, \\y^* = y, z^* &= z,\end{aligned}\quad (14)$$

обмена внутреннее представление зависит от системы отсчёта. Иными словами, от системы отсчёта зависит и корпускулярно-волновое представление. Если мы бы взяли для аналогичного преобразования уравнение (17), то в этом случае мы бы обнаружили, что длина и время по отношению друг к другу выступают через аргумент по отношению к скорости в виде обратно-пропорциональной связи. Если сделать замену переменных в (20), и вместо  $v/c$  ввести аналогичный параметр  $vl_0/(cl_0)=t_0/t$ , то получим:

$$l^2/l_0^2 + t_0^2/t^2 = 1, \quad (21)$$

Можно продолжить замену переменных, что часто используется в квантовой механике. Для этого член  $l^2/l_0^2$ , умножим на член  $t_0^2/t^2$ , а член  $t_0^2/t^2$  на  $l_0^2/l_0^2$ . В итоге с учётом  $l_0^2/t_0^2=c^2$ , и  $l^2/t_0^2=v^2$ ,  $l_0^2/t^2=v_1^2$ , получаем уравнение окружности. Ортогональность величин  $v$  и  $v_1$  не вызывает сомнений, так как изначальными переменными были длина и время.

Формула энергии Эйнштейна также напрямую соответствует и выражению через гиперболические функции косинуса и синуса. Действительно, учитывая классическое релятивистское соотношение между массой и энергией, можно записать:

$$E^2 = c^2 p^2 + M^2 c^4, \quad (22)$$

Сопоставив с формулой (1), имеем:

$$(chZ)^2 = E^2/(M^2 c^4); (chZ)^2 = c^2 p^2/(M^2 c^4), \quad (23)$$

Отсюда получаем известную инвариантную форму, которая имеет вид:

$$(chZ)^2 = (chZ)^2 + 1, \quad (24)$$

Учитывая, что длина и время объектов связаны преобразованиями Лоренца – Минковского с условием закона сохранения количества между глобальными противоположностями, следует вывод о неоднородности пространства и времени объектов в зависимости от скорости взаимодействия каждого объекта с другими объектами, то есть от скорости обмена

(движения, изменения). Действительно, мы рассматриваем обмен как бы между двумя объектами мироздания (системами отсчёта), которые имеют отличие между друг другом благодаря скорости движения (изменения) одного объекта относительно другого. Других отличий нет, и в противном случае при отсутствии движения объектов в мироздании мы имеем однородность без возможности выделения, то есть мы имеем один общий объект. Если бы не было преобразований Лоренца – Минковского, то данные объекты были бы независимы, и связать два объекта через взаимодействие было бы невозможно, так как обмена между ними с условием закона сохранения количества было бы не получить (законы физики зависели бы от системы отсчёта). Как мы уже писали ранее в [1, с. 6-42], нет обмена – нет и взаимодействия! В данном случае скорость движения выступает фактором различия объектов друг от друга, которая, собственно, и приводит к неоднородности пространства и времени. Однако факт неоднородности объектов означает также и неоднородность окружающего пространства и времени, так как объекты имеют выражение через пространство и время, и если бы они такого выражения не имели, то были полностью независимы и замкнуты сами на себя без возможности их обнаружения в пространстве и времени, а значит и в Мироздании. Но, в чём выражается неоднородность окружающего объекты пространства и времени, мы ведь не наблюдаем движения пространства относительно её самой? И вот тут Эйнштейн решил выразить неоднородность пространства и времени через так называемые гравитационные силы. Отсюда, следующим постулатом Эйнштейна, который был положен в основу ОТО, было утверждение, что масса инерционная равна массе гравитационной. Этот вывод Эйнштейн обосновывал тем фактом, что наблюдатель в закрытом лифте не может выявить разницу в формировании ускорения, то есть, связано это ускорение с гравитационным ускорением, под действием, так называемых, сил тяжести (гравитационных сил), или с ускорением от приложения некоторой внешней силы, которая связывается с инерционной массой. Понятно, что понятие массы в данном случае также не определено (аналогично понятию заряда), в итоге было сделано деление массы на гравитационную и инерционную, и было высказано мнение, что это нечто такое содержащееся в пространственно-временном поле. Отсюда кстати и

пошло понятие существования материи в пространстве и времени, и Эйнштейн вывел своё космологическое уравнение с исключением участия электромагнитных сил в виде общего ковариантного уравнения поля гравитации [6, с. 134]:

$$R_{\alpha\beta} - 1/2g_{\alpha\beta}R - \lambda g_{\alpha\beta} = 8\pi G/c^4 T_{\alpha\beta}, \quad (25)$$

Здесь  $R_{\alpha\beta}$  – тензор Риччи, получающийся из тензора кривизны пространства и времени посредством свёртки его по паре индексов,  $R$  – скалярная кривизна, то есть свёрнутый тензор Риччи, составленный из связностей – производных метрического тензора  $g_{\alpha\beta}$ ,  $T_{\alpha\beta}$  – тензор плотности энергии «обычной» материи (тензор энергии-импульса материи),  $\lambda$  – космологический член, который введён для учёта противодействия гравитации,  $G$  – гравитационная постоянная. Формула (25) представляет собой нелинейное уравнение, приводящее к невозможности использования при её решении принципа суперпозиции, что соответствует электромагнитному взаимодействию. Фактически это уравнение статического потенциального поля, так как здесь отсутствует динамика и не решена проблема сингулярности (разрывов). Соответственно решить проблему взаимодействия электромагнитных и так называемых гравитационных сил на основе этого уравнения не представляется возможным (нет обмена с взаимным превращением), хотя Эйнштейн потом и пытался создать теорию единого поля по связи гравитационных и электромагнитных сил в течение последних его 30 лет. Здесь при наличии пространственно-временного искривления встаёт вопрос о взаимодействии этого нечто в виде массы (материи) в этом пространственно-временном поле, так как отсутствие взаимодействия означает невозможность и обнаружения этого нечто (массы). Единственно известный способ взаимодействия связан с обменом, а тогда есть вопросы: «С чем связан этот обмен? Как осуществляется взаимное превращение массы (материи) в пространство и время, и наоборот, и какова его необходимость?» Собственно решение уже фактически было, так как равенство гравитационных и инерционных масс позволило Эйнштейну интерпретировать массу через пространственно-временное искривление на основе скорости движения относительно некоторой начальной абсолютной системы отсчёта, и это решало проблему возникновения массы. Однако, что представляет эта абсолютная система отсчёта, и с чем она связана

физически, если по первому постулату всё относительно? По сути, получается, что ОТО опровергает СТО, так как ОТО требует единой общей системы отсчёта, относительно которой необходимо мерить элементарные скорости элементарных объектов для оценки пространственно-временного искривления, а в СТО такой системы принципиально быть не может, иначе законы физики должны быть разные в зависимости от системы отсчёта. Проблема решается, если учесть, что мироздание делится на две глобальные противоположности (в физике это интерпретируется как длина и время, а в философии как бытие и небытие), которые замкнуты друг на друга через обмен со скоростью света. Собственно постулат Эйнштейна о постоянстве скорости света (обмена) автоматически следует из нашей теории о замкнутости мироздания на две глобальные противоположности с выполнением закона сохранения количества. Связь противоположностей через скорость света также ввели не мы, а это сделано до нас в соответствии с геометрией Минковского по формуле  $r=ct$  [2, с. 225-226]. Так что Эйнштейну надо было понять наличие необходимости двух глобальных противоположностей, имеющих симметрию по количеству и определяющих две противоположные системы наблюдения, и тогда понятие массы вытекало бы как у нас по формулам (4) и (5) из значения скорости в противоположности с учётом обратно пропорциональной связи. Ранее в статье [7, с. 9-45] было показано, что сила Лоренца имеет составляющую, связанную со скоростью движения именно благодаря соответствию уравнению окружности как сила противодействия на действие силы Кулона. Таким образом, СТО и ОТО Эйнштейна отражают один и тот же закон замкнутости мироздания с учётом изменений, но в двух глобальных противоположностях, при этом никакого «эфирного ветра» быть не может, так как любое изменение по проекциям координатам длины преобразуется в проекцию времени со скоростью света, и наоборот, то есть направления «эфирного ветра» нет. **Отсюда, выражение пространственно-временного искривления в виде взаимодействия объектов через обмен со скоростью света исключает необходимость эфира, который имеет свои параметры движения с наличием так называемого «эфирного ветра».** Следовательно, ошибка физиков состояла в том, что они рассматривали эфир

как однородный элемент со своим параметром скорости, а в реальности это пространственно-временное искривление – это взаимодействие противоположных объектов мироздания. Соответственно, в одной глобальной противоположности скорость отражает кинетическую энергию, а в другой глобальной противоположности потенциальную энергию через массу покоя в зависимости от системы наблюдения, что мы выше и показали. Понятно, что любой объект в мироздании должен характеризоваться через потенциальную и кинетическую энергию (иначе он выпадает из мироздания), при этом должна быть динамика обмена с переходом кинетической энергии в потенциальную, и, наоборот, с условием закона сохранения количества. Без обмена объекты друг для друга не существуют. Собственно, на этом построено формирование объекта в виде корпускулярных и волновых составляющих. Кроме того, законы физики должны быть в противоположностях аналогичны, так как иначе в результате неравенства закономерностей одна из глобальных противоположностей должна исчезнуть.

Однако как связать эти два противоположных свойства с учётом закона сохранения энергии по уравнению Эйнштейна?

## 2. Вывод системы уравнений Дирака из уравнения энергии Эйнштейна для описания корпускулярно-волнового дуализма. Логический смысл функций и формул Луи де Брайля.

Как показано выше, уравнение энергии Эйнштейна напрямую связано с замкнутостью противоположностей мироздания друг на друга с учётом элементарной логики с отсутствием чудес появления и исчезновения в ноль по формуле (1). Отсюда следует вывод, что и далее результат взаимодействия противоположностей в их динамике изменения при корпускулярно-волновом дуализме также должен соответствовать уравнению энергии Эйнштейна для остальных законов физики. В противном случае, при разрыве чудес не избежать. Поэтому, для описания взаимодействия противоположностей на основе корпускулярно-волнового дуализма Дирак интуитивно использовал уравнение энергии Эйнштейна в виде [8, с. 295-296]:

$$E = c(P^2 + M_0^2 c^2)^{1/2} = c(\sum A_k \cdot P_k), \quad (26)$$

Здесь  $k$  изменяется от 0 до 3;  $P_0=M_0c$ ;  $P_1=P_x$ ;  $P_2=P_y$ ;  $P_3=P_z$ . Из этой записи при использовании матриц для разложения (26):

$$\mathbf{A}_1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \mathbf{A}_2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & -i \\ 0 & 0 & i & 0 \\ 0 & -i & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \mathbf{A}_3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad \mathbf{A}_4 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \quad (27)$$

Следуют известные линеаризованные уравнения:

$$\begin{aligned} (E - M_0 c^2) - c(P_x - iP_y) - cP_z &= 0, \\ (E - M_0 c^2) - c(P_x + iP_y) + cP_z &= 0, \\ (E + M_0 c^2) - c(P_x - iP_y) - cP_z &= 0, \\ (E + M_0 c^2) - c(P_x + iP_y) + cP_z &= 0, \end{aligned} \quad (28)$$

Далее Дирак ввёл операторы  $E$  и  $\mathbf{p}$  [9, с. 298] с мнимой единицей:

$$E = i\hbar\partial/\partial t, \quad \mathbf{p} = -i\hbar\nabla, \quad (29)$$

Которые должны воздействовать на волновую функцию Луи де Бройля  $\Psi$ , и которая, в свою очередь, характеризует вероятность.

Необходимость использования таких операторов мы показали в [1, с. 6-42]. При этом волновые функции  $\Psi$  Луи де Бройля при соответствии уравнению энергии Эйнштейна имеют вид [10, с. 31]:

$$\Psi(t, r) = \exp[-(i/\hbar)(Et - Pr)] == \exp[-(i/\hbar)(Et - P_x x - P_y y - P_z z)], \quad (30)$$

В дифференциальном виде мы получим систему уравнений Дирака:

$$\begin{aligned} (i\hbar\partial/\partial t - m_0 c^2)\Psi_1 + c(i\hbar\partial/\partial x + \hbar\partial/\partial y)\Psi_4 + ci\hbar\partial/\partial z\Psi_3 &= 0; \\ (i\hbar\partial/\partial t - m_0 c^2)\Psi_2 + c(i\hbar\partial/\partial x - \hbar\partial/\partial y)\Psi_3 - ci\hbar\partial/\partial z\Psi_4 &= 0; \\ (i\hbar\partial/\partial t + m_0 c^2)\Psi_3 + c(i\hbar\partial/\partial x + \hbar\partial/\partial y)\Psi_2 + ci\hbar\partial/\partial z\Psi_1 &= 0; \\ (i\hbar\partial/\partial t + m_0 c^2)\Psi_4 + c(i\hbar\partial/\partial x - \hbar\partial/\partial y)\Psi_1 - ci\hbar\partial/\partial z\Psi_2 &= 0, \end{aligned} \quad (31)$$

После соответствующей подстановки с выражением одних функций через другие Дираком для функции  $\Psi_1$  было получено решение:

$$\begin{aligned} \Psi_1 &= \frac{cP_x\Psi_4 - iP_y\Psi_4 + cP_z\Psi_3}{E - m_0 c^2}; \\ \Psi_2 &= \frac{cP_x\Psi_3 + iP_y\Psi_3 - cP_z\Psi_4}{E - m_0 c^2}; \\ \Psi_3 &= \frac{cP_x\Psi_2 - iP_y\Psi_2 + cP_z\Psi_1}{E + m_0 c^2}; \\ \Psi_4 &= \frac{cP_x\Psi_1 + iP_y\Psi_1 - cP_z\Psi_2}{E + m_0 c^2}; \\ \Psi_1 &= c^2[P_x(P_x\Psi_1 + iP_y\Psi_1 - P_z\Psi_2) - \\ &\quad iP_y(P_x\Psi_1 + iP_y\Psi_1 - P_z\Psi_2) + \quad ; \\ &\quad P_z(P_x\Psi_2 - iP_y\Psi_2 + P_z\Psi_1)]/[ (E - m_0 c^2)(E + m_0 c^2)] \\ \Psi_1 &= c^2[P_x^2\Psi_1 + iP_xP_y\Psi_1 - P_xP_z\Psi_2 - \\ &\quad iP_yP_x\Psi_1 + iP_y^2\Psi_1 + iP_yP_z\Psi_2 + \quad , \\ &\quad P_zP_x\Psi_2 - iP_zP_y\Psi_2 + P_z^2\Psi_1]/[ (E - m_0 c^2)(E + m_0 c^2)] \end{aligned} \quad (32)$$

Соответственно получаем уравнение энергии Эйнштейна в квадрате с учётом функции  $\Psi_1$ :

$$E^2\Psi_1 = m_0^2 c^4 \Psi_1 + c^2[P_x^2 + P_y^2 + P_z^2]\Psi_1, \quad (33)$$

Иными словами, система уравнений Дирака при переходе в уравнение энергии Эйнштейна связана с умножением на волновую функцию Луи де Бройля, что обеспечивает корпскулярно-волновой вид. Собственно, в квантовой механике есть представление на основе релятивистского отображения уравнения энергии Эйнштейна с учётом операторов (29) и в чисто волновом виде [10, с. 31] при волновой функции вида:

$$\Psi(t, r) = \exp[-(i/\hbar)(Et + m_0 c^2 t - Pr)], \quad (34)$$

И уравнении:

$$(\hbar^2)[\nabla^2\Psi - (1/c^2)\partial^2\Psi/\partial t^2] = \hbar^2 m_0^2 c^4 \Psi, \quad (35)$$

В этом случае в качестве решения при наличии массы покоя получается уравнение энергии Эйнштейна в квадрате, которое использовал Дирак в своей системе уравнений, и это не наша выдумка. Однако хоть Дираку и удалось отразить связь волновых свойств с корпскулярными свойствами с переходом к уравнению частицы по формуле энергии Эйнштейна, но он не смог отказаться от волновых функций Луи де Бройля, характеризующих вероятность, так как вид его уравнений не соответствовал виду обычных уравнений Максвелла с отображением реальных электромагнитных функций. Кроме того, волновой вид связан с

распространением в окружающей среде электромагнитных волн, которые характеризуется константами электрической и магнитной проницаемости, а их в уравнении (35) нет (этот парадокс имеет и система измерения СГС). Иными словами, здесь нет влияния окружающей среды на волновое уравнение, а значит, нет соблюдения принципа Гюйгенса – Френеля с изменением направления движения за счёт вторичных источников возбуждения, так как масса покоя электрона ( $m_0$ ) – это константа. В итоге получилось, что система уравнений Дирака не имела логичного доказательства, соответствующего практике, а явилось своего рода математическим упражнением с подгонкой под результат. Собственно, это означает, что необходимо привести систему уравнений Дирака в вид, соответствующий реальным

$$\begin{aligned}
 & \text{положительный мюон } \mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \tilde{\nu}_\mu; \\
 & \text{отрицательный мюон } \mu^- \rightarrow e^- + \tilde{\nu}_e + \nu_\mu; \\
 & \text{Пи – плюс – мезон } \pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu; \\
 & \pi^+ \rightarrow e^+ + \nu_e; \quad \pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu_e; \\
 & \text{Пи – минус – мезон } \pi^- \rightarrow \mu^- + \tilde{\nu}_\mu; \\
 & \pi^- \rightarrow e^- + \tilde{\nu}_e; \quad \pi^- \rightarrow \pi^0 + e^- + \tilde{\nu}_e; \\
 & \text{Пи – ноль – мезон } \pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma; \\
 & \pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma + \gamma; \quad \pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma; \\
 & \text{Ка – плюс – мезон } K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu; \\
 & K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0; \quad K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-; \\
 & \text{Ка – минус – мезон } K^- \rightarrow \mu^- + \tilde{\nu}_\mu; \quad K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0; \\
 & \text{Ка – ноль – мезон } K^0 \rightarrow \pi^- + \pi^+; \quad K^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^0; \\
 & K^0 \rightarrow \pi^- + e^+ + \nu_e; \quad K^0 \rightarrow \pi^+ + e^- + \tilde{\nu}_e,
 \end{aligned} \tag{36}$$

Из (36) видно, что все распады на практике осуществляются через электронные и мюонные нейтрино (антинейтрино)  $\nu_e, \nu_\mu, \tilde{\nu}_e, \tilde{\nu}_\mu$ , с аннигиляцией частиц с превращением в фоны  $\gamma$ . При этом нет ни одного распада на гипотетические гравитоны, кварки, глюоны и виртуальные фотонами. Собственно, это подтверждает идею М. В. Ломоносова, что объект состоит из того, на что он распадается. Исходя из этого, следует предположить, что переход от одного состояния в другое связан с изменением

физическими законами с учётом взаимодействия реальных объектов. Соответственно мы помним, что система уравнений Дирака описывает замкнутый обмен между противоположностями объектов с учётом закона сохранения количества.

*Так как вероятностные волновые функции не имеют реального воплощения, то, следовательно, необходимо определить, чем обмениваются объекты для взаимодействия для сохранения этих объектов в динамике, и как это должно быть выражено через математические уравнения.*

При этом объекты для обмена, определяемые через математические уравнения, должны соответствовать объектам, наблюдаемым при практическом распаде масс по [11, с. 277] в виде:

(36)

взаимодействия между составляющими от элементов распада. Надо отметить, что по этому пути пошли и физики, когда приравняли массу покоя в системе уравнений Дирака (31) к нулю ( $m_0 = 0$ ) и посчитали, что тем самым они получают уравнения для электронных и мюонных нейтрино. При этом в квантовой механике для описания нейтрино и антинейтрино используется уравнение с двухрядными матрицами Паули (уравнение Вейля), либо система уравнений Дирака, с расщеплением на независимые уравнения [12, с. 355]:

$$\begin{aligned}
 i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 + c(i\hbar \frac{\partial}{\partial x} + \hbar \frac{\partial}{\partial y}) \Psi_4 + ci\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_3 &= 0; \\
 i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_2 + c(i\hbar \frac{\partial}{\partial x} - \hbar \frac{\partial}{\partial y}) \Psi_3 - ci\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_4 &= 0; \\
 i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_3 + c(i\hbar \frac{\partial}{\partial x} + \hbar \frac{\partial}{\partial y}) \Psi_2 + ci\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_1 &= 0; \\
 i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_4 + c(i\hbar \frac{\partial}{\partial x} - \hbar \frac{\partial}{\partial y}) \Psi_1 - ci\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_2 &= 0,
 \end{aligned} \tag{37}$$

Однако при этом для описания волновых процессов использовалась функция Луи де Броиля, которая характеризует вероятность. Соответственно скорость движения электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино должна была быть постоянной и равной

скорости света. Но, тогда говорить о наличии вероятности по волновым функциям при одной и той же скорости в принципе невозможно. При этом видно, что первое уравнение в (37) отличается от третьего уравнения в (37) только обозначением в названии функций,

аналогично это относится и к второму и четвёртому уравнениям в (37). Отличие в названиях при одинаковом виде уравнений не может дать отличие в законах взаимосвязи, а значит и свойствах, так как решение всегда однозначное. Однако физики с целью исключения этого

парадокса придумали деление на правую и левую материю и тем самым как бы решили парадокс деления на электронные и мюонные нейтрино и антинейтрино (рис. 3) добавив в названия обозначения на правое и левое нейтрино (антинейтрино).

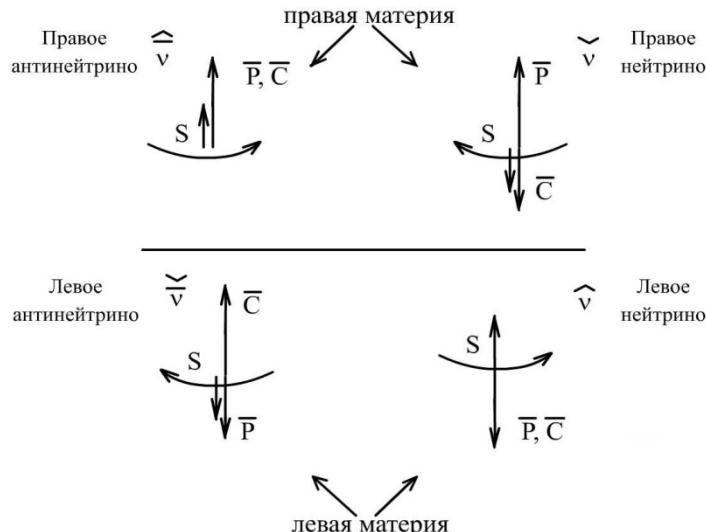


Рис. 3. Левые и правые нейтрино и антинейтрино

Понятно, что это приводит к новому парадоксу, связанному с отличием между правой и левой материей, и в чём их отличие, и как их обнаружить? Кроме того, по какой причине влияние внешнего объекта при одинаковом виде уравнений для частиц должно иметь различие, которое присуще электронным и мюонным нейтрино (антинейтрино) при взаимодействии? Соответственно не ясен в этом случае и процесс аннигиляции противоположно заряженных частиц, так как в процессе аннигиляции получаются электромагнитные волны с наличием констант электрической и магнитной проницаемости, а их в уравнениях в системе Дирака для нейтрино и антинейтрино нет! Иными словами, здесь нет взаимосвязи между электронными и мюонными нейтрино и антинейтрино и электромагнитными волнами на основе уравнений Максвелла. А это означает, что нейтрино и антинейтрино, в интерпретации системы уравнений Дирака, не могут дать электромагнитные волны с отсутствием при преобразовании массы покоя из-за распространения со скоростью света, и сам процесс аннигиляции в этом случае связан с чудесами. То есть, нет закона преобразования в системе уравнений Дирака из нейтрино и антинейтрино в электромагнитные волны. При этом нет связи электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино с обычными уравнениями Максвелла, от которых есть закон

перехода к уравнениям электромагнитных волн, что было показано в классической электродинамике. При этом был ещё один парадокс в силу того, что полученные уравнения электромагнитной волны не связаны с корпускулярными свойствами. Также понятно, что функция Луи де Бройля, которая характеризует вероятность, и используется в системе уравнений Дирака вообще отрицает наличие законов физики, так как случайность и закономерность – это противоположности. Чтобы разрешить указанные парадоксы, вспомним смысл выдвижения самой гипотезы Луи де Бройля [13, с. 216]. Луи де Бройль предположил, что со всякой неподвижной частицей массы  $m_0$ , связан некоторый периодический процесс:

$$\omega_0 = m_0 c^2 / \hbar, \quad (38)$$

Здесь  $\hbar$  – редуцированная постоянная Планка, а  $h = 2\pi\hbar$  – постоянная Планка. Иначе говоря, он постулировал существование волнового поля, связанного с частицей:

$$\Psi(t, x) = \Psi_0 e^{-i\omega_0 t}, \quad (39)$$

Данная функция должна изменяться по гармоническому закону одновременно во всех точках пространства. Если же частица движется со скоростью  $v$ , то, считая поле  $\Psi$  скалярным, найдём, что в системе  $\Sigma^A$ , связанной с частицей, поле де Бройля имеет вид:

$$\Psi^A(t^A, x^A) = \Psi_0 e^{-i\omega_0 t^A}, \quad (40)$$

Собственно, в формуле (40) уже заложен парадокс, так как есть движение частицы, а

функция Луи де Бройля рассматривается также, как и для элементарной частицы в состоянии покоя отдельно от движения, но с другими параметрами энергии, например вида  $\hbar\omega = mc^2$ . Практически это можно понять с точки зрения предлагаемой теории, так как физики интуитивно представили кинетическую энергию движения со скоростью  $v$  в виде массы покоя. Соответственно этот парадокс, физики в системе  $\Sigma$ , решили исключить согласно преобразованиям Лоренца, и представили функцию Луи де Бройля в виде:

$$\Psi(t, x) = \Psi^d(t^d, x^d) = \Psi_0 e^{-i\omega_0 t^d} = \Psi_0 e^{-i\omega(t-x/u)}, \quad (41)$$

Здесь:  $u = c^2/v$ ,  $\omega = \omega_0\gamma$ ,  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ .

Однако в этом случае получилось, что слева от знака равенства функция Луи де Бройля связана с неподвижной частицей, а справа от знака равенства должно быть перемещение. Иными словами функция Луи де Бройля представляется неоднозначно, и с каждой движущейся со скоростью  $v$  частицей, по мнению физиков, связано поле Луи де Бройля в виде плоской волны, изменяющейся по гармоническому закону, и распространяющейся в пространстве с фазовой скоростью  $u$ , определяемой соотношением:

$$uv = c^2, \quad (42)$$

Но, так как  $u > v$ , то, собственно, это означает парадокс и получается, что волновая функция поля Луи де Бройля имеет иную скорость, чем частица. Если в рамках электродинамики в волноводе такая фазовая скорость

$$\begin{aligned} Et - pr &= 0; hft = pct; \\ hf &= pc; \lambda = c/f = h/p; \\ hf &= pc = m_0 vc = v; \\ f &= cv, \end{aligned} \quad (44)$$

Соответственно для движущегося объекта с характеристикой волновых свойств по формуле (41) условие сочетания корпускулярных и волновых свойств сохраняется при выполнении закона (45), если в системе наблюдения от неподвижной системы значение  $x/u=t$ . Но, скорости выше скорости света нет, поэтому здесь необходимо вспомнить, что формула энергии Эйнштейна  $E/m=c^2$  выведена из подчинения замкнутой системе и аналогична закону по формуле (42) с разницей в обозначении переменных. Иными словами, в силу однозначности закона, значения  $u$  и  $v$  также отображают противоположности, замкнутые друг на друга и отличие лишь в замене обозначения переменных.

$$\Psi(t, x) = \Psi_0 e^{-i[\omega t - \omega x/u]} = \Psi_0 e^{-i(2\pi/\hbar)[Et - hft_0/(1 - v^2/c^2)^{1/2}]} = \Psi_0 e^{-i(2\pi/\hbar)[Et - m_0 vct]} = \Psi_0 e^{-i(1/\hbar)[Et - pr]}, \quad (46)$$

имеет право на существование на основе отражения от границ волновода, то в открытом пространстве таких границ нет. Понятно, что здесь нет механизма получения замкнутого волнового поля, который позволяет совместить корпускулярные и волновые свойства в одном объекте как в покое, так и при движении. Из данного парадокса пытались выйти за счёт признания функциям Луи де Бройля вероятностный характер с нарушением СТО Эйнштейна. Отсюда кстати возникла гипотеза о существовании тахионов [14, с. 291]. Однако наличие гармонической закономерности противоречит наличию вероятности и требует для своего существования реальных сил, обеспечивающих этот гармонический процесс. Действительно, ранее на практике было получено, что связь между длинной волны Луи де Бройля и импульсом движущейся частицы следует из формулы Луи де Бройля [15, с. 62]:

$$\lambda = ct = c/f = h/(m_0 v) = h/p, \quad (43)$$

Однако, математически эта формула может быть фактически получена из аргумента волновой функции Луи де Бройля  $\Psi = \exp[-i(Et - Pr)]$ , которая отражает условие, где количественные изменения в противоположностях равны. То есть изменения по времени равны изменениям в пространстве, что и обеспечивает перемещение волновой функции в соответствии с корпускулярным движением частицы. Отсюда имеем:

Следовательно, с учётом выбранной системы наблюдения, так называемая фазовая скорость  $u$  должна отображать противоположность в виде массы по закону ( $u=1/m$ ) с выполнением СТО и ОТО Эйнштейна и подчинением уравнению энергии Эйнштейна. Отсюда с учётом (5) и (6) имеем:  $x/u=mct_0=cm_0t_0/(1-v^2/c^2)^{1/2}=t$ . В предлагаемой теории [1, с. 6-42]  $cm_0=ch=1$ . В итоге имеем соблюдение СТО Эйнштейна с разницей времени между подвижной и неподвижной системой наблюдения в виде:

$$t = x/u = t_0/(1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad (45)$$

С учётом равенства (45) формула (41) в этом случае имеет вид:

Здесь  $r=ct$ ,  $E=hf$ ,  $f=cv$ , а значение  $\Psi_0$ , должно характеризовать корпускулярные свойства в виде пространственно-временного искривления по СТО и ОТО Эйнштейна [2, с. 225-226] в соответствии с преобразованиями Лоренца – Минковского в виде:

$$\Psi_0 = e^{-w} = ch(w - sh(w)), \quad (47)$$

Здесь значение  $w$ , согласно общей формуле мироздания (1), может определять эквивалент потенциальной энергии в замкнутой системе Мироздания на две глобальные противоположности. В этом случае общая функция Луи де Брайля  $\Psi(t, x)$  характеризует корпускулярно-волновые свойства с подчинением СТО и ОТО Эйнштейна и подчинением формуле (1). Таким образом, мы установили, что смена системы наблюдения с неподвижной на подвижную не приводит к нарушению формулы Луи де Брайля (44), если учесть представление фазовой скорости  $v$  и с учётом обратно-пропорциональной связи в виде массы в противоположной системе наблюдения и отображением аргумента функции через энергию и импульс. Если вспомнить, что в (41)  $f = f_0\gamma$ , то в соответствующей системе наблюдения будем иметь значение импульса в виде  $p = m_0\gamma v_0 = mv_0$ . Иными словами, мы видим, что функция Луи де Брайля с учётом нормировки соответствует функции (30), которая была использована Дираком в его системе уравнений (31).

**При этом мы решили проблему парадокса фазовой скорости за счёт отличия представления объектов в противоположных системах наблюдения в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна со сменой кинетической энергии на потенциальную.**

Собственно, сама идея перемещения волновой функции вместе с частицей была также предложена физиками, однако при описании этой волновой функции через функцию Луи де Брайля они столкнулись с парадоксом, связанным с фазовой скоростью  $v$ , что исключало перемещение волновой функции одновременно с движущейся частицей со скоростью  $v$ , при одинаковом представлении объекта в разных системах наблюдения. Отсюда и возникло предположение у физиков о связи функции Луи де Брайля с вероятностью. Этот парадокс фактически был разрешён в СТО и ОТО Эйнштейном, так как кинетическая энергия движения в одной системе наблюдения представляется потенциальной энергией пространственно-временного искривления в системе наблюдения связанной с первой через скорость света.

Именно на основании этого закона мы смогли показать перемещение функции Луи де Брайля одновременно с частицей и также получить и саму формулу Луи де Брайля (43). Практически функция Луи де Брайля – это стоячая волна, обеспечивающая взаимодействие и обмен между противоположностями одного объекта с соблюдением закона сохранения количества.

Так как из функции Луи де Брайля по виду (46) получается формула Луи де Брайля (43), подтверждённая на практике экспериментально, то, соответственно, она должна отражать реальные силы, существующие в мироздании, которые имеют гармоническое изменение. На практике такие силы отражающие гармонические изменения выражаются через напряжённости электрических и магнитных полей. Более того, такие элементарные частицы как электрон и позитрон при аннигиляции дают фотоны – электромагнитные волны, да и сами эти частицы имеют собственное электрическое и магнитное поле. Это говорит о том, что корпускулярные свойства образуются за счёт электромагнитных составляющих, в замкнутом взаимодействии между противоположностями. Аналог можно представить в виде объёмного резонатора, где тоже происходит взаимодействие между корпускулярными и волновыми свойствами, но на основе разных объектов. Отсюда следует необходимость перехода от функции Луи де Брайля, которая по мнению физиков характеризует вероятность, к реальным электромагнитным составляющим с учётом законов физики, которые реально используются в классической электродинамике с целью описания корпускулярных свойств частиц.

Таким образом, мы пришли к следующим выводам:

1. Отсутствие «эфирного ветра» связано с тем, что пространственно-временное искривление отражает взаимодействие через обмен объектов мироздания со скоростью равной скорости света. При этом объекты обмена должны распространяться со скоростью света и иметь электромагнитные волновые свойства. Наличие «эфирного ветра» означало бы взаимодействие со скоростью меньше, чем скорость света.

2. Дирак исходя из уравнения энергии Эйнштейна смог показать связь волновых свойств с корпускулярными свойствами на основе волновых функций Луи де Брайля через свою систему уравнений. Однако сам вид этих

уравнений не позволял их представить через обычные уравнения Максвелла с переходом к уравнению волны с учётом констант электрической и магнитной проницаемости. Поэтому он стал исходить из связи этих волновых функций с вероятностью.

3. Полученный результат позволял описывать движение элементарных частиц типа электрона или позитрона, но для описания частиц с большей массой он был не пригоден.

4. Система уравнений Дирака при описании через волновые функции Луи де Бройля, характеризующих вероятность, не даёт различий при описании электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино) и не объясняет переход от противоположных частиц к фотонам при аннигиляции в силу того, что имеется совпадение вида уравнений и фактически четыре уравнения превращаются в два.

5. Связь функции Луи де Бройля с её распространением с фазовой скоростью выше, чем скорость света противоречит СТО Эйнштейна. Решение этой проблемы связано через представление массы и скорости в зависимости от системы наблюдения как это показано выше.

6. Исходя из отражения через функцию Луи де Бройля реального закона физики, проверенного на практике, следует выразить функцию Луи де Бройля через реальные гармонические функции электрических и магнитных полей, так как никаких иных гармонических функций на практике не наблюдается.

7. Исходя из того, что, как это было показано выше, с помощью уравнений Дирака не удается описать электронные и мюонные нейтрино (антинейтрино), а также необходимо выразить функции Луи де Бройля через реальные электромагнитные составляющие, то отсюда следует необходимость выразить эти объекты через реальные процессы в электродинамике, используя уже полученные решения, которые соответствуют практике.

8. Так как обычные уравнения Максвелла из классической электродинамики не соответствуют уравнениям Дирака, на основе которых получается связь корпускулярных и волновых свойств, то отсюда следует необходимость обоснования представления этих уравнений электродинамики в виде, соответствующем уравнениям Дирака с учётом соответствия реальным объектам, таким как электронные и мюонные нейтрино и антинейтрино.

**3. Вывод усовершенствованных уравнений Максвелла исходя из известных**

**уравнений в классической электродинамике и законов мироздания. Переход от усовершенствованных уравнений Максвелла к волновому виду.**

На основании выводов, сделанных в предыдущем разделе, определим парадоксы, на основании которых возникла необходимость усовершенствования уравнений Максвелла для описания корпускулярно-волновых свойств.

То есть, это связано с тем, что обычные уравнения Максвелла в нынешнем их виде описывают только волновые свойства плоской электромагнитной волны как объекта, а, как известно, в начале XX века у электромагнитной волны были обнаружены корпускулярные свойства, что было продемонстрировано в опытах Лебедева по определению давления света (по сути, это подтверждение того, что любой объект мироздания выражается через корпускулярно-волновой дуализм). Это означало, что обычные уравнения Максвелла верны только в определенных пределах. Кроме того, основной парадокс, который не смогли объяснить физики, заключался в том, что в обычных уравнениях Максвелла энергия вычислялась строго от амплитуды напряженности электрических и магнитных полей и не зависела от частоты колебаний. В квантовой механике при переходе от волны к частице энергия излучения фотонов определяется от частоты колебательного процесса, т. е. не используются напряженности электрических и магнитных полей. Это видно по использованию функций Луи де Бройля в системе уравнений Дирака, где энергия в аргументе функции связана с частотой. Этот парадокс на основе обычных уравнений Максвелла решить (в рамках существующих теорий) физики не смогли, так как при описании только волновых свойств нет механизма связи частоты и напряженности. Понятно, что измерять напряженности электрических и магнитных полей для волн длиной в микрометры невозможно. Поэтому возникает проблема измерения электромагнитных компонент  $E$  и  $H$  в зависимости от частоты и разрешить ее без привлечения противоположностей не представляется возможным. Так, в обычных уравнениях Максвелла частота входит в аргумент функции, но не влияет на расчеты энергии, хотя описывает волновой характер движения волны. С другой стороны, по практическим результатам, фотоны имеют по своим свойствам явно выраженный корпускулярный характер, но их энергия зависит от частоты, то

есть от волновых свойств. Собственно, отсюда и следует известная формула Луи де Бройля, в которой отражены связь частоты и массы [13, с. 216]:

$$hf = mc^2, \quad (48)$$

Кроме того, связь ортогональных (перпендикулярных по геометрии) величин напряженности электрических и магнитных полей хотя и следовала из практических опытов Фарадея, но любой математик знает, что ортогональные величины должны быть независимы. И здесь связь ортогональных величин принимается как постулат, следующий из практических данных. Однако волновые уравнения плоских волн напряжённостей электрических и магнитных полей, которые выведены из обычных уравнений Максвелла никак не связаны математически и такой парадокс физики с математикой

очевиден и тоже подлежит объяснению. Можно также заметить и парадоксы представления электромагнитной волны при графическом изображении, так, на рисунке 4. мы видим, что есть участки по краям, где силовые электрические и магнитные напряжённости электромагнитного поля направлены не ортогонально (перпендикулярно) направлению движения, а параллельно направлению движения волны со скоростью света. Кроме того, для получения силового воздействия, например, для напряжённости того же статического электрического поля, необходимо наличие разности потенциалов, но при замкнутой силовой линии его просто быть не может, так как должен быть участок с обратным направлением напряжённости для потенциалов.

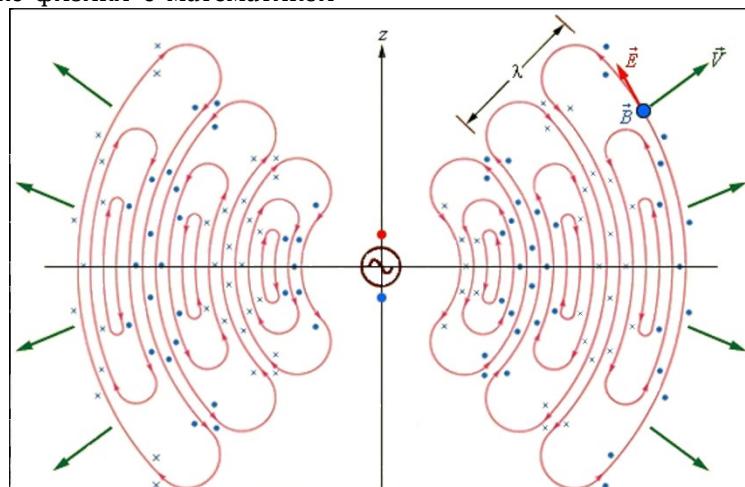


Рис. 4. Изображение электромагнитной волны в динамике излучения

Аналогично мы видим парадокс и в отображении плоской электромагнитной волны по рисунку 5.

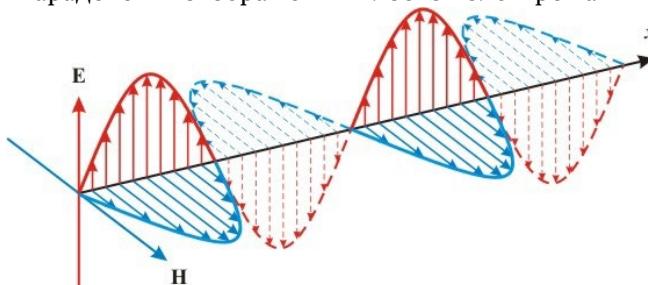


Рис. 5. Электромагнитная волна в изображении в плоскости осей координат

Здесь необходимо предположить, что вектора напряжённостей электрических и магнитных полей должны иметь и начало, и конец. А это означает наличие зарядов (или то, что должно характеризоваться как противоположные объекты для взаимодействия), для создания разности потенциалов, как для

электрического поля, так и для магнитного поля. Но это означает отсутствие различий между электрическими и магнитными составляющими, а значит, нет и противоположностей. Противоречие с рисунком 4 по наличию непрерывной линии одной величины напряжённости видно также по рисунку 6.

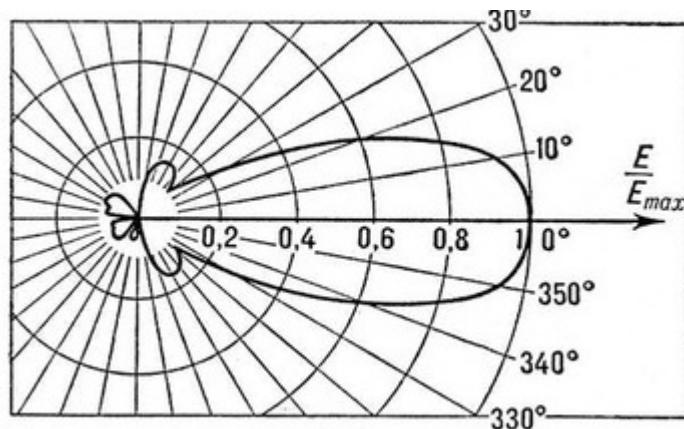


Рис. 6. Излучение электромагнитного поля антенной

Здесь видно, что в зависимости от углового направления меняется напряжённость и энергия электромагнитного поля. Понятно, что это противоречит замкнутости силовой линии одной величины напряжённости по рисунку 4 и требует преобразования электромагнитного поля в пространственно-временное искривление и, наоборот, в противном случае было бы чудо исчезновения в ничто и появления из ничего. Иными словами, получить полную замкнутость только на основе одного вида представления объекта в виде, например напряжённости поля не удаётся. Таким образом, мы видим, что упрощённое описание электромагнитного взаимодействия по рисункам даёт парадоксы. Попытаемся выявить эти парадоксы более детально на основе известных законов физики и представить варианты решения без парадоксов с учётом наших выведенных законов и теории мироздания в соответствии с элементарной логикой [1, с. 6-42].

Отсюда, рассмотрим три известных закона физики по электродинамике которые рассматриваются как постулаты, и попытаемся от них прийти к описанию наипростейших объектов, так как законы физики должны выполняться и для простейших объектов, иное бы означало разрыв в схеме и логике от простого к сложному.

Первый известный закон физики, проверенный на практике – это дифференциальный закон Фарадея, по которому изменение магнитного поля вызывает замкнутое электрическое поле, и математически это выражается в виде формулы [16, с. 46]:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \frac{\mu_0 \partial \mathbf{H}}{\partial t} = -\operatorname{rot} \mathbf{E}, \quad (49)$$

Замкнутое электрическое поле здесь потому, что в противном случае в замкнутом проводнике был бы не ток при изменении магнитного поля, а поляризация зарядов. Понятно,

что сейчас мы не рассматриваем вариант самого формирования замкнутости силовой линии, а просто представляем процесс дающий результат в виде замкнутой величины тока и отображаем это как вектор напряжённости электрического поля (в дальнейшем нам будет понятно, какой процесс приводит к замкнутости).

Второй известный закон физики, тоже проверенный на практике это закон, по которому движение электрического заряда (а по сути – это есть изменение во времени электрического поля) вызывает замкнутое магнитное поле; этот закон выражается в виде формулы:

$$\mathbf{j} = \rho \mathbf{v} = \operatorname{rot} \mathbf{B}, \quad (50)$$

Однако, как заметили сами физики, уравнение (50) не может быть справедливым [17, с. 28], так как по мнению физиков в нестационарном случае из него следует  $\operatorname{div}(\operatorname{rot} \mathbf{B}) = \operatorname{div}(\mathbf{j}) = 0$ , тогда как согласно уравнению непрерывности мы имеем:

$$-\frac{\partial \rho}{\partial t} = \operatorname{div}(\mathbf{j}), \quad (51)$$

В этом случае с математической точки зрения противоречие исчезает только в стационарном пределе, когда  $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ . Поэтому физики посчитали, что уравнение (50) необходимо обобщить, добавив некоторый вектор, исчезающий в стационарном случае, т. е. вектор вида  $\partial \mathbf{G} / \partial t$ , названный Максвеллом током смещения:

$$\operatorname{rot} \mathbf{B} = \mathbf{j} + \partial \mathbf{G} / \partial t, \quad (52)$$

Приняв во внимание (50), получили:

$$\operatorname{div}\left(\frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}\right) = -\operatorname{div}(\mathbf{j}) = \frac{\partial \rho}{\partial t}, \quad (53)$$

Учитывая дифференциальную форму Гаусса для напряжённости электрического поля, мы имеем:

$$\operatorname{div}(\mathbf{E}) = \rho, \quad (54)$$

Отсюда следует запись:

$$\operatorname{div}\left(\frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t} - \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\right) = 0, \quad (55)$$

Исходя из (55) путем замены  $\partial \mathbf{G}/\partial t$  на  $\partial \mathbf{E}/\partial t$ , физики получают уравнение:

$$\text{rot } \mathbf{B} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad (56)$$

Однако добавочный (фиктивный) ток смещения  $\partial \mathbf{G}/\partial t$  никак не может быть отражён в параметрах реального тока по пространству, в то время как значение изменения напряжённости электрического поля  $\partial \mathbf{E}/\partial t$  имеет конкретное представление в пространстве. С другой стороны, формальное математическое образование магнитного поля по формуле (50) с точки зрения наблюдаемого физического процесса необходимо представить через движение конкретного объекта в виде:

$$\mathbf{j} = \rho \mathbf{v} = \frac{\rho \partial \mathbf{R}}{\partial t} = \text{rot } \mathbf{B}, \quad (57)$$

Иными словами, представлять ток в виде стационарной величины неизменяемой во времени не корректно, так как он образуется за счёт движения зарядов, которые имеют электрическое поле и понятно, что движение зарядов вызывает и изменение во времени электрического поля в пространстве. В противном случае электрическое поле и заряд независимы друг от друга. При этом плотность заряда  $\rho$  по теории Дирака [18, с. 349], может равняться только плюс или минус единице ( $\rho = q = e = \pm 1$ ), так как это значение не входит в саму формулу энергии Эйнштейна. Таким образом, если под изменением в пространстве при движении объекта (заряда) понимать изменение электрического поля (иное бы исключало взаимодействие через электрическое поле), то мы будем иметь:

$$\mathbf{j} = \rho \mathbf{v} = \frac{\rho \partial \mathbf{R}}{\partial t} = \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \text{rot } \mathbf{B}, \quad (58)$$

В этом случае уравнение (56) при учёте (55) должно иметь вид:

$$\text{rot } \mathbf{B} = \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t} - \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad (59)$$

Здесь значение знаков в правой части от знака равенства учитывает, что в противном случае мы приходим к противоречию, когда изменение во времени не приводит к изменению в пространстве, то есть к чудесам возникновения из нуля. При этом мы имеем совмещение реального тока со значением изменения реального электрического поля  $\mathbf{E}$  по координатам пространства, и наличие фиктивного тока смещения, выраженного через некую величину  $\mathbf{G}$ , которая не имеет представления по пространственным координатам в силу того, что с учётом ортогональности (перпендикулярности) напряжённостей электрических и магнитных полей для величины  $\mathbf{G}$  нет ортогональной координаты по пространству.

Однако, если убрать значение  $\frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}$  из формулы (59), то сразу натыкаемся на **парадокс**, при котором изменение во времени не приводит к изменению в пространстве в силу того, что ротор – это замкнутая величина при равенстве составляющих по координатам. Неравенство же приводит к уравнению непрерывности с переходом от замкнутого движения к прямолинейному. В этом случае мы бы не имели замкнутого движения по ротору и в законе Фарадея (49), что было отмечено нами выше.

Таким образом, эти два закона по формулам (49) и (58) проверенные на практике противоречат третьему закону, также проверенному на практике, и это закон Умова – Пойтинга (аналог это уравнение непрерывности), по которому изменение по количеству во времени величины энергии соответствует её изменению по количеству в пространстве, и математически это выражается в виде формулы [19, с. 44]:

$$\frac{\partial \mathbf{W}}{\partial t} = -\text{div } \mathcal{S}, \quad (60)$$

Иное означало бы чудо возникновения из нуля и исчезновение в ноль. Отсюда имеем парадоксы, при которых обычные уравнения Максвелла (49) и (58) не соответствуют уравнению (60), так как изменение электромагнитных составляющих, а они однозначно связаны с энергией, не приводит к изменению в пространстве. Повторим, ротор – замкнутая величина, и не даёт изменения в пространстве. Таким образом, остается понять, что должен собой представлять член изменения по пространству, который необходим в уравнениях (49) и (58) для соблюдения закона сохранения количества, так как изменение по времени есть, но оно не сопровождается изменением по пространству. Повторим, что, это соответствует чуду возникновения из ничего и исчезновению в ноль в пространстве, что исключает необходимость самих законов физики. Поэтому, изменение по пространству в уравнении (59) можно получить, если сделать запись с учётом условия выражения длины через время ( $r=ct$ ) по геометрии Минковского и считать, что значение  $\mathbf{G}$  отображается в проекции на время  $\mathbf{G}=G_t$ , согласно преобразованию проекции длины в проекцию времени, и наоборот, в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна в виде:

$$\text{rot } \mathbf{B} = \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + c \frac{\partial \mathbf{G}_t}{\partial (ct)} = \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + c \frac{\partial \mathbf{G}_t}{\partial r}, \quad (61)$$

В этом случае учитывается, что в четырёхмерном градиенте производная по времени ( $t$ ) идёт со знаком, противоположным производным по длине ( $r$ ) [20, с. 271], что соответствует

(60) и подмечено Фейнманом. В итоге мы видим наличие, соответствия справа от знака равенства, изменения во времени, с изменением слева от знака равенства в пространстве, и при этом исключается парадокс возникновения и исчезновения в ноль. Так как обнуления в физике в отличие от математики через вычитание не существует, то дифференциалы в уравнении (61) подчиняются закономерностям в (1) для выполнения общего закона мироздания. В противном случае получались бы объекты независимые от нашего мироздания. Однако, что собой представляет член  $G_t$  в пространственно-временном представлении не было ясно. Если исключить этот член  $G_t$  из пространственно-временного представления, то он автоматически не может быть обнаружен и существовать в мироздании, а необходимость его следует из исключения парадокса, при котором изменение во времени неизбежно должно приводить к изменению в пространстве. Отсюда следует,

что необходимость использования в обычных уравнениях Максвелла, наряду с электромагнитными составляющими, сторонних токов (токов смещения) связана с исключением чудес с возникновением из нуля и исчезновением в ноль, и так как токи смещения не наблюдаются в пространстве, то они должны быть представлены наличием проекции на время в соответствии с преобразованиями Лоренца – Минковского по СТО и ОТО Эйнштейна. Действительно, где есть изменение, то там всегда есть движение, а при этом всегда выполняются преобразования Лоренца – Минковского и, следовательно, есть проекция на время. Следует отметить, что и с точки зрения практики уравнение (50) также нельзя было считать полным, так как при отключении от катушки индуктивности прикладываемого электрического поля, в катушке (рис. 7) некоторое время продолжает течь ток, образование которого связано именно с магнитным полем.

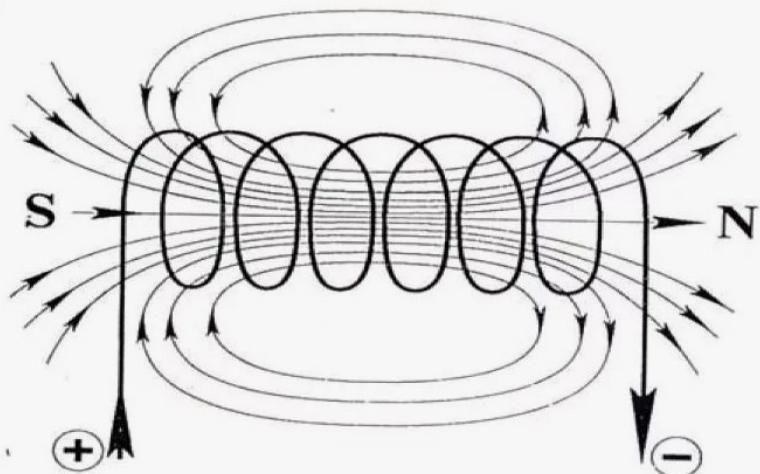


Рис. 7. Замкнутое поле катушки индуктивности в среде распространения, которое противодействует наличию тока в проводнике

Это означает, что состояние среды распространения (это характеризует среду распространения не как некий пустой вакуум равный нулю) изменилось под воздействием внешнего магнитного поля образуемого начальным током с наличием противодействия. Соответственно изменённое состояние среды распространения имеет количественную характеристику в виде энергии противодействия магнитному внешнему полю. После снятия внешнего напряжения на катушке, накопленное в пространстве противодействие, также в виде замкнутого магнитного поля, преобразуется в

электрическое поле с изменением по пространству, так как иначе движения зарядов не получить. Это явление наличия магнитного поля замечено на практике в сверхпроводниках. Так как внешнего электрического поля с градиентом изменения при этом не наблюдается, то в этом случае градиент изменения по пространству происходит за счёт проекции электрической составляющей на время, с соблюдением закона сохранения количества по уравнению (60). В противном случае преобразование замкнутого магнитного поля по пространству сразу в проекцию электрической

составляющей по пространству исключает необходимость обмена между противоположностями за счёт движения, и противоречит необходимости преобразования проекции длины на проекцию во времени, и наоборот, в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. Соответственно для образования замкнутого магнитного поля требовалось бы наличие только электрического поля без использования корпускулярных свойств объектов, действие и противодействие имели бы идентичный путь. Кроме того, это означало бы получение замкнутости по трём ортогональным координатам пространства с нарушением необходимости зависимости независимых составляющих от двух глобальных противоположностей, что противоречит логике [1, с. 6-42].

Собственно, к необходимости наличия члена с проекцией на время  $G_t$  пришли и физики, когда попытались перейти от уравнений Максвелла к формированию волновых процессов с вынужденным излучением. Это им удалось сделать через дополнительные функции – векторные потенциалы. По сути изменения (динамика) от этих дополнительных функций в одной противоположности выражает статику напряжённостей электрических и магнитных полей в другой противоположности. Это позволило исключить парадокс независимого распространения плоской волны в силу отсутствия источника возбуждения. Здесь замкнутые величины в динамике некоторых вспомогательных функций  $A$  и  $\Phi$  стали представлять в виде величин (то есть, объектов) неизменных во времени и пространстве через напряжённости магнитного и электрического поля (это и есть отражение искривления (неоднородности) по времени и пространству).

Причём векторный потенциал  $A$  должен был удовлетворять условию  $\operatorname{div} \mathbf{B} = 0$  (это и есть неизменность по пространству с представлением в виде замкнутой величины), что достигалось посредством следующего уравнения [21, с. 118]:

$$\mathbf{B} = \operatorname{rot} \mathbf{A}, \quad (62)$$

Понятно, что при определении дивергенции от замкнутой величины в виде ротора мы будем иметь ноль. И отсюда запись (62) выглядит парадоксальной, так как тогда и  $\operatorname{rot} \mathbf{A} = 0$ . Однако это противоречие разрешимо, если считать, что слева и справа от знака равенства рассматриваются противоположности, и замкнутость в одной противоположности соответствует разомкнутости в другой

противоположности. По сути, величина магнитного поля  $\mathbf{B}$  представляется объектом-константой от  $\operatorname{rot} \mathbf{A}$ . В этом случае мы имеем, при нормировке на величину  $\mathbf{B}$ , формулу  $\operatorname{rot} \mathbf{A} / \mathbf{B} = 1$ , и она при условии равенства возможна только при наличии закономерностей по формуле мироздания (1) справа от знака равенства. Подстановка этого выражения в уравнение  $\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$  даёт уравнение:

$$\operatorname{rot}(\mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}) = 0, \quad (63)$$

Чтобы удовлетворить этому уравнению выражение в скобках приравнивалось к величине градиента потенциальной функции, что исключало замкнутость, то есть имеем уравнение:

$$\mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = -\nabla \Phi; \mathbf{E} = -\nabla \Phi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}, \quad (64)$$

В этом случае векторный потенциал  $\mathbf{A}$  характеризовал замкнутые процессы при изменении по пространству, а векторный потенциал  $\Phi$ , наоборот, определял разомкнутые процессы по пространству. Иными словами,  $\mathbf{A}$  и  $\Phi$  характеризуют противоположности по пространству.

Для непосредственной связи векторных потенциалов мы учтываем известную формулу из электродинамики [22, с. 165]:

$$\mathbf{A} = v/c^2 \Phi, \quad (65)$$

При этом принимаем, что  $v=c$ , и тогда векторные потенциалы  $\mathbf{A}$  и  $\Phi$  связаны так же, как компоненты электрического и магнитного поля по уравнению  $H=cE$ , и характеризуют именно электромагнитное поле, но в противоположности. В этом случае величина  $\mathbf{E}$  по формуле (64) характеризуется в одинаковом количественном представлении с учётом  $r=ct$  в виде:

$$\mathbf{E} = -\nabla \Phi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \partial \Phi / \partial (ct) - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = -\partial \mathbf{A} / \partial t - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}, \quad (66)$$

При нормировке (64) на  $\mathbf{E}$ , с учётом того, что величина  $\mathbf{E}$  отражает противодействие величине  $\mathbf{B}$  через знак минус как противоположности, мы получаем, что для выполнения равенства необходимо использовать закономерности слева от знака равенства по формуле мироздания (1). То есть, в электродинамику ещё до нас физики ввели интуитивно закон для любых объектов мироздания, соответствующей формуле (1), так как иначе объект, автоматически, становился бы независим от нашего мироздания. По сути, выражение (64) отражает, что  $\mathbf{E}$  как замкнутая величина также не изменяется. Далее, исходя из  $H=cE$  (это закон связи противоположностей через скорость обмена, которая равна скорости света, так как в противном

случае между  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  нет отличий, а значит мы имеем парадокс отсутствия противоположностей), мы при замене электромагнитных

$$\begin{aligned}\mathbf{B} = \operatorname{rot} \mathbf{A} &= \mu_0 c \mathbf{E} = \mu_0 c \left( -\nabla \Phi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right) = \mu_0 c \left( -\frac{\partial \Phi}{\partial r} - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right), \\ -\operatorname{rot} \mathbf{A} &= \mu_0 \left( \frac{c \partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right),\end{aligned}\quad (67)$$

Соответственно для значений  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  не остаётся иного физического аналога кроме как времени и пространства (при наблюдении из противоположности), которые тоже связаны при условии соблюдения СТО (а это закон сохранения количества) по преобразованиям Минковского в виде  $r=ct$ . Учитывая, что векторное отображение не определяет ортогональности противоположностей, какими являются  $\mathbf{A}$  и  $\Phi$ , которые аналогичны  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , мы должны уравнение (67) расписать по координатам, то есть представить в виде количественных значений по четырём составляющим двух глобальных противоположностей, например:

$$\frac{\partial A_y}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial y} = \mu_0 c \frac{\partial \Phi_t}{\partial x} + \mu_0 \frac{\partial \Phi_x}{\partial t}, \quad (68)$$

Другими словами, мы получили фактически соответствие ротора и уравнения непрерывности на основе векторных потенциалов при подчинении общей формуле мироздания (1), для выполнения уравнения (68). Надо отметить, что проекцию векторного потенциала на время также впервые ввели не мы, а физики, в частности Фейнман [20, с. 271]. Однако он не понял, что при однозначной связи вектор – потенциалов с электромагнитными составляющими с целью исключения неоднозначности (чудес) должны существовать и проекции на время электромагнитных составляющих. Таким образом, мы исключили парадокс классических обычных уравнений Максвелла, так как имеем

$$\begin{aligned}\operatorname{rot} \mathbf{H} &= \epsilon_0 \partial \mathbf{E}_r / \partial t + j_{\text{э.ст}}, \\ \operatorname{rot} \mathbf{E} &= -\frac{\mu_0 \partial \mathbf{H}_r}{\partial t} - j_{\text{м.ст}}, \\ \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{H}; \operatorname{div} \mathbf{H} = \frac{\rho_{\text{м.ст}}}{\mu_0}, \\ \mathbf{D} &= \epsilon_0 \mathbf{E}; \operatorname{div} \mathbf{E} = \rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0, \\ j_{\text{э.ст}} &= c \rho_{\text{э.ст}}; j_{\text{м.ст}} = c \rho_{\text{м.ст}},\end{aligned}\quad (69)$$

В этом случае мы ничего не выдумываем, а равенство для сторонних зарядов и токов  $\mathbf{j} = c\rho$ , используется в квантовой механике для

$$\begin{aligned}c\rho_{\text{ст}}^* &= c\rho_{\text{ст}} ch\gamma - j_{\text{ст}} sh\gamma, j_{\text{ст}}^* = j_{\text{ст}} ch\gamma - c\rho_{\text{ст}} sh\gamma, \\ ch\gamma &= 1/(1 - \beta^2)^{1/2}, sh\gamma = \beta/(1 - \beta^2)^{1/2}, \beta = v/c,\end{aligned}\quad (70)$$

Собственно такой записью с учётом сторонних электрических и магнитных зарядов мы учили, что в среде распространения нет электрических зарядов, а электромагнитные составляющие волны имеют замкнутый характер с полной симметрией и преобразованием

составляющих на уравнения вектор – потенциалов, что соответствует смене системы наблюдения на противоположную, имеем:

замкнутость (закон сохранения количества) по противоположностям. При этом учитываем, что для производной по величине  $x$  для вектора – потенциала  $\Phi$  не остаётся иных компонент, кроме как проекции  $\Phi$  на время, то есть  $\Phi_t$ . Это аналогично тому, как это было сделано Фейнманом в [20, с. 271]. Здесь надо заметить, что *электрические и магнитные составляющие однозначно связаны в законах Фарадея и Био – Савара с реальными объектами, а эти объекты подчиняются преобразованиям Лоренца – Минковского, с наличием проекции на время. Если бы электрические и магнитные составляющие не имели бы проекцию на время, то о связи реальных объектов с электромагнитными процессами можно было бы забыть из-за независимости, и в этом случае нет закона их связи. Наличие проекции на время – это единственный способ сохранения объектов в замкнутом виде, так как все оставшиеся величины по проекциям координат независимы и перпендикулярны, а вот время и проекции по координатам имеют связь через преобразования Лоренца – Минковского.*

Соответственно, теперь можно рассмотреть и саму цель применения физиками векторных потенциалов для перехода к волновым уравнениям.

С этой целью выпишем известные уравнения из классической электродинамики с учётом как электрических, так и магнитных сторонних токов в виде [23, с. 34]:

соответствия сторонних токов и зарядов преобразованиям Лоренца–Минковского [24, с. 300] в виде:

противоположностей друг в друга по замкнутому циклу. В этом случае вид уравнений для электрических и магнитных составляющих не может отличаться, так как в противном случае будет неравенство с нарушением закона сохранения количества. Это характеризует

электрическую и магнитную индукцию как разомкнутые величины на основе сторонних зарядов, смысл которых мы покажем несколько ниже, аналогично тому, как это было для векторного потенциала  $\Phi$  в противоположности.

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{E}' &= \operatorname{div}(-\nabla \Phi^3 - \frac{\partial \mathbf{A}^3}{\partial t}) = \rho_{3,ct}/\epsilon_0, \\ -\nabla^2 \Phi^3 - \operatorname{div}(\frac{\partial \mathbf{A}^3}{\partial t}) &= \rho_{3,ct}/\epsilon_0, \end{aligned} \quad (71)$$

Такое действие используется в математике при переходе к выражению с одним видом функции через подстановку, и как было показано выше, этот метод применил Дирак.

По нашей теории любое изменение означает переход в противоположность со сменой системы наблюдения и с заменой сложения на вычитание, и наоборот. Для величины векторного потенциала  $\mathbf{A}^3$  противоположностью для перехода является векторный потенциал  $\Phi^3$  с условием выполнения количественного равенства. Собственно, это правило интуитивно ввели в электродинамику физики, и отсюда в классической электродинамике в противовес уравнению (64) в одной противоположности физики были вынуждены ввести калибровку Лоренца отражающие процессы в другой

$$\begin{aligned} \nabla^2 \Phi^3 - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^3}{\partial t^2} &= -c^2 \rho_{3,ct}/(c^2 \epsilon_0) = -\mu_0 c \mathbf{j}_{3,ct}, \\ \nabla^2 \mathbf{A}^3 - (1/c^2) \frac{\partial \mathbf{A}^3}{\partial t^2} &= -c \mu_0 \rho_{3,ct} = -\mu_0 \mathbf{j}_{3,ct} = -c \mu_0, \end{aligned} \quad (74)$$

Таким образом, так как противоположности связаны через скорость света, сторонняя плотность заряда в одной противоположности формирует волновую составляющую  $\Phi^3$ , а в другой противоположности это рассматривается как формирование волновой составляющей  $\mathbf{A}^3$  под влиянием сторонней плотности тока. В силу того, что существует закон сохранения заряда в соответствии с теорией Дирака ( $\rho = q = e = \pm 1$ ) и значение заряда не входит в формулу энергии Эйнштейна, а значит и не может быть самостоятельной величиной воздействия из-за отсутствия энергии (количества), то изменение сторонних (фиктивных) плотности заряда и плотности тока связано только с подчинением преобразованиям Лоренца – Минковского (70), и другого способа их изменения не предвидится. Отсюда следует вывод, что по уравнениям (73) и (74) изменение сторонней плотности заряда и плотности тока связано с константами электрической и магнитной проницаемости, так как ничего другого в физике для описания среды распространения, как объекта мироздания с влиянием и взаимодействием (иначе это ноль), – нет. А это означает, что тогда именно константы электрической и магнитной

Далее мы учтём уравнение (63) с подстановкой и заменой напряжённости электрического поля на векторные потенциалы и получим:

противоположности со сменой переменных дифференцирования из-за смены системы наблюдения в виде [25, с. 119]:

$$\operatorname{div} \mathbf{A}^3 + (1/c^2) \frac{\partial \Phi^3}{\partial t} = 0, \quad (72)$$

В итоге, было получено волновое уравнение в зависимости от так называемой плотности заряда в классической электродинамике в виде:

$$\nabla^2 \Phi^3 - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^3}{\partial t^2} = -\rho_{3,ct}/\epsilon_0, \quad (73)$$

Если учесть связь между векторным потенциалом  $\mathbf{A}$  и  $\Phi$  по формуле (65) с учётом  $v=c$  ( $\Phi^3 = c \mathbf{A}^3$ ), то получим второе известное уравнение для векторного потенциала  $\mathbf{A}$  в классической электродинамике в виде [25, с. 119]:

проницаемости должны быть связаны с преобразованиями Лоренца-Минковского, и это мы покажем несколько ниже.

Следует отметить, что уравнения (73) и (74) не имеют решения в волновом виде с точки зрения распространяющейся волны с источниками возбуждения, так как для решения в волновом виде уравнение частицы с массой покоя должно иметь вид (35) с решением в виде функции Луи де Броиля (34), где в правой и левой части уравнения присутствует функция  $\Psi(t, x)$ . Однако решения уравнений (73) и (74) соответствуют варианту взаимодействия со средой распространения через константы электрической и магнитной проницаемости с очевидным результатом для векторного потенциала  $\Phi$  в виде:

$$\Phi^3(t, r) = \exp\{-i[Et + (1/\epsilon_0^{1/2})r - Pr]\}, \quad (75)$$

Для векторного потенциала  $\mathbf{A}^3$  имеем решение:

$$\mathbf{A}^3(t, r) = \exp\{-i[Et + (c\mu_0)^{1/2}r - Pr]\}, \quad (76)$$

При этом необходимо помнить, что аргументы функций в силу закона сохранения количества между противоположностями должны подчиняться условию:

$$\begin{aligned} \exp\{-i[Et + (1/\varepsilon_0^{1/2})r - Pr]\} &= \exp\{-i[0]\} = 1, \\ \exp\{-i[Et + (c\mu_0)^{1/2}r - Pr]\} &= \exp\{-i[0]\} = 1, \end{aligned} \quad (77)$$

В этом случае мы имеем:

$$\begin{aligned} Et = mct &= P_E r = Pr - (1/\varepsilon_0^{1/2})r = P_{\varepsilon_0} r, \\ Et = Pr - (c\mu_0)^{1/2}r &= P_{\mu_0} r, \end{aligned} \quad (78)$$

Иными словами, это означает, что в системе наблюдения от аргументов функций значения энергии и импульсов отличаются от энергии и импульсов в системе наблюдения после решения уравнений (73) и (74). Такая разница связана с иерархическим построением мироздания с исключением замкнутого цикла с обратным возвращением на тот же уровень и возможностью создания вечного двигателя.

$$\begin{aligned} \nabla^2 \Phi^a - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^a}{\partial t^2} &= -\Phi^a / \varepsilon_0, \\ \nabla^2 \mathbf{A}^a - (1/c^2) \frac{\partial \mathbf{A}^a}{\partial t^2} &= -c\mu_0 \mathbf{A}^a, \end{aligned} \quad (79)$$

В результате мы имеем выражение единого объекта через две волновые составляющие  $\mathbf{A}^a$  и  $\Phi^a$ . При этом мы имеем противоположные системы наблюдения для векторных потенциалов со связью через скорость света, а это означает их ортогональность. Так как процессы в противоположностях симметричны, то такой вид волн действителен и для электромагнитных составляющих. Однако здесь необходимо учесть, что в данном случае был использован только один вид стороннего электрического заряда и соответственно напряжённость электрического поля волны в одной противоположности представляется напряжённостью магнитного поля волны в другой противоположности, что соответствует электромагнитному континууму с преобразованием друг в друга электрических и магнитных компонент. То есть  $\mathbf{A}^a$  и  $\Phi^a$  представляют одну и ту же составляющую от одного стороннего электрического

В силу того, что аргумент волновых функций из-за условия выполнения формулы Луи де Бройля (44) равен нулю, то мы можем использовать умножение и правых частей от знака равенства в уравнениях (73) и (74) на соответствующие волновые функции, аналогично тому как это сделал Шредингер и Дирак в квантовой механике [10, с. 31]:

заряда (плотности), но в противоположностях. В реальности для исключения парадокса отсутствия закона сохранения количества из-за несимметричных уравнений мы имеем взаимодействие сторонних электрических и магнитных зарядов (далее будет показано, что разница противоположных зарядов основана на преобразованиях Лоренца) с образованием электромагнитной волны, к чему также интуитивно пришли и физики в классической электродинамике. Поэтому, в силу того, что мы имеем и сторонний магнитный заряд (это следует из симметрии составляющих в электромагнитной волне), то для него тоже должны существовать магнитные векторные потенциалы в виде [26, с. 118]:

$$\mathbf{H}'' = \text{grad } \Phi^M + \partial \mathbf{A}^M / \partial t; \quad \varepsilon_0 \mathbf{E}'' = -\text{rot}(\mathbf{A}^M), \quad (80)$$

Отсюда с учётом изменения в пространстве магнитной составляющей с учётом  $\Phi^M = c\mathbf{A}^M$  имеем волновые уравнения вида:

$$\begin{aligned} \text{div } \mathbf{H}'' &= \frac{\rho_{M,ct}}{\mu_0}, \\ \text{div}(\mathbf{H}'') &= \text{div}(\text{grad } \Phi^M + \partial \mathbf{A}^M / \partial t) = \rho_{M,ct} / \mu_0, \\ \nabla^2 \Phi^M + \text{div}(\partial \mathbf{A}^M / \partial t) &= \rho_{M,ct} / \mu_0, \\ \text{div } \mathbf{A}^M &= -\left(\frac{1}{c^2}\right) \frac{\partial \Phi^M}{\partial t} = 0, \\ \nabla^2 \Phi^M - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^M}{\partial t} &= \rho_{M,ct} / \mu_0, \\ \nabla^2 \mathbf{A}^M - (1/c^2) \frac{\partial \mathbf{A}^M}{\partial t} &= \rho_{M,ct} / (c\mu_0) = c\varepsilon_0 \rho_{M,ct} = \varepsilon_0 \mathbf{j}_{M,ct}, \end{aligned} \quad (81)$$

Это уравнения с учётом, введённого Шредингером и Дираком умножения справа от

знака равенства на волновую функцию, имеет вид:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \Phi^M - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^M}{\partial t^2} &= \rho_{M,ct} \Phi^M / \mu_0 = \Phi^M / \mu_0, \\ \nabla^2 \mathbf{A}^M - (1/c^2) \frac{\partial \mathbf{A}^M}{\partial t^2} &= \rho_{M,ct} \mathbf{A}^M / (c\mu_0) = c\varepsilon_0 \mathbf{A}^M, \end{aligned} \quad (82)$$

В результате получаем решения аналогичные по виду (34):

$$\begin{aligned} \Phi^M(t, r) &= \exp\{-i[Et + (1/\mu_0^{1/2})ct - Pr]\}, \\ \mathbf{A}^M(t, r) &= \exp\{-i[Et + (c\varepsilon_0)^{1/2}ct - Pr]\}, \end{aligned} \quad (83)$$

Иными словами, мы получаем, что константы электрических и магнитных проницаемостей меняются местами в зависимости от того, какая плотность стороннего заряда (электрическая или магнитная) рассматривается. Как мы отмечали выше, значение заряда по теории Дирака не может быть дробным и не входит в уравнение энергии Эйнштейна ( $\rho = q = e = \pm 1$ ), но наличие силы Лоренца и Кулона между так называемыми электрическими зарядами практически наблюдается, то отсюда следует вывод об иной природе образования этих сил, помимо возникновения их из

$$\rho_+^* = \rho_+ / (1 - v^2/c^2)^{1/2}; \\ \rho_-^* = \rho_- (1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad (84)$$

Здесь  $v$  – относительная скорость по СТО Эйнштейна,  $\rho$  – плотность заряда. Повторим, что в среде распространения мы движущихся электрических зарядов не наблюдаем, а значит, нет причины говорить об их плотности с подчинением СТО Эйнштейна. Тогда как обеспечивается противодействие току в магнитной катушке и зависимость наличия разной напряжённости электромагнитных полей в зависимости от направления? Иными словами, электрическим зарядам на основе электрона и позитрона в среде распространения должна быть

$$\rho_+^* = l^+ = ct = l_0^+ / (1 - v^2/c^2)^{1/2}; \\ \rho_-^* = l^- = l_0^- (1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad (85)$$

Иными словами, мы представили сторонние плотности электрических и магнитных зарядов на то, что реально существует на практике при математическом описании, а это длина и время приведённые в одну систему наблюдения с учётом ОТО Эйнштейна, где  $v$  связано с кинетической энергией в противоположности. Именно представление противоположных зарядов по (85) в качестве объектов длины и времени, что также сделано до нас интуитивно Фейнманом, позволяет интерпретировать эти противоположные заряды как эквиваленты электрических и магнитных зарядов. То есть, это снимает проблему отсутствия магнитных зарядов, так как они уже учтены в качестве противоположных объектов в усовершенствованных уравнениях Максвелла, и из (85) видно, что различие противоположностей определяется не только знаком заряда, а ещё и зависимостью

$$\begin{aligned} E' &= -\text{grad } \Phi^3 - \mu_0 \partial A^3 / \partial t; \\ H' &= \text{rot}(A^3); \\ H'' &= \text{grad } \Phi^M + \epsilon_0 \partial A^M / \partial t; \\ E'' &= -\text{rot}(A^M); \\ E &= E' + E'' = -\text{grad } \Phi^3 - \mu_0 \partial A^3 / \partial t - \text{rot}(A^M); \\ H &= H' + H'' = -\text{grad } \Phi^M - \epsilon_0 \partial A^M / \partial t + \text{rot}(A^3), \end{aligned} \quad (86)$$

неких зарядов, которые не имеют представления в параметрах окружающей среды, а значит, нет механизма взаимодействия. И собственно, само получение этих сил было представлено через СТО Эйнштейна на основе относительности электрических и магнитных полей, которые соответственно и являются источниками получения этих сил [27, с. 273].

Аналогичную интерпретацию ввёл, и Фейнман при описании относительности электрических и магнитных полей для плотности зарядов связав их законом действительным для преобразований Лоренца в виде:

замена с подчинением СТО и ОТО Эйнштейна. Если предположить объекты не связанные со средой распространения с характеристикой вне пространства и времени, то разные объекты должны иметь и отличие по подчинению законам физики, так как иначе не будет и самих различий. А раз различий в подчинении законам физики нет, то следует признать объекты идентичными. В этом случае с учётом начальной связи длины и времени ( $l=ct$ ) [2, с. 225-226] и однозначной заменой сторонних зарядов, мы имеем уравнения:

преобразования. Собственно отличие только на знак означало бы обнуление с отсутствием необходимости преобразования и взаимодействия. А в реальности мы имеем аннигиляцию позитрона и электрона (или протона и антипротона) с преобразованием в электромагнитные волны.

Так как плотности электрических и магнитных зарядов, согласно корпускулярно-волновому представлению любого объекта, отражаются в обеих противоположностях, то здесь с учётом зависимостей для векторных потенциалов, введённых в классической электродинамике [28, с. 39], аналогично законам электродинамики по уравнениям Максвелла, мы имеем образование напряжённостей электрических и магнитных полей в среде распространения как результат от сумм воздействия уравнений:

Иными словами, напряжённости полей в нашей системе наблюдения – это результат выполнения взаимодействия объектов по законам электродинамики в соответствии с уравнениями Максвелла в противоположной системе наблюдения, связанной с нашей через скорость света, через сложение и вычитание, но через противоположные компоненты по сравнению с теми которые были в первоначальном виде уравнений. Это, собственно, и означает новое взаимодействие. Соответственно изменения этих напряжённостей полей в пространстве приводят к формированию обмена электромагнитными волнами, как это было показано выше. При этом константы электрической и магнитной проницаемости должны выражаться через реальные объекты (иначе их вообще не может быть в уравнениях Максвелла). То есть, они также должны представляться в корпускулярно-волновом виде по функциям Луи де Бройля.

Собственно, исходя из вида функций Луи де Бройля, в данном случае константы электрической и магнитной проницаемости можно считать комплексными величинами, что также было введено в классическую электродинамику до нас [29, с. 117]. Действительно обычное уравнение Максвелла в частных производных представляется в виде:

$$-\mu \partial H_z / \partial t = \partial E_y / \partial x - \partial E_x / \partial y, \quad (87)$$

При представлении в электродинамике значения магнитной проницаемости в комплексном виде, что, кстати, позволяет решить проблему изменения направления движения по принципу Гюйгенса – Френеля в силу взаимодействия со средой распространения, имеем:

$$\mu = \mu_0 + i\mu_0, \quad (88)$$

Здесь  $i=(-1)^{1/2}$ . При подстановке получаем:

$$-\mu_0 \partial H_z / \partial t - i\mu_0 \partial H_z / \partial t = \partial E_y / \partial x - \partial E_x / \partial y, \quad (89)$$

То есть классическая электродинамика при допущении наличия комплексных значений электрической и магнитной проницаемости потребовало и комплексный вид для уравнений Максвелла с наличием комплексных волновых электромагнитных функций аналогичных функциям Луи де Бройля. Будем считать, что здесь значение  $\mu_0$  одинаковой величины в действительной и мнимой части, так как среда распространения не изменяет объект (например, фотон), движущийся со скоростью света, и сама не изменяется при взаимодействии. В противном случае объект исчезает в ноль или будет расти до бесконечности из нуля, в силу отсутствия закона сохранения количества.

Иными словами, среда распространения, в данном случае, характеризует взаимодействие без изменений при сохранении в ней движущегося объекта, так как не может поглощать или синтезировать (в данном случае нет преобразования с возникновением новых объектов), что означало бы чудеса. То есть, мы при условии закона сохранения количества и неизменности среды распространения имеем:

$$\mu_0 = i\mu_0, \quad (90)$$

Здесь мнимая единица  $i$  выступает как атрибут противоположности и фактически выражает закон, по которому на действие одной противоположности происходит противодействие, что и выражается возвратом со знаком минус при двойном изменении. Равенство действительной и мнимой части также не наша выдумка, и следует из вида уравнений в системе Дирака. Собственно, для векторных потенциалов приравнивание  $i\Phi=A_4$  [30, с. 317] к проекции на время  $A_t$  также было сделано в электродинамике Фейнманом [22, с. 165]. Однако хоть мы и придали мнимую единицу для различия в (89) с использованием комплексного значения магнитной проницаемости одной из составляющих  $\partial H_z / \partial t$ , но путь изменения в зависимости от времени остался одинаковым. В этом случае составляющие могут только, одновременно, расти или убывать в силу одинаковых закономерностей и необходимости соблюдения равного количественного соотношения. Здесь нет взаимодействия через обмен, за счёт преобразования по противоположностям длины и времени в соответствии с СТО и ОТО Эйнштейна. Поэтому, не нарушая вида уравнения, мы умножаем числитель и знаменатель мнимой производной  $i\partial H_z / \partial t$  на скорость света:

$$-\mu_0 \partial H_z / \partial t - i\mu_0 c \partial H_z / \partial (ct) = \partial E_y / \partial x - \partial E_x / \partial y, \quad (91)$$

С математической точки зрения при исходном уравнении (89) ничего не поменялось, а с физической точки зрения мнимая производная отражает противоположность, где за счёт скорости света проекции длины и времени меняются местами. Иначе при сохранении одинакового вида представления объектов при разнице в скорость света нет отличий, и это исключает наличие противоположностей. Отсюда и смена функций при переходе в противоположную систему наблюдения. При этом, на основе преобразований Лоренца – Минковского, проекция времени однозначно преобразовывается в проекцию длины, а проекция длины в проекцию времени в равных количествах в соответствии

с СТО и ОТО Эйнштейна, аналогично и составляющие поляй, что и было подмечено Фейнманом для векторных потенциалов. Ему оставалось лишь только признать наличие проекций на время для электромагнитных составляющих, что вытекало из однозначной связи векторных потенциалов с электромагнитными составляющими, но он этого не понял и посчитал, что это не так, о чём сказал в [22, с. 165]. Собственно, это заблуждение на самом деле связано с тем, что он исходил из отсутствия электромагнитного происхождения массы частиц, так как считал, что для этого необходимы дополнительные сдерживающие силы. Однако если считать функции в системе уравнений Дирака не вероятностными функциями, а электромагнитными функциями, то никаких сдерживающих сил при переходе от волнового вида к корпускулярному виду не требуется, так как нет дополнительных членов для выполнения равенств в системе уравнений Дирака.

Отметим также, что выражение процесса по Фарадею вида (87) не может отражать ни один реальный объект, так как нет зависимости процесса по координате  $z$ . В этом случае замкнутый обмен между противоположностями получить невозможно. То есть, в этом случае объект, характеризуемый через процесс (87), не будет связан с нашим мирозданием, а это элемент чуда. Отсюда с учётом  $z=ct$  и  $i\partial H_z/\partial t = i c \partial H_t/\partial z$  имеем:

$$-\mu_0 \partial H_z/\partial t - i\mu_0 c \partial H_t/\partial z = \partial E_y/\partial x - \partial E_x/\partial y, \quad (92)$$

Одновременно данный вид соответствует элементарному объекту мироздания, когда процесс в левой части уравнения (92) характеризует разомкнутость (замкнутость на противоположность по времени  $-i\mu_0 c \partial H_t/\partial z$ ), в силу невозможности наблюдать проекцию на время, а процесс, справа от знака равенства уравнения (92) характеризует замкнутость объекта. Таким образом, объект мироздания взаимодействует с другими объектами благодаря не наблюдаемому в пространстве члену  $-i\mu_0 c \partial H_t/\partial z$ , и имеет необходимую замкнутость для своего отдельного существования, исходя из наличия операции ротора (*rot*). Надо отметить, что в противоположности замкнутость (*rot*) по координатам длины переходит в замкнутость по оставшейся координате длины и времени, и наоборот. Понятно, что меньше 4-х ортогональных составляющих в уравнении (92) при описании объектов мироздания иметь нельзя, так как приходим к парадоксу совпадения пути действия и противодействия. Отсутствие

одинакового вида дифференциальных членов для магнитных и электрических составляющих говорит о представлении их как противоположностей. Одновременно вид уравнения (92) может быть выражен в базисном разложении в соответствии с общей формулой мироздания, так как в противном случае он оказывается независимым объектом, замкнутым сам на себя. Действительно в соответствии с [1, с. 6-42] при необходимом базисном разложении через функции (иначе закон мироздания (1) не получить), мы можем представить, что  $-\mu_0 \partial H_z = \cos(x)$ ,  $\partial t = 1/\cos(x)$ ,  $-i\mu_0 c \partial H_t = -i \sin(x)$ ,  $\partial z = i/\sin(x)$ ,  $\partial E_y = ch(w)$ ,  $\partial x = 1/ch(w)$ ,  $\partial E_x = sh(w)$ ,  $\partial y = 1/sh(w)$ . В результате вид уравнения (87) по закону Фарадея не может дать соответствие с формулой мироздания (1) при представлении через функции. Это значит, что по математической формуле (87) не отражается ни один реальный объект мироздания, так как не выполняется условие, при котором сложение в одной противоположности должно выражаться через вычитание в другой противоположности. В противном случае мироздание не замкнутая система с наличием чудес, а объекты без наличия замкнутости в принципе бы не существовали. Надо ещё раз отметить, что представление компонент дифференциального уравнения (92) через соотношения Эйлера были сделаны до нас. С этой целью в системе уравнений Дирака были использованы волновые функции  $\Psi$ , которые характеризовали вероятность. Кроме того, мы показали, что изначальная формула энергии Эйнштейна, из которой получается система уравнений Дирака также связана с формулой мироздания по формулам (22, 23, 24). Одновременно, если считать координаты длины и времени не подчиняющимися преобразованиям Лоренца – Минковского (гиперболические синус и косинус, с переходом в синус и косинус при смене системы наблюдения за счёт мнимой единицы), то получается система координат по геометрии Эвклида, что не соответствует замкнутой системе мироздания. Собственно иная интерпретация дифференциалов без представления через указанные закономерности не даст равенства при преобразовании и объект либо исчезнет, либо будет расти до бесконечности в одной из противоположностей. Иными словами уравнение (92), которое практически интуитивно было введено в электродинамику физиками, исходя из комплексных значений электрической и магнитной проницаемости,

соответствует математическому равенству с подчинением уравнению энергии Эйнштейна (а из него и была выведена система уравнений Дирака), если при этом исключается линейность координат длины и времени по геометрии Эвклида. Таким образом, наши оппоненты пытаются опровергнуть то, что уже давно

$$\begin{aligned} -\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t} + i\mu_0 c \frac{\partial H_t}{\partial x} &= \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}, \\ -\mu_0 \frac{\partial H_y}{\partial t} + i\mu_0 c \frac{\partial H_t}{\partial y} &= \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x}, \\ -\mu_0 \frac{\partial H_z}{\partial t} + i\mu_0 c \frac{\partial H_t}{\partial z} &= \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}, \\ \epsilon_0 \frac{\partial E_x}{\partial t} - i\epsilon_0 c \frac{\partial H_t}{\partial x} &= \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z}, \\ \epsilon_0 \frac{\partial E_y}{\partial t} - i\epsilon_0 c \frac{\partial H_t}{\partial y} &= \frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x}, \\ \epsilon_0 \frac{\partial E_z}{\partial t} - i\epsilon_0 c \frac{\partial H_t}{\partial z} &= \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y}, \end{aligned} \quad (93)$$

Здесь  $i = \sqrt{-1}$ . Существует также и комплексно-сопряжённая форма записи этих уравнений. Так как, полученные уравнения фактически отражают общую формулу мироздания (1), а это необходимое условие существования объекта в нашем мироздании (иначе он ноль), то величинами, определяющими параметры объекта, являются константы электрической и магнитной проницаемости. Так как у нас векторные потенциалы имеют аналогичные

$$\begin{aligned} E' &= -i\operatorname{grad} \Phi^a - \mu_0 \partial A^a / \partial t; \\ H' &= \operatorname{rot}(A^a); \\ H'' &= i\operatorname{grad} \Phi^m + \epsilon_0 \partial A^m / \partial t; \\ E'' &= -\operatorname{rot}(A^m); \\ E &= E' + E'' = -i\operatorname{grad} \Phi^a - \mu_0 \partial A^a / \partial t - \operatorname{rot}(A^m); \\ H &= H' + H'' = -i\operatorname{grad} \Phi^m - \epsilon_0 \partial A^m / \partial t + \operatorname{rot}(A^a), \end{aligned} \quad (95)$$

Здесь:  $i = \sqrt{-1}$ . Мы видим, что полученный вид уравнений в частных производных уже соответствует виду некоторых уравнений из системы Дирака (31).

Понятно, что мы должны показать, как внесение мнимой единицы в уравнения Максвелла повлияло на переход к волновому виду

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} H &= \epsilon_0 \partial E_r / \partial t + j_{\text{э.ст}}; \\ \operatorname{rot} E &= -\mu_0 \partial H_r / \partial t - j_{\text{м.ст}}; \\ \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{H}; \operatorname{idiv} H_t = \rho_{\text{м.ст}} / \mu_0; \\ \mathbf{D} &= \epsilon_0 \mathbf{E}; \operatorname{idiv} \mathbf{E}_t = \rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0; \\ \operatorname{div} H_t &= -i\rho_{\text{м.ст}} / \mu_0; \\ \operatorname{div} \mathbf{E}_t &= -i\rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0; \\ j_{\text{э.ст}} &= -ic\rho_{\text{э.ст}}; j_{\text{м.ст}} = -ic\rho_{\text{м.ст}}, \end{aligned} \quad (96)$$

Отсюда при переходе к волновому виду через подстановку переменных имеем:

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{E}' &= \operatorname{div}(-i\nabla \Phi^a - \frac{\partial A^a}{\partial t}) = -i\rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0, \\ -i\nabla^2 \Phi^a - \operatorname{div}(\frac{\partial A^a}{\partial t}) &= -i\rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0, \\ \operatorname{idiv} \mathbf{A}^a - (1/c^2) \frac{\partial \Phi^a}{\partial t} &= 0; \operatorname{div} \mathbf{A}^a = (-i/c^2) \frac{\partial \Phi^a}{\partial t}, \\ i\nabla^2 \Phi^a - (i/c^2) \frac{\partial \Phi^a}{\partial t^2} &= i\rho_{\text{э.ст}} / \epsilon_0, \end{aligned} \quad (97)$$

интуитивно было введено в электродинамику. Отличие в том, что мы показали логическую цепочку рассуждений, которые приводят к виду уравнений (92), с исключением иных представлений. Соответственно, мы получаем усовершенствованные уравнения Максвелла:

законы физики совпадающими с электромагнитными составляющими, но в противоположности, то отсюда имеем вид в частных производных для векторных потенциалов в виде:

$$\frac{\partial A_y}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial y} = \mu_0 ic \frac{\partial \Phi_t}{\partial x} + \mu_0 \frac{\partial \Phi_x}{\partial t}, \quad (94)$$

В результате при отражении напряжённостей электрических и магнитных полей мы должны откорректировать уравнения (86) в виде:

уравнений. С этой целью мы должны учесть, что дивергенция (градиент) от напряжённости электрического или магнитного поля, в среде распространения, связана с изменением оставшейся компоненты проекции на время, как это видно из (93). В этом случае система уравнений (69) представляется в виде:

Иными словами, мы за счёт мнимой единицы сменили систему наблюдения, но при этом переход к волновому уравнению остался прежним. Следует отметить, что в классической электродинамике для перехода к волновому виду от векторного потенциала  $\mathbf{A}$  используется также математическое уравнение:

$$\begin{aligned} rotrot\mathbf{H} = & \operatorname{rot}(\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x \\ & + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) = (\partial/\partial y - \partial/\partial z)(\partial H_z/\partial y \\ & - \partial H_y/\partial z + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) + \\ & (\partial/\partial z - \partial/\partial x)(\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z + \partial H_x/\partial z \\ & - \partial H_z/\partial x + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) + (\partial/\partial x - \partial/\partial y) \\ & (\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x \\ & + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y), \end{aligned} \quad (99)$$

Соответственно имеем от первого оператора ротора:

$$\begin{aligned} & (\partial/\partial y - \partial/\partial z)(\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z \\ & + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) = \\ & \partial^2 H_z/\partial y^2 - \partial^2 H_y/\partial z \partial y + \partial^2 H_x/\partial z \partial y - \partial^2 H_z/\partial x \partial y \\ & + \partial^2 H_y/\partial x \partial y - \partial^2 H_x/\partial y^2 - \partial^2 H_z/\partial y \partial z + \partial^2 H_y/\partial z^2 \\ & - \partial^2 H_x/\partial z^2 + \partial^2 H_z/\partial x \partial z - \partial^2 H_y/\partial x \partial z + \partial^2 H_x/\partial y \partial z, \end{aligned} \quad (100)$$

От второго оператора ротора имеем общее выражение:

$$\begin{aligned} & (\partial/\partial z - \partial/\partial x)(\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z \\ & + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) = \\ & \partial^2 H_z/\partial y \partial z - \partial^2 H_y/\partial z^2 + \partial^2 H_x/\partial z^2 - \partial^2 H_z/\partial x \partial z \\ & + \partial^2 H_y/\partial x \partial z - \partial^2 H_x/\partial y \partial z - \partial^2 H_z/\partial y \partial x + \partial^2 H_y/\partial z \partial x \\ & - \partial^2 H_x/\partial z \partial x + \partial^2 H_z/\partial x^2 - \partial^2 H_y/\partial x^2 + \partial^2 H_x/\partial y \partial x, \end{aligned} \quad (101)$$

Аналогично, от первого и второго операторов имеем равенства:  $\partial^2 H_z/\partial y \partial z - \partial^2 H_z/\partial y \partial z = 0$ ,  $\partial^2 H_y/\partial x \partial z - \partial^2 H_y/\partial x \partial z = 0$ ,  $\partial^2 H_z/\partial x \partial z - \partial^2 H_z/\partial x \partial z = 0$ ,

$$\partial x \partial z = 0, \partial^2 H_x/\partial y \partial z - \partial^2 H_x/\partial y \partial z = 0.$$

От третьего оператора ротора имеем вид:

$$\begin{aligned} & (\partial/\partial x - \partial/\partial y)(\partial H_z/\partial y - \partial H_y/\partial z \\ & + \partial H_x/\partial z - \partial H_z/\partial x + \partial H_y/\partial x - \partial H_x/\partial y) = \\ & \partial^2 H_z/\partial y \partial x - \partial^2 H_y/\partial z \partial x + \partial^2 H_x/\partial z \partial x - \partial^2 H_z/\partial x^2 \\ & + \partial^2 H_y/\partial x^2 - \partial^2 H_x/\partial y \partial x - \partial^2 H_z/\partial y^2 + \partial^2 H_y/\partial z \partial y \\ & - \partial^2 H_x/\partial z \partial y + \partial^2 H_z/\partial x \partial y - \partial^2 H_y/\partial x \partial y + \partial^2 H_x/\partial y^2, \end{aligned} \quad (102)$$

Здесь от первого и третьего оператора следуют равенства:  $\partial^2 H_y/\partial z \partial y - \partial^2 H_y/\partial z \partial y = 0$ ,  $\partial^2 H_x/\partial z \partial y - \partial^2 H_x/\partial z \partial y = 0$ ,  $\partial^2 H_z/\partial x \partial y - \partial^2 H_z/\partial x \partial y = 0$ ,  $\partial^2 H_y/\partial x \partial y - \partial^2 H_y/\partial x \partial y = 0$ .

От второго и третьего операторов имеем:  $\partial^2 H_z/\partial y \partial x - \partial^2 H_z/\partial y \partial x = 0$ ,  $\partial^2 H_y/\partial z \partial x - \partial^2 H_y/\partial z \partial x = 0$ ,  $\partial^2 H_x/\partial z \partial x - \partial^2 H_x/\partial z \partial x = 0$ ,  $\partial^2 H_z/\partial x^2 - \partial^2 H_z/\partial x^2 = 0$ .

$$\partial y \partial x - \partial^2 H_x/\partial y \partial x = 0.$$

Соответственно мы видим, что члены с дифференцированием одновременно по двум ортогональным координатам по пространству имеют обнуление за счёт одинаковых членов из-за разницы знаков.

При этом, исходя из (98), мы должны иметь:

$$\begin{aligned} \nabla \operatorname{div} \mathbf{H} = & \partial^2 H_y/\partial x^2 + \partial^2 H_z/\partial x^2 + \partial H_z^2/\partial y^2 \\ & + \partial^2 H_x/\partial y^2 + \partial H_y^2/\partial z^2 + \partial^2 H_x/\partial z^2; \\ -\Delta \mathbf{H} = & -\partial^2 H_y/\partial x^2 - \partial^2 H_z/\partial x^2 - \partial H_z^2/\partial y^2 - \partial^2 H_x/\partial y^2 - \partial H_y^2/\partial z^2 - \partial^2 H_x/\partial z^2, \end{aligned} \quad (103)$$

Однако и тут мы видим, что с математической точки зрения разница получаемых членов только в смене знака. Иное представление в виде  $\nabla \operatorname{div} \mathbf{H}$  и  $\Delta \mathbf{H}$  это только пожелания математиков для физики реальных процессов. При этом мы имеем ноль по математике, что в физике означает исчезновение в ноль, а это чудо, так как ни один объект мироздания не может выйти или войти в замкнутую систему

Мироздания, поделённую на две глобальные противоположности. С отсутствием обнуления физики столкнулись при аннигиляции электрона и позитрона, когда разница знаков у зарядов дало не ноль, а фотоны с суммой энергий от электрона и позитрона. Кроме того, обнуления нет и при интерференции электромагнитных волн, так как вычитание электромагнитных волн не даёт обнуление, так как есть

дальнейшее распространение волны, а это может происходить только при переходе взаимодействия по замкнутому циклу с преобразованиями между противоположностями. Соответственно с этим должно быть решение этого парадокса с исключением обнуления. Понятно, что, так как в физике нуля как такового нет, то это означает, изменение, связанное с ротором, должно противодействовать замкнутости по первому ротору, а это возможно только в том случае, когда мы имеем превращение единого замкнутого объекта в противоположное незамкнутое представление, при котором изменение в пространстве означает изменение по времени. Иными словами, первоначальный ротор по пространству должен преобразовываться в уравнение непрерывности (замкнутость по оставшейся проекции по координате длины и проекции по времени) или в подобное уравнение. В противном случае мы не имеем изменений с наличием преобразований, а значит, и нет самого воздействия. Однако в силу того, что мы имеем одинаковые компоненты по величине (это закон сохранения количества), то разница, исходя из наличия в мироздании противоположностей, может быть представлена в виде атрибута мнимой единицы ( $i=(-1)^{1/2}$ ). Исключить мнимую единицу при преобразовании (дифференцировании или интегрировании) мы не можем, так как в этом случае (как это было показано в [1, с. 6-42]), мы не будем иметь при переходе смену закономерностей, а значит и наличие самих противоположностей с их отличием друг от друга. Собственно, и здесь мы не первоходцы, нечто подобное сделали

$$\begin{aligned}
 1/\mu_0 \text{rotrot}(A) &= \varepsilon_0 \partial(-i\nabla\Phi - \partial A/\partial t)/\partial t + j_{\text{э.ст}}; \\
 \text{rotrot}(A) + \mu_0 \varepsilon_0 \partial^2 A/\partial t^2 &= -\mu_0 \varepsilon_0 \nabla(\partial\Phi/\partial t) + \mu_0 j_{\text{э.ст}}; \\
 i\text{grad}(\text{div}A) - \nabla^2 A + 1/c^2 \partial^2 A/\partial t^2 &= \text{grad}(-i/c^2 \partial\Phi/\partial t + \mu_0 j_{\text{э.ст}}); \\
 \nabla^2 A - 1/c^2 \partial^2 A/\partial t^2 &= i\text{grad}(1/c^2 \partial\Phi/\partial t + \text{div}A) - \mu_0 j_{\text{э.ст}}; \\
 1/c^2 \partial\Phi/\partial t + \text{div}A &= 0; \\
 \nabla^2 A - 1/c^2 \partial^2 A/\partial t^2 &= -\mu_0 j_{\text{э.ст}} = i\mu_0 c\rho_{\text{э.ст}}, 
 \end{aligned} \tag{105}$$

Соответственно мы имеем преобразования электромагнитных составляющих в волновые

$$\begin{aligned}
 \text{rotrot } \mathbf{H} &= \partial(\varepsilon_0 \text{rot} \mathbf{E})/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{E} &= -\mu_0 \partial(\text{rot} \mathbf{H}/\partial t) - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{H} &= -\varepsilon_0 \mu_0 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 - \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{E} &= -\mu_0 \varepsilon_0 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 - \mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 i\text{graddiv} \mathbf{H} - \nabla^2 \mathbf{H} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= -\varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 i\text{graddiv} \mathbf{E} - \nabla^2 \mathbf{E} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= -\mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 -\nabla^2 \mathbf{H} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= -(i/\mu_0) \text{grad} \rho_{\text{м.ст}} - \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 -\nabla^2 \mathbf{E} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= -(i/\varepsilon_0) \text{grad} \rho_{\text{э.ст}} - \mu_0 \partial j_{\text{ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 \nabla^2 \mathbf{H} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= (i/\mu_0) \text{grad} \rho_{\text{м.ст}} + \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \nabla^2 \mathbf{E} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= (i/\varepsilon_0) \text{grad} \rho_{\text{э.ст}} + \mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{м.ст}}),
 \end{aligned} \tag{106}$$

физики в квантовой механике сделав приравнивание  $r=ict$  [30, с. 317] при рассмотрении дифференциальных компонент векторных потенциалов с представлением электромагнитного поля, вместо  $r=ct$  по геометрии Минковского [2, с. 225-226], которое отображает статику длины и времени по СТО и ОТО Эйнштейна через закономерности. Фактически это можно рассматривать как смену системы наблюдения со сменой динамики на статику и наоборот, где вычитание в одной противоположности одинаковых членов с обнулением, рассматривается в противоположности как наличие двух противоположных объектов. Иное бы исключало наличие противоположных систем наблюдения и понятно, что обнуление в обеих противоположностях не могло бы дать дальнейшего распространения волны при интерференции.

В итоге, исходя из практики наблюдаемых процессов, уравнение (98) с учётом преобразования  $\mathbf{F}$  в иное представление за счёт изменения самих операций по взаимодействию в соответствующей системе наблюдения должно иметь вид:

$$\text{rotrot} \mathbf{F} = i\text{grad}(\text{div} \mathbf{F}) - \nabla^2 \mathbf{F}, \tag{104}$$

Иными словами, слева от знака равенства одна система наблюдения, которая равняется нулю, а справа от знака равенства противоположная система наблюдения с отсутствием обнуления. Как было показано нами в [31, с. 5-37], в этом случае с учётом калибровки Лоренца (72), мы имеем волновое уравнение в зависимости от тока смещения в виде:

$$\begin{aligned}
 \text{rotrot } \mathbf{H} &= \partial(\varepsilon_0 \text{rot} \mathbf{E})/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{E} &= -\mu_0 \partial(\text{rot} \mathbf{H}/\partial t) - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{H} &= -\varepsilon_0 \mu_0 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 - \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \text{rotrot } \mathbf{E} &= -\mu_0 \varepsilon_0 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 - \mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 i\text{graddiv} \mathbf{H} - \nabla^2 \mathbf{H} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= -\varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 i\text{graddiv} \mathbf{E} - \nabla^2 \mathbf{E} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= -\mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 -\nabla^2 \mathbf{H} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= -(i/\mu_0) \text{grad} \rho_{\text{м.ст}} - \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 -\nabla^2 \mathbf{E} + 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= -(i/\varepsilon_0) \text{grad} \rho_{\text{э.ст}} - \mu_0 \partial j_{\text{ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{м.ст}}), \\
 \nabla^2 \mathbf{H} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H}/\partial t^2 &= (i/\mu_0) \text{grad} \rho_{\text{м.ст}} + \varepsilon_0 \partial j_{\text{м.ст}}/\partial t - \text{rot}(j_{\text{э.ст}}), \\
 \nabla^2 \mathbf{E} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E}/\partial t^2 &= (i/\varepsilon_0) \text{grad} \rho_{\text{э.ст}} + \mu_0 \partial j_{\text{э.ст}}/\partial t + \text{rot}(j_{\text{м.ст}}),
 \end{aligned} \tag{106}$$

уравнения в виде:

С переходом от сторонних зарядов на сторонние токи по (96) имеем:

$$\begin{aligned}\nabla^2 \mathbf{H} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{H} / \partial t^2 &= \epsilon_0 c \text{grad}(j_{\text{M,ct}}) + \epsilon_0 \partial j_{\text{M,ct}} / \partial t - \text{rot}(j_{\text{E,ct}}), \\ \nabla^2 \mathbf{E} - 1/c^2 \partial^2 \mathbf{E} / \partial t^2 &= \mu_0 c \text{grad}(j_{\text{E,ct}}) + \mu_0 \partial j_{\text{E,ct}} / \partial t + \text{rot}(j_{\text{M,ct}}),\end{aligned}\quad (107)$$

Собственно, это означает, что волновые процессы в одной противоположности образуются за счёт сочетания, с взаимодействием через сложение и вычитание, замкнутого и разомкнутого движения в другой противоположности. Отметим, что, не надо думать, что это всё

$$\begin{aligned}\nabla^2 \dot{\mathbf{E}} + k^2 \dot{\mathbf{E}} &= -\dot{\mathbf{M}}^{\text{e}}, \quad \nabla^2 \dot{\mathbf{H}} + k^2 \dot{\mathbf{H}} = -\dot{\mathbf{M}}^{\text{m}}, \\ -\dot{\mathbf{M}}^{\text{e}} &= -i\omega \mu_0 \mathbf{j}^{\text{e-ct}} + 1/(i\omega \epsilon_0) \text{grad div} \mathbf{j}^{\text{e-ct}} - \text{rot} \mathbf{j}^{\text{M-ct}}, \\ -\dot{\mathbf{M}}^{\text{m}} &= -i\omega \epsilon_0 \mathbf{j}^{\text{M-ct}} + 1/(i\omega \mu_0) \text{grad div} \mathbf{j}^{\text{M-ct}} + \text{rot} \mathbf{j}^{\text{e-ct}},\end{aligned}\quad (108)$$

Идентичность преобразований мы показали в [7, с. 9-45].

Теперь необходимо показать какие реальные объекты отражают усовершенствованные уравнения Максвелла. С этой целью вернёмся к системе уравнений Дирака (37), которая по мнению физиков служит для описания электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино).

На основании логики при аннигиляции с учётом распада и превращении массы покоя в

$$\begin{aligned}i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 - c\hbar \frac{\partial}{\partial y} \Psi_1 + i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \Psi_4 - i\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_4 &= 0; \\ i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_2 + c\hbar \frac{\partial}{\partial y} \Psi_2 + i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \Psi_3 - i\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_3 &= 0; \\ i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_3 - c\hbar \frac{\partial}{\partial y} \Psi_3 + i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \Psi_2 - i\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_2 &= 0; \\ i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_4 - c\hbar \frac{\partial}{\partial y} \Psi_4 + i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \Psi_1 - i\hbar \frac{\partial}{\partial z} \Psi_1 &= 0,\end{aligned}\quad (109)$$

Суть преобразования в том, что, член производной по координате ( $y$ ) в первом уравнении (37) в виде  $\frac{\partial}{\partial y} \Psi_4$  переставляется с членом производной из четвёртого уравнения  $-\frac{\partial}{\partial y} \Psi_1$ . Аналогичная замена и в других уравнениях с учётом получения уравнения непрерывности в соответствии с усовершенствованными уравнениями Максвелла. При этом произошла смена знаков (иное бы противоречило наличию самих преобразований). Далее при преобразовании у нас значение  $-\frac{\partial}{\partial z} \Psi_4$  во втором уравнении замещает член  $\frac{\partial}{\partial z} \Psi_3$  в первом уравнении. Однако, с учётом перестановки, член  $\frac{\partial}{\partial z} \Psi_3$ , переходит из первого уравнения во второе уравнение с наличием смены знака в виде  $-\frac{\partial}{\partial z} \Psi_3$ . Суть смены знака при перестановке относительно  $\Psi_3$  связана с тем, что нейтрино и антинейтрино, которые отображаются в первом и втором уравнениях, должны иметь помимо представления в виде разомкнутой составляющей через уравнение непрерывности, и замкнутую

наши придумки, аналогичный вид был получен только в комплексном виде на основе векторных потенциалов и сторонних токов с взятием производной по времени в классической электродинамике [32, с. 40]:

электромагнитные волны и с учётом того, что волновые свойства электромагнитной волны следуют из уравнений Максвелла, мы должны при преобразовании иметь изменения в системе (37). Так как для электромагнитной волны на основании использования обычных уравнений Максвелла используются две функции, отображающие напряжённости электрического и магнитного поля, то с учётом замены функций в системе (37) с трёх до двух, имеем независимые уравнения:

составляющую в виде ротора. Иначе нет отображения распада в реальных объектах, и просто перестановка членов не даёт преобразований. Отсюда, с одной стороны, прямое замещение функций с перестановкой через  $\Psi_4$  от второго уравнения в первое уравнение. С другой стороны, при обратной перестановке  $\Psi_3$  из первого уравнения во второе уравнение, в системе (37), должно происходить со сменой знака через  $-\Psi_3$ , что, собственно, отражает закон противодействия на действие, как это есть для взаимодействия по уравнениям Максвелла для электрических и магнитных компонент. Аналогичную перестановку по координате ( $z$ ) мы имеем и для третьего и четвёртого уравнения. Это означает, что переход от свойств частицы к электронным и мюонным нейтрино (антинейтрино) связан не только с перестановкой и замещением членов в уравнениях с учётом закона сохранения количества, но и с изменением знака по одной из координат пространства. Собственно смена знака означает изменения в первоначальном взаимодействии, с

отображением в ином виде за счёт смены закономерностей при соблюдении закона сохранения количества. Сокращение функций до двух ( $\Psi_1$  и  $\Psi_2$ , или  $\Psi_3$  и  $\Psi_4$ ) означает отсутствие связи через массу покоя, а наличие двух функций в уравнении характеризует необходимость

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}\Psi_1 + i c \frac{\partial}{\partial y}\Psi_1 + c \frac{\partial}{\partial x}\Psi_4 - c \frac{\partial}{\partial z}\Psi_4 &= 0; \\ \frac{\partial}{\partial t}\Psi_2 - i c \frac{\partial}{\partial y}\Psi_2 + c \frac{\partial}{\partial x}\Psi_3 - c \frac{\partial}{\partial z}\Psi_3 &= 0; \\ \frac{\partial}{\partial t}\Psi_3 + i c \frac{\partial}{\partial y}\Psi_3 + c \frac{\partial}{\partial x}\Psi_2 - c \frac{\partial}{\partial z}\Psi_2 &= 0; \\ \frac{\partial}{\partial t}\Psi_4 - i c \frac{\partial}{\partial y}\Psi_3 + c \frac{\partial}{\partial x}\Psi_1 - c \frac{\partial}{\partial z}\Psi_1 &= 0, \end{aligned} \quad (110)$$

Иными словами, мы имеем четыре независимых уравнения, причём первое и третье уравнения, а также второе и четвёртое уравнение идентичны по виду и отличаются только обозначениями через функции  $\Psi$ . При отсутствии взаимодействия их обнаружить в среде было бы невозможно. Именно поэтому, по мнению физиков, функции Луи де Бройля  $\Psi$  могут иметь скорость превышающую скорость света. В этом есть парадокс в системе уравнений Дирака, так как в силу отсутствия связи с окружающей средой изменения в функциях  $\Psi$  касаются лишь свойств движущейся частицы через

наличия в объекте противоположностей. Сократив на постоянную Планка  $\hbar$ , (по математике этот коэффициент не влияет на результат) и умножив на  $(-i)$ , что означает переход в противоположную систему наблюдения за счёт преобразования, мы получим:

$$\begin{aligned} \Psi_1 = \epsilon_0 E, \quad c\Psi_4 = H = cE, \\ \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} E_y + i \epsilon_0 c \frac{\partial}{\partial y} E_t + \frac{\partial}{\partial x} H_z - c \frac{\partial}{\partial z} H_x &= 0; \\ \Psi_3 = \mu_0 H = E/(c\epsilon_0), \quad \Psi_2 = E/c, \\ \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} H_y + i \mu_0 c \frac{\partial}{\partial y} H_t + \frac{\partial}{\partial x} E_z - c \frac{\partial}{\partial z} E_x &= 0, \end{aligned} \quad (111)$$

Иными словами, мы получаем физические аналоги реализаций функций  $\Psi_1$  и  $\Psi_4$ , а также  $\Psi_3$  и  $\Psi_2$ , выраженных через реальные электромагнитные составляющие по (93) с учётом констант электрической и магнитной проницаемости, то есть состояния среды. Это означает, что усовершенствованные уравнения Максвелла отражают реальные объекты в виде электронных и мюонных нейтрино и антинейтрино.

Соответственно, так как виды уравнений для электромагнитных составляющих и векторных потенциалов совпадают, то в обеих противоположностях мы имеем выражение в виде электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино) в одном случае через электромагнитные составляющие, а в другом случае через векторные потенциалы. В противном варианте при нарушении симметрии представления мы бы не имели закон сохранения количества, то

аргументы от её энергии и импульсов по координатам. Для решения парадокса остаётся предположить, что функции  $\Psi$  должны быть связаны с электромагнитными функциями с учётом известных законов физики по электродинамике. В противном случае мы имеем разрыв в преобразованиях, а это равносильно чуду. Следовательно, если исходить из усовершенствованных уравнений Максвелла (93), то для получения идентичности с (110) для первого и третьего уравнений мы можем выразить функции  $\Psi$  следующим образом:

есть пришли бы к чудесам. Таким образом мы получили, что электронные и мюонные нейтрино (антинейтрино) определяются на основе усовершенствования уравнений Максвелла, а волновые электромагнитные процессы связаны с изменениями этих электронных и мюонных нейтрино при взаимодействии с учётом параметров среды распространения. Для окончательного получения логического смысла усовершенствованных уравнений Максвелла осталось выразить константы электрической и магнитной проницаемости с подчинением общей формуле мироздания (1) с учётом преобразований Лоренца – Минковского, так как никаких иных зависимостей в пространстве и времени не наблюдается.

С этой целью мы попытаемся объяснить необходимость первоначальной формулы, используемой в электродинамике по связи магнитных и электрических полей вида [16, с. 46]:

$$\begin{aligned} B &= \mu_0 H, \\ D &= \varepsilon_0 E, \\ \mu_0 \varepsilon_0 &= 1/c^2, \end{aligned} \tag{112}$$

Здесь  $\mu_0$  и  $\varepsilon_0$  константы магнитной и электрической проницаемости окружающей среды. При этом, в классической электродинамике в системе измерения СИ используется формула для вычисления волнового сопротивления среды в виде [33, с. 299]:

$$E_m/H_m = (\mu_0/\varepsilon_0)^{1/2} = 120\pi \approx 377, \tag{113}$$

Следует отметить, что для системы измерения СГС ( $\mu_0 = 1; \varepsilon_0 = 1$ ) вообще нет отличий между  $E$  и  $H$  в окружающей среде (вакууме) и таким образом вакуум соответствует геометрии Эвклида. В системе СИ электрическая ( $E$ ) и магнитная ( $H$ ) составляющая волны в среде распространения отличаются друг от друга только количественно, и не являются противоположностями, как, например, длина и время, которые связаны по теории Минковского [2, с. 225-226] через скорость света ( $r=ct$ ). Но, если отличия только количественные, то это означает, что и законы физики должны быть одинаковые, чего на практике не наблюдается, так как нет никаких магнитных зарядов в пространстве, которые физики безуспешно ищут. Кроме того, отсутствие отличий между электрическими и магнитными составляющими исключает и взаимодействие, что соответствует противоположностям, так как для величин, отличающихся только количественно происходит ассоциативное сложение или вычитание (принцип суперпозиции). Это означает

$$\begin{aligned} \mu_0 &= 1/(cu) = 1/[c(c^2 - v_{np}^2)^{1/2}]; \\ \varepsilon_0 &= u/c = (1 - v_{np}^2/c^2); \\ \mu_0 \varepsilon_0 &= 1/c^2, \end{aligned} \tag{114}$$

Так как, в силу симметрии противоположностей при законе сохранения количества, законы в противоположностях также аналогичны (иное даёт неравенство и исчезновение одной из противоположностей), то в силу того, что никем не придумано описания пространства и времени иначе, чем через пространственно-временное искривление, следует признать, что константы электрической и магнитной проницаемости связаны со скоростью ( $v_{np}$ ) в соответствии с ОТО Эйнштейна и вид этих констант должен иметь разное представление (иное опять приводит к однородности). То есть, в этом случае константы электрической и магнитной проницаемости не имеют подобный вид, а это даёт их представление как противоположностей, и при этом они отличаются на

парадокс, и отсюда следует, что должна быть иная интерпретация констант электрической и магнитной проницаемости, при которой мы имели представление электрических и магнитных составляющих как противоположностей.

Выше мы показали, что электрическая и магнитная проницаемости, единственные параметры среды распространения, и с учётом того, что изменение значений сторонних токов и зарядов должно подчиняться преобразованиям Лоренца – Минковского, для выполнения закона сохранения количества, то отсюда константы электрической и магнитной проницаемости должны отражаться также через преобразования Лоренца -Минковского в соответствии с ОТО Эйнштейна. Иными словами, движение в противоположности, выраженное через кинетическую энергию, в нашей системе наблюдения представляется через пространственно-временное искривление (потенциальную энергию) с отображением через константы электрической и магнитной проницаемости, так как системы наблюдения отличаются на скорость света и покой в одной означает движение в другой.

Собственно иное представление исключало бы связь этих констант с нашим Мирозданием.

Отсюда имеем формулы для констант магнитной и электрической проницаемости в виде:

значение  $c^2$ . Понятно, что наличие констант электрической и магнитной проницаемости в окружающей среде должно определять и соответствующие параметры частиц в Мироздании, так как взаимодействие частиц происходит именно через параметры окружающей среды. Однако так как нет зависимости констант электрической и магнитной проницаемости в среде распространения от конкретных частиц, то следует предположить, что при определении величин констант электрической и магнитной проницаемости мы должны опираться на общий закон взаимодействия противоположностей, который характеризует обменный процесс между противоположностями. Выше мы показали, что в среде распространения под воздействием констант электрической и магнитной проницаемости происходит

формирование волновых процессов электромагнитного излучения. При этом в квантовой механике было показано, что между поглощением и излучением в среде распространения существует термодинамическое равновесие с получением формулы Планка для замкнутой системы, с исключением варианта «ультрафиолетовой катастрофы», и использованием закона Больцмана вида [34, с. 28]:

$$e^{-x}/(1 - e^{-x}) = 1/(e^x - 1), \quad (115)$$

По сути, это детерминированный закон связи между распадом в одной противоположности, и синтезом в другой противоположности, по замкнутому циклу обмена, причём без наличия вероятностей испускания и поглощения. В итоге нам следует выразить константы магнитной и электрической проницаемости через усреднённое (интегральное) движение частиц, со скоростью (кинетической энергией) в противоположной системе наблюдения  $v_t = v_{\text{пр}}$ , связанной с нашей системой наблюдения через скорость света. Усреднённое интегральное значение кинетической энергии от противоположности говорит о том, что любая частица в одной противоположности связана с взаимодействием и всеми частицами в другой противоположности через среду распространения. Понятно, что в этом случае среда распространения должна характеризовать и сами частицы взаимодействия исходя из обмена. В этом случае устойчивый обмен между частицами без распада мы получаем с учётом максимума энергии излучения по формуле Планка при коэффициенте 4,965 [35, с. 31]. Соответственно в силу того, что кинетическая энергия в одной противоположности представляется потенциальной энергией в другой противоположности, и наоборот, то противоположные частицы имеют отношение в разнице массы, исходя из констант электрической и магнитной проницаемости в соответствии с (114) и волнового сопротивления. Здесь мы учитываем, что в отличие от системы СИ по формуле (113) у нас отношение  $(\mu_0/\epsilon_0)^{1/2} = 120\pi/c$ , а не просто число  $120\pi$  [33, с. 299]. В итоге выше была получена формула отношения масс протона и электрона:

$$m_p/m_0 = 4,965 \times (\mu_0/\epsilon_0)^{1/2} m_0/m_0 = 1871, \quad (116)$$

Некоторое небольшое отличие от практики (1836,1) в числовом значении есть, и оно связано с тем, что наши расчёты выполнены для более общего случая с делением только на протон и электрон. Кроме того, при динамике обмена обязательно должна быть энергия с

соответствующей массой для излучения. **Таким образом наша теория позволяет определить и разницу масс между протоном и электроном на основе СТО и ОТО Эйнштейна.**

Следовательно, мы видим, что при определении законов физики за счёт элементарной логики на основе общей формулы мироздания (1), мы получили объяснение электронным и мюонным нейтрино (антинейтрино) и их преобразованию в электромагнитные волны. Отсюда следуют выводы:

1. Из общего закона мироздания формируются практические уравнения для энергии Эйнштейна, а также преобразования Лоренца – Минковского с получением пространственно-временного искривления.

2. Ошибка с попыткой обосновать наличие эфира и «эфирного ветра» связана с тем, что пространственно-временное искривление рассматривалось не как взаимодействие объектов мироздания путём обмена со скоростью света. При этом сами объекты для обмена представлялись виртуальными фотонами и гравитонами, которые вероятно возникают и исчезают в так называемом вакууме.

3. Хотя Дирак и использовал для получения своей системы уравнений с переходом от волновых свойств к корпускулярным детерминированное уравнение энергии Эйнштейна, но в качестве волновой функции он использовал функцию Луи де Броиля, которая по мнению физиков должна была отражать вероятностные свойства и иметь распространение с фазовой скоростью, превышающей скорость света. Это эквивалентно чудесам.

4. Система уравнений Дирака не имела связи с окружающей средой распространения на основе констант электрической и магнитной проницаемости и поэтому не могла описать аннигиляцию электрона с позитроном с превращением в фотоны, волновые свойства которых следовали из уравнений Максвелла.

5. Сами обычные уравнения Максвелла также не могли описывать корпускулярные свойства и тем самым отрицали необходимость корпускулярно-волнового дуализма.

6. В соответствии с задачей исключения указанных парадоксов было показано, каким образом на основе логики надо усовершенствовать уравнения Максвелла, чтобы привести их к виду соответствующему электронным и мюонным нейтрино (антинейтрино) и обеспечить получение электромагнитной волны.

7. Векторные потенциалы и электромагнитные составляющие в силу симметричности отражают одни и те же законы физики, но в противоположностях и динамика взаимодействия одних составляющих в одной противоположности рассматривается как статика корпускулярных свойств в другой противоположности.

8. Константы электрической и магнитной проницаемости с учётом нашей теории приобретают логику соответствия общей формуле мироздания и законам физики с учётом преобразований Лоренца-Минковского.

9. На основании нового вида представления констант электрической и магнитной проницаемости с учётом величины пика излучения по уравнению Планка удается вычислить значение отношения масс протона к массе электрона без использования неких кварков и глюонов.

10. Условие относительности представления электрических и магнитных полей от системы наблюдения (электромагнитный континуум), с зависимостью плотности противоположных зарядов от подчинения преобразованиям Лоренца, определяет представление противоположных зарядов как объектов длины и времени. В среде распространения это выражается через константы электрической и магнитной проницаемости (они и отражают эти самые объекты длины и времени), так как сами заряды не входят в уравнение энергии Эйнштейна, а значит не могут обладать воздействием.

Следует отметить, что все использованные методы преобразования и уравнений давно известны в классической электродинамике, требовалось лишь показать логику данных преобразований и уравнений с исключением объяснений через чудеса (например, проникновения через потенциальный барьер – телепортацию). Полученная логика позволила также объяснить с научной точки зрения разницу масс между протоном и электроном без наличия кварков и глюонов, а также объяснила переход от электронных и мюонных нейтрино (антинейтрино) к электромагнитным волнам. Кроме того, было получено научное объяснение происхождения констант электрической и магнитной проницаемости. Это составляет несомненную научную ценность данной предлагаемой теории и статьи.

## Литература

1. Рысин А.В. Вывод законов мироздания на основе элементарной логики отсутствия чудес. // Актуальные исследования. – 2025. – № 40 (275). – Часть 1. – С. 6-42.
2. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 225-226.
3. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 210.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 199.
5. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 201.
6. Штоф В., М'Боу А.-М., Кляре Г. и др., под редакцией Тредера Г.Ю. «Проблемы физики: классика и современность». – М: Мир. 1982 г. С. 134.
7. Рысин А.В. Развитие электродинамики и физики на основе теории Мироздания. Часть 9. Подгонки под результат в квантовой механике и физике. Часть 14 // Актуальные исследования. – 2025. – № 34 (269). – Часть 1. – С. 9-45.
8. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 295-296.
9. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 298.
10. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 31.
11. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 1979. – С. 277.
12. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 355.
13. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 216.
14. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 291.
15. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – Москва: Наука, 1979. – С. 62.
16. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 46.
17. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 28.
18. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 349.
19. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 44.
20. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике Т. 6:

- Электродинамика. – Москва: Мир, 1977. – С. 271.
21. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 118.
  22. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике т. 6: Электродинамика. – Москва: Мир, 1977. – С. 165.
  23. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – Москва: Советское радио, 1979. – С. 34.
  24. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 300.
  25. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – Москва: Наука, 1989. – С. 119.
  26. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. – Москва: изд. «Связь» 1978. – С. 118.
  27. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике Т. 5: Электричество и магнетизм. – Москва: Мир, 1977. – С. 273.
  28. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – Москва: Советское радио, 1979. – С. 39.
  29. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. – Москва: Высш. шк., 1980. – С. 117.
  30. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1979. – С. 317.
  31. Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачев В.Н., Селютин А.В. Развитие электродинамики и физики на основе теории Мироздания. Часть 1. // Актуальные исследования. – 2024. – № 36 (218). – Ч. 1. – С. 5-37.
  32. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Советское радио, 1979. – С. 40.
  33. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2 – Москва: Наука, 1978. – С. 299.
  34. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 1979. – С. 28.
  35. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. – М.: Наука, 1979. – С. 31.

**RYSIN Andrey Vladimirovich**

Radio Engineer, ANO "NTIC "Techcom", Russia, Moscow

## THE DERIVATION OF THE LAWS OF PHYSICS BASED ON THE GENERAL FORMULA OF THE UNIVERSE

**Abstract.** The relevance of this article is determined by the fact that in modern physics the laws obtained in practice are perceived as postulates. This has led modern physics to a dead end with explaining physical phenomena through teleportation, gravitons, dark energy, virtual particles, nuclear forces, the Heisenberg uncertainty relation, etc. Therefore, it became necessary to derive the laws of physics from elementary logic without presenting them as postulates.

**Keywords:** Einstein's SRT and GRT, Huygens–Fresnel principle, Dirac system of equations, improved Maxwell equations, D'Alembert equation.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЕРИМБЕТ Алтаев Коптлеуович

машинист подъемника, ТОО «Фрак Джет», Казахстан, г. Кызылорда

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕРВАЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФАКТОРОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема повышения надёжности промышленного оборудования при отсутствии систем онлайн-мониторинга. Обоснована необходимость корректировки нормативных интервалов технического обслуживания с учётом реальных условий эксплуатации, таких как климатические факторы, интенсивность нагрузки, физический износ и качество проведённого обслуживания. Предложен коэффициентный метод определения оптимального интервала обслуживания, основанный на анализе эксплуатационных данных и статистики отказов. Проведена апробация модели на примере механического и энергетического оборудования, показавшая повышение средней наработки на отказ на 15–25% и снижение эксплуатационных затрат до 15%. Разработанный подход обеспечивает баланс между простотой реализации и достоверностью прогнозирования ресурса оборудования и может быть использован предприятиями с ограниченной цифровизацией для адаптации графиков технического обслуживания к фактическим условиям работы.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, надёжность оборудования, эксплуатационные факторы, коэффициентная модель, оптимизация интервалов, ресурс оборудования, отказ, производственная эффективность.

### Введение

Современное промышленное оборудование функционирует в условиях высокой нагрузки и воздействия множества внешних факторов, влияющих на его надёжность и долговечность. Во многих отраслях, особенно добывающих и перерабатывающих, техника эксплуатируется при ограниченной автоматизации и отсутствии систем онлайн-мониторинга, что делает выбор интервалов технического обслуживания ключевым элементом обеспечения устойчивой работы.

Традиционные методы планово-предупредительного обслуживания (ППР), основанные на фиксированных регламентах, не отражают реальные условия эксплуатации. Это приводит либо к преждевременным профилактическим операциям, либо к запоздалым вмешательствам после отказов, увеличивая простои и эксплуатационные расходы. Проблема особенно выражена при эксплуатации оборудования в экстремальных климатических условиях – при высокой температуре, запылённости, колебаниях влажности и нестабильном качестве топлива.

В то время как адаптивные системы обслуживания активно развиваются, их внедрение требует развитой сенсорной инфраструктуры и высоких затрат, что ограничивает применение таких решений в промышленности с устаревшей техникой. Следовательно, возникает необходимость в упрощённом, но научно обоснованном подходе, который учитывает реальные эксплуатационные факторы без применения сложных цифровых систем.

Цель данного исследования – разработка принципов оптимизации интервалов технического обслуживания оборудования с учётом влияния факторов среды и режима эксплуатации, обеспечивающих повышение надёжности и снижение затрат при отсутствии онлайн-мониторинга.

### Обзор существующих подходов

Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования традиционно развиваются в направлении повышения надёжности и снижения эксплуатационных затрат. Наиболее распространённым остаётся планово-предупредительный подход (ППР), основанный на фиксированных интервалах

обслуживания, установленных заводом-изготавителем или отраслевыми нормами. Его преимущество – простота и предсказуемость, однако он не учитывает реальные условия эксплуатации, что приводит к преждевременным или запоздалым вмешательствам, увеличивая простой и расходы [2].

В ответ на эти ограничения были разработаны более гибкие концепции – Reliability-Centered Maintenance (RCM) и Condition-Based Maintenance (CBM). Первая ориентируется на приоритетность узлов по степени их влияния на общую работоспособность, вторая – на проведение обслуживания по фактическому состоянию оборудования. В условиях развитой цифровой инфраструктуры такие подходы обеспечивают высокий уровень предсказуемости отказов и рациональное использование ресурсов.

Однако их внедрение требует постоянного мониторинга, сенсорных систем, специализированного программного обеспечения и квалифицированного персонала. Для предприятий с устаревшей техникой или в сложных климатических условиях эти модели оказываются экономически и технически избыточными. Поэтому на практике нередко сохраняется классический ППР, который не отражает индивидуальные особенности эксплуатации.

В последнее десятилетие усилилось внимание к промежуточным решениям, сочетающим простоту ППР с элементами адаптивности. Наиболее перспективным направлением считается использование коэффициентных моделей корректировки интервалов обслуживания, учитывающих влияние среды, нагрузки и возраста оборудования. Такие модели не требуют сложного мониторинга и применимы в полевых условиях, однако остаются недостаточно апробированными, что обуславливает необходимость их дальнейшего научного и практического развития [4].

### **Методика исследования**

Предлагаемая методика направлена на определение оптимального интервала технического обслуживания оборудования с учётом совокупного влияния эксплуатационных факторов, без необходимости использования систем онлайн-мониторинга. Основной принцип заключается в коррекции нормативного интервала обслуживания через систему коэффициентов, отражающих реальные условия функционирования оборудования. Такой подход позволяет учесть климатическую специфику,

интенсивность нагрузки, физический износ узлов и качество проведённого обслуживания.

В основе методики лежит предположение, что фактический ресурс оборудования подвержен нелинейному влиянию нескольких факторов, при этом совокупный эффект можно выразить через произведение корректирующих коэффициентов. Для каждого типа оборудования определяется базовый интервал обслуживания  $T_{base}$ , установленный производителем. Далее этот интервал адаптируется под конкретные условия эксплуатации по формуле:

$$T_{opt} = T_{base} \times k_{env} \times k_{load} \times k_{age} \times k_{maint}, \quad (1)$$

Где:

$k_{env}$  – коэффициент влияния климатических факторов (температура, запылённость, влажность);

$k_{load}$  – коэффициент эксплуатационной нагрузки (режим работы, частота циклов, перегрузки);

$k_{age}$  – коэффициент физического износа и наработки оборудования;

$k_{maint}$  – коэффициент качества и своевременности предыдущего обслуживания.

Каждый коэффициент принимает значение в диапазоне 0,7–1,2, что отражает ухудшение или улучшение условий работы относительно нормативных. Например, при эксплуатации компрессора при повышенной температуре воздуха и пылевой нагрузке значение  $k_{env}$  снижается до 0,85, а при стабильных условиях и регулярной очистке фильтров повышается до 1,0–1,1. В совокупности эти параметры формируют динамический интервал обслуживания, отражающий реальное состояние объекта.

Калибровка коэффициентов проводится на основе анализа эксплуатационных журналов, статистики отказов и данных технических осмотров за период не менее 12 месяцев. Для оценки корректности модели применяется показатель среднеквадратического отклонения между фактическим временем до отказа и расчётным значением ресурса. При необходимости проводится корректировка весов коэффициентов по результатам регрессионного анализа [1].

Для апробации методики были использованы данные о техническом состоянии оборудования на нескольких производственных площадках, включающих механические редукторы, насосные агрегаты и дизельные установки. Анализ показал, что изменение эксплуатационной нагрузки и внешней температуры приводит к варьированию оптимального

интервала ТО в пределах  $\pm 30\%$  относительно нормативного значения. Например, для насосной установки с базовым интервалом 500 часов, при высоких пылевых нагрузках ( $k_{env} = 0.8$ ) и повышенной интенсивности работы ( $k_{load} = 0.9$ ), расчётное значение  $T_{opt} = 360$  часов, что совпадает с периодичностью фактических отказов, зафиксированных в производственных отчётах.

Предложенная модель позволяет с достаточной точностью адаптировать интервалы обслуживания без необходимости сложной цифровой инфраструктуры. Применение коэффициентного метода обеспечивает баланс между нормативной простотой и практической достоверностью, создавая основу для построения адаптивных графиков технического обслуживания и прогнозирования ресурса оборудования в реальных условиях эксплуатации.

### Результаты и обсуждение

Апробация предложенного подхода выполнена на основе эксплуатационных данных оборудования – редукторов, насосных агрегатов и дизельных установок. Для каждого объекта рассчитаны коэффициенты  $k_{env}$ ,  $k_{load}$ ,  $k_{age}$  и  $k_{maint}$ , отражающие реальные условия эксплуатации. Полученные значения использовались для определения оптимальных интервалов обслуживания, которые сопоставлялись с фактическими показателями наработки на отказ (MTBF).

Среднее отклонение между расчётными и наблюдаемыми значениями составило около 10%, что подтверждает практическую применимость модели. Внедрение адаптивного планирования позволило увеличить среднюю наработку на отказ на 15–25% и снизить частоту внеплановых ремонтов. Совокупные эксплуатационные затраты сократились на 8–15% за счёт уменьшения простоев и более рационального распределения трудозатрат. Повышение коэффициента технической готовности составило в среднем 5–7 процентных пунктов.

Наибольшее влияние на результаты оказал коэффициент  $k_{env}$ , отражающий климатические и пылевые воздействия. Снижение его значения с 1,0 до 0,85 приводило к ускоренному износу фильтров и смазочных систем, требующих более частого обслуживания. Коэффициент  $k_{load}$  показал умеренное, но стабильное влияние, а параметры  $k_{age}$  и  $k_{maint}$  проявили кумулятивный эффект: сочетание старения оборудования и некачественного обслуживания значительно повышает риск отказа [3].

Методика продемонстрировала высокую практическую эффективность при минимальных требованиях к инфраструктуре: все расчёты выполняются на основе эксплуатационных журналов без необходимости внедрения сенсорных систем. Таким образом, предложенный коэффициентный подход обеспечивает баланс между простотой реализации и достоверностью прогнозирования ресурса оборудования, предлагая промежуточное решение между традиционным ППР и цифровыми стратегиями обслуживания.

### Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что использование коэффициентного подхода к определению интервалов технического обслуживания позволяет повысить надёжность и эффективность эксплуатации оборудования без необходимости внедрения дорогостоящих систем мониторинга. Корректировка нормативных интервалов обслуживания с учётом климатических и эксплуатационных факторов обеспечивает более точное соответствие графиков ТО реальным условиям работы и способствует снижению риска преждевременных отказов.

Результаты апробации показали, что применение разработанной методики приводит к увеличению среднего времени наработка на отказ на 15–25%, сокращению внеплановых ремонтов и снижению совокупных эксплуатационных затрат на 8–15%. При этом сам процесс расчёта не требует сложных вычислительных инструментов и может быть реализован в рамках существующих систем учёта и планирования технического обслуживания. Это делает подход особенно перспективным для предприятий, функционирующих в условиях ограниченной цифровизации и высокой климатической нагрузки.

Предложенная модель может рассматриваться как промежуточный этап между традиционными системами планово-предупредительного обслуживания и современными методами обслуживания по состоянию. Её внедрение способствует формированию более гибкой и устойчивой системы управления технической надёжностью, способной адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации.

Дальнейшее развитие исследования целесообразно направить на уточнение весовых коэффициентов влияния факторов среды и нагрузки, расширение статистической базы наблюдений и интеграцию модели с системами

предиктивной аналитики. Это позволит повысить точность прогнозирования ресурса оборудования и создать основу для построения комплексных адаптивных стратегий технического обслуживания в промышленности.

### **Литература**

1. Постникова Е.С., Яроцкая Н.А., Сидоров И.М., Галкин В.И., Цырков А.В. Моделирование и контроль процессов технического обслуживания разрабатываемого изделия // Известия ТулГУ. Технические науки. 2024. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovaniye-i-kontrol-protsessov-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-razrabatyvaemogo-izdeliya> (дата обращения: 24.10.2025).
2. Цыплов Е.А., Хайтов Х.О., Новиков В.А., Глашкина В.С. Основные шаги в техническом обслуживании оборудования //

Форум молодых ученых. 2020. № 10 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-shagi-v-tehnicheskom-obsluzhivanii-oborudovaniya> (дата обращения: 24.10.2025).

3. Клочкова Д.В., Сидняев Н.И. Основные факторы эксплуатационной надежности мощных передающих установок // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 12 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-faktory-ekspluatatsionnoy-nadezhnosti-moschnyh-peredayuschih-ustanovok> (дата обращения: 24.10.2025).

4. Петров Б.М., Уткина О.Н. Модель расчета надежности технических средств серверных нанопроцессорных систем // НиКа. 2010. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-rascheta-nadezhnosti-tehnicheskikh-sredstv-servernyh-nanoprotsessornyh-sistem> (дата обращения: 24.10.2025).

**YERIMBET Altaev Koptleuovich**

Hoist Operator, Frac Jet LLP, Kazakhstan, Kyzylorda

## **OPTIMIZATION OF MAINTENANCE INTERVALS BASED ON EQUIPMENT OPERATING FACTORS**

**Abstract.** The article addresses the problem of improving the reliability of industrial equipment under limited digital monitoring conditions. The study substantiates the need to adjust standard maintenance intervals by considering real operating factors such as climate, load intensity, equipment aging, and service quality. A coefficient-based method for determining the optimal maintenance interval is proposed, derived from operational data and failure statistics. The model was tested on mechanical and power equipment and demonstrated a 15–25% increase in mean time between failures and up to a 15% reduction in operating costs. The proposed approach achieves a balance between implementation simplicity and predictive accuracy and can be applied by enterprises with low levels of digitalization to adapt maintenance schedules to actual operating conditions.

**Keywords:** maintenance, equipment reliability, operating factors, coefficient model, interval optimization, equipment lifetime, failure analysis, industrial efficiency.



10.5281/zenodo.17466545

**МЕЛЬНИКОВ Михаил**  
руководитель, ООО «ГЛОБАЛ ТРЕЙД», Россия, г. Ростов-на-Дону

## ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ: ОПЫТ GLOBAL TRADE

**Аннотация.** В статье рассматривается опыт компании *Global Trade* в области внедрения предпринимательских инноваций в строительной технике и технологии горизонтального направленного бурения (ГНБ). Особое внимание уделяется сочетанию импорта оборудования, локализации сервисных решений, цифровизации и внедрению инновационных технических и управлеченческих практик. Работа опирается на открытые данные компании, отраслевые публикации и исследования в сфере машиностроения и бизнес-инноваций. Рассмотрены примеры внедрения инновационных решений, их технический эффект и экономическая значимость. Также предложена концептуальная модель инновационной экосистемы, позволяющая интегрировать продукт, сервис и цифровые платформы для повышения конкурентоспособности компаний.

**Ключевые слова:** строительная техника, ГНБ, предпринимательские инновации, сервисная модель, цифровизация, *Global Trade*, экосистема, локализация, предпринимательская стратегия.

**С**овременный рынок строительной техники находится в состоянии активной трансформации. Растущие требования к точности, надежности и эффективности эксплуатации оборудования создают необходимость внедрения инноваций не только в конструктивной части машин, но и в бизнес-процессах, сервисной поддержке и управлении данными. Особую роль играют технологии горизонтального направленного бурения, где точность работы и устойчивость оборудования к сложным условиям эксплуатации являются критическими факторами успеха.

Компания *Global Trade* выполняет роль интегратора инновационных решений в России и странах СНГ, сочетая поставки ведущих мировых брендов, локализацию комплектующих, сервисное сопровождение и внедрение цифровых инструментов. Эти меры позволяют компании создавать добавленную ценность для клиентов и повышать надежность работы оборудования на объектах.

Цель статьи заключается в систематическом анализе предпринимательских инноваций компании *Global Trade*, выявлении ключевых направлений технического и сервисного развития, оценке их экономического и эксплуатационного эффекта, а также в формулировании рекомендаций по дальнейшему развитию инновационной стратегии компании.

Предпринимательские инновации представляют собой комплексные изменения, направленные на создание новых продуктов, услуг или моделей взаимодействия с клиентами, инновации могут касаться как конструктивных решений, так и организаций сервисной поддержки, логистики, цифровизации и бизнес-моделей.

В сегменте строительной и ГНБ-техники инновации особенно важны из-за высокой капиталоемкости оборудования, сложных условий эксплуатации и необходимости высокой надежности. Ключевым направлением является интеграция новых технологий и сервисов в бизнес-модель компании, что позволяет не только повысить технические показатели машин, но и создать устойчивое конкурентное преимущество.

В случае *Global Trade* предпринимательские инновации проявляются в нескольких взаимосвязанных аспектах:

- интеграция современных систем локации и навигации для буровых установок;
- адаптация оборудования и материалов под условия эксплуатации в России;
- развитие сервисной сети и мобильных ремонтных групп для обеспечения быстрого реагирования на объекте;

- внедрение цифровых инструментов для мониторинга работы техники и управления данными;

- использование гибких моделей взаимодействия с клиентами, включая аренду и лизинг оборудования.



*Рис. 1. Инновационная экосистема Global Trade*

Каждое из этих направлений связано с уменьшением эксплуатационных рисков, повышением эффективности работы техники и созданием дополнительной ценности для заказчика.

Компания Global Trade позиционирует себя как поставщик и сервисный оператор, обеспечивающий комплексное сопровождение проектов в области горизонтально-направленного бурения (ГНБ), микротоннелирования и других технологий подземного строительства. Отличительной чертой её стратегии является акцент на инновационную адаптацию зарубежного оборудования под российские условия эксплуатации.

Машины для ГНБ и строительного бурения, поставляемые на российский рынок, исходно проектируются с учётом климатических и геологических особенностей стран-производителей. В условиях России техника сталкивается с более экстремальными температурами, перепадами влажности, а также разнообразием почвенных структур, включая обводнённые пески и мерзлые грунты [1]. Компания Global Trade внедряет инженерные решения по модификации систем охлаждения, усилию гидравлики и оптимизации систем смазки, что повышает надёжность установок.

Кроме того, локализация включает адаптацию систем навигации, используемых для контроля траектории бурения. В условиях плотной городской застройки, где активно используются технологии подземной прокладки коммуникаций, точность позиционирования становится ключевым фактором. Для этого применяются усовершенствованные системы локации с многоканальными датчиками и программным обеспечением, позволяющим компенсировать электромагнитные помехи.

Инновации компаний проявляются не только в технике, но и в сервисе. Global Trade

развивает сеть мобильных сервисных центров, которые обеспечивают оперативное обслуживание оборудования непосредственно на строительных объектах. Это сокращает время простоев техники и снижает эксплуатационные издержки.

Применение цифровых платформ для планирования технического обслуживания позволяет прогнозировать износ узлов и агрегатов, что соответствует концепции предиктивного обслуживания. Сбор данных с машин в режиме реального времени обеспечивает возможность построения аналитических моделей, способных прогнозировать вероятность выхода из строя деталей. Такой подход снижает аварийность на объектах и оптимизирует закупки запасных частей.

Особого внимания заслуживает работа компании с буровыми штангами и режущим инструментом. Использование импортных материалов с высокими характеристиками износостойкости дополняется разработкой локальных решений – например, сменных наконечников для буровых головок, адаптированных под почву с высоким содержанием гальки. В сочетании с инновационными технологиями наплавки режущих элементов достигается более длительный срок службы инструмента, что подтверждают данные эксплуатационной практики [1].

Инновационные решения в строительной технике напрямую влияют на себестоимость строительных проектов. Сокращение времени простоев машин, оптимизация расхода бурового инструмента и повышение точности прокладки коммуникаций ведут к уменьшению прямых затрат подрядчиков. Кроме того, минимизация аварийных ситуаций и повторных бурений позволяет существенно снизить косвенные издержки.

В исследовании, опубликованном в журнале «Procedia Engineering», отмечается, что внедрение цифровых и сервисных инноваций в строительной технике способно снизить

эксплуатационные расходы на 15–25% [12]. Подобные результаты подтверждают экономическую целесообразность стратегий, реализуемых компанией Global Trade.

Таблица

### Сравнительный анализ инновационной стратегии

Критерий	Global Trade	Зарубежные компании
Локализация под климат и грунты	Высокая (адаптация систем охлаждения, буровых инструментов)	Средняя, глобальные стандарты
Сервисные решения	Мобильные центры, предиктивное обслуживание	Централизованные сервисные сети
Цифровизация	IoT, аналитика, интеграция с BIM	IoT-платформы и облачные сервисы
Модель взаимодействия	Обучение, аренда, лизинг	В основном продажа и лизинг
Гибкость стратегий	Высокая, адаптация к рынку РФ	Ограниченная адаптация

Стратегия компании выходит за рамки традиционного понимания поставки техники. Она строится вокруг концепции инновационной экосистемы, где ключевыми элементами являются продукт, сервис и цифровая среда.

Продукт – строительная техника и буровой инструмент, адаптированный к российским условиям.

Сервис – мобильное обслуживание, предиктивное планирование ремонтов, обучение операторов.

Цифровая среда – мониторинг техники, аналитика данных, интеграция с проектными системами заказчиков.

Подобная модель экосистемы обеспечивает устойчивое развитие компании, расширение клиентской базы и формирование долгосрочных отношений с подрядчиками.

Эффективность предпринимательских инноваций в строительной технике во многом зависит не только от качества оборудования, но и от способности компании выстраивать грамотную организационную стратегию. Global Trade демонстрирует пример успешной интеграции управленческих инноваций, которые позволяют компании удерживать лидерские позиции на рынке технологий ГНБ.

Ключевым направлением предпринимательской стратегии Global Trade является формирование команды, способной сочетать техническую экспертизу и предпринимательское мышление. Команда должна быть одновременно технологически грамотной и ориентированной на поиск новых решений, такой подход позволяет компании быстро адаптироваться к изменениям в рыночной среде и гибко реагировать на запросы клиентов [3].

Управленческая модель компании базируется на принципах гибкости и децентрализации. Это выражается в передаче значительной части полномочий региональным сервисным центрам, что ускоряет процесс принятия решений. В результате инновационные изменения могут внедряться непосредственно на объектах эксплуатации техники, минуя длительные бюрократические согласования.

Важнейшей частью предпринимательской стратегии Global Trade является трансформация традиционных форм взаимодействия с заказчиками. Вместо классической модели поставки оборудования компания предлагает интегрированные решения: поставку, сервис, обучение персонала и цифровую поддержку.

Особое внимание уделяется обучению операторов строительной техники. Подготовка кадров рассматривается как инновационный инструмент, позволяющий не только снизить количество эксплуатационных ошибок, но и повысить эффективность работы оборудования. По данным Global Trade, программы обучения и аттестации операторов сокращают количество аварийных случаев на объектах на 30–40%.

Кроме того, компания активно внедряет модели аренды и лизинга оборудования. Эти формы позволяют клиентам использовать современные буровые установки и строительную технику без необходимости значительных капитальных вложений, что особенно важно для малого и среднего бизнеса. Таким образом, инновации проявляются не только в технической, но и в финансово-организационной сфере.

Одним из значимых направлений деятельности компании является кооперация с производителями техники и инструментов. Global

Trade выступает посредником между зарубежными машиностроительными корпорациями и российскими подрядчиками, выполняя роль адаптатора и интегратора. Такой подход обеспечивает синергию – клиенты получают лучшее оборудование мирового уровня, но с учётом специфики российских условий эксплуатации.

В исследовании «Journal of Business Research» подчеркивается, что именно такие посреднические компании становятся проводниками инноваций в строительной индустрии, снижая технологические барьеры для подрядчиков [8, с. 44–54]. Опыт Global Trade подтверждает данный тезис, демонстрируя устойчивый рост клиентской базы и расширение спектра сервисных услуг.

С точки зрения предпринимательской практики важно отметить формирование особой корпоративной культуры внутри Global Trade. Компания делает ставку на развитие командного потенциала, стимулируя сотрудников предлагать собственные идеи по улучшению сервисов и процессов. Инновации невозможно внедрять исключительно сверху – они требуют вовлечённости каждого уровня сотрудников [7]. Именно поэтому компания активно развивает внутренние механизмы обмена знаниями, внедряет цифровые платформы для коллективной работы и стимулирует эксперименты с новыми подходами.

Опыт Global Trade показывает, что инновации в строительной технике невозможно рассматривать исключительно в инженерном или финансовом измерении. Это многоуровневый процесс, включающий технические, организационные, кадровые и цифровые аспекты.

Интеграция этих направлений создаёт условия для устойчивого развития компании и обеспечивает её конкурентоспособность на высокотехнологичном рынке строительных услуг. Именно поэтому предпринимательские инновации рассматриваются как ключевой элемент стратегии не только самой компании, но и строительной отрасли в целом.

Современное развитие строительной индустрии невозможно без внедрения цифровых технологий, которые формируют основу новой бизнес-модели. В случае Global Trade цифровизация стала важнейшим элементом предпринимательских инноваций, позволяющим повысить эффективность эксплуатации техники и качество взаимодействия с клиентами.

Одним из ключевых направлений является внедрение технологий Интернета вещей (IoT) для мониторинга строительной техники. Встроенные датчики собирают данные о температуре гидравлических систем, нагрузках на буровые штанги, уровне вибрации и других эксплуатационных параметрах. Эти данные передаются в облачную платформу, где обрабатываются аналитическими алгоритмами.

Подобные системы позволяют выявлять аномалии на ранних стадиях, что снижает риск аварий и способствует оптимизации графика технического обслуживания. Согласно исследованиям в области цифровизации строительной техники, использование IoT-решений позволяет продлить срок службы оборудования на 20–25% и сократить аварийность почти на треть [5].

Особое место занимает использование предиктивной аналитики. Модели машинного обучения анализируют исторические данные эксплуатации техники и выявляют закономерности, предшествующие отказам. В результате компания получает возможность прогнозировать вероятность выхода из строя отдельных узлов с высокой точностью и заранее планировать их замену.

Применение таких технологий в строительной технике способствует значительной экономии ресурсов. Исследования показывают, что предиктивное обслуживание позволяет снизить расходы на ремонт на 10–15% и уменьшить времяостоя машин на 20–40% [6]. Для подрядчиков, работающих в условиях жёстких сроков и высокой стоимости простоя, эти показатели имеют стратегическое значение.

Другим направлением цифровых инноваций является интеграция с системами информационного моделирования зданий (BIM). Взаимодействие строительной техники с BIM-платформами открывает новые возможности для управления проектами.

Например, данные о фактическом положении буровых скважин, получаемые с помощью систем локации Global Trade, могут быть интегрированы в цифровую модель объекта. Это позволяет подрядчикам оперативно сверять проектные решения с реальными результатами работ, корректировать планы и минимизировать ошибки.

По оценкам международных исследователей, применение BIM-интеграции снижает количество проектных коллизий на 15–20% и

повышает точность строительных процессов [8, с. 44-54].



*Рис. 2. Предиктивное обслуживание строительной техники Global Trade*

Global Trade активно развивает цифровые платформы для взаимодействия с клиентами. Личный кабинет заказчика включает доступ к данным о состоянии оборудования, истории обслуживания, заказу запасных частей и обучающих материалов. Таким образом, клиент получает не только технику, но и цифровую экосистему, облегчающую управление проектами.

Применение цифровых сервисов соответствует мировым трендам развития, где ключевыми элементами становятся умные машины, сетевые взаимодействия и использование больших данных для управления строительными процессами [8, с. 44-54].

Цифровизация позволяет Global Trade не только обеспечивать более высокий уровень сервиса, но и формировать новые конкурентные преимущества. Использование IoT, аналитики и BIM-интеграции трансформирует компанию из поставщика техники в полноценного технологического партнёра для подрядчиков.

Таким образом, цифровые инновации становятся ядром предпринимательской стратегии, обеспечивая устойчивый рост компании и способствуя развитию строительной индустрии России в целом.

Предпринимательские инновации, реализуемые компанией Global Trade, оказывают заметное влияние на российский рынок

строительной техники и технологий ГНБ. Сочетание адаптации импортных решений, локализации сервисов и цифровизации формирует новый стандарт взаимодействия между поставщиками оборудования и подрядными организациями.

Традиционно рынок строительной техники в России характеризовался высокой зависимостью от импортных поставок. При этом локализация ограничивалась лишь базовыми сервисными функциями. Global Trade изменила эту модель, предложив комплексное решение: технику, сервис, обучение и цифровую поддержку.

В результате подрядные организации начали ориентироваться не только на стоимость оборудования, но и на совокупную стоимость владения, включая сервис и эксплуатационные расходы. Это сместило акцент рынка в сторону долгосрочного сотрудничества и повысило требования к качеству обслуживания.

С точки зрения конкурентной стратегии Global Trade удалось выстроить уникальное позиционирование. В отличие от большинства поставщиков, компания не ограничивается продажей техники, а строит долгосрочные партнёрства, обеспечивая полный цикл обслуживания. Такой подход повышает барьеры входа для конкурентов и укрепляет лояльность клиентов. Кроме того, ориентация на цифровизацию и предиктивное обслуживание позволяет компании предложить рынку уникальные сервисные продукты. Подрядчики получают доступ к аналитике, которая напрямую снижает риски и издержки проектов. Это особенно важно в условиях высокой конкуренции и сжатых сроков реализации строительных работ.

Международный опыт показывает, что аналогичные стратегии давно применяются ведущими производителями строительной техники. Например, корпорация Caterpillar развивает платформу «Cat Connect» [4], позволяющую интегрировать IoT и аналитику в работу техники, а компания Vermeer акцентирует внимание на сервисных решениях и обучении операторов [12].

Global Trade демонстрирует схожий подход, но с акцентом на локализацию под российские условия. В отличие от глобальных корпораций, компания ориентируется на региональные особенности: климатические факторы, специфику грунтов и особенности нормативной базы. Это позволяет ей предложить клиентам решения, более релевантные местному рынку, чем зарубежные аналоги.

Внедрение инноваций в строительной технике оказывает мультиплекативный эффект на экономику. Снижение стоимости проектов за счёт оптимизации эксплуатации техники ведёт к повышению доступности инфраструктурного строительства.

По данным исследований в области инноваций в строительстве, каждый процент снижения эксплуатационных расходов оборудования может давать до 0,3 % экономии в итоговой стоимости инфраструктурного проекта [10]. С учётом масштабов российского рынка строительства даже такие показатели имеют стратегическое значение.

Рассматривая перспективы развития, можно выделить несколько ключевых направлений:

1. Расширение цифровой платформы – создание единой среды для заказчиков, включающей аналитику, BIM-интеграцию и управление проектами.
2. Углубление локализации – производство и доработка компонентов на территории России, что снизит зависимость от импорта.

3. Выход на международные рынки СНГ – использование накопленного опыта для экспансии на рынки со схожими условиями эксплуатации.

4. Интеграция устойчивого развития – применение экологичных технологий и оптимизация энергопотребления техники.

Таким образом, предпринимательские инновации Global Trade не только укрепляют позиции компании на российском рынке, но и формируют фундамент для её дальнейшей экспансии и долгосрочного устойчивого развития.

Предпринимательские инновации в сфере строительной техники, реализуемые компанией Global Trade, демонстрируют комплексный подход к развитию рынка. Компания не ограничивается поставками оборудования, а формирует целостную экосистему, включающую сервис, обучение, цифровизацию и локализацию решений. Такой подход позволяет снижать риски подрядчиков, повышать эффективность проектов и формировать долгосрочные конкурентные преимущества.

Сравнительный анализ с зарубежными практиками показывает, что Global Trade использует передовые мировые тенденции, адаптируя их к российским реалиям. В этом проявляется ключевое преимущество компании: способность гибко интегрировать глобальный опыт и локальные особенности.

Внедрение инноваций оказывает не только корпоративный, но и общеэкономический эффект, снижая стоимость инфраструктурных проектов и повышая их качество. В будущем ключевыми направлениями развития останутся цифровизация, углубление локализации и устойчивое развитие. Таким образом, опыт Global Trade подтверждает, что предпринимательские инновации в строительной технике способны трансформировать отрасль, делая её более эффективной, технологичной и ориентированной на долгосрочные результаты.

## Литература

1. Дон24. Инновационные технологии, правильная команда, яркие проекты: принципы работы компании от Михаила Мельникова [Электронный ресурс]. URL: <https://don24.ru/page/innovacionnye-tehnologii-pravilnaya-komanda-yarkie-proekty-principy-raboty-kompanii-ot-mihaila-melnikova.html> (дата обращения: 25.09.2025).
2. Клейнер Г.Б. Стратегия предприятия. М.: Дело, 2011. 456 с.
3. Мильнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2019. 528 с.
4. Caterpillar Inc. Cat Connect technologies [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cat.com/en\\_US/by-industry/technology.html](https://www.cat.com/en_US/by-industry/technology.html) (дата обращения: 25.09.2025).
5. Chesbrough H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003. 272 р.
6. Christensen C.M. The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. Boston: Harvard Business Review Press, 2016. 336 р. DOI: 10.2307/j.ctt1npz4h.
7. Global Trade. О компании [Электронный ресурс]. URL: [\[https://gtmachine.ru/company/\]](https://gtmachine.ru/company/) (дата обращения: 25.09.2025).
8. Pisano G.P. You need an innovation strategy. Harvard Business Review. 2015. Vol. 93. No. 6. P. 44-54.
9. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985. 557 p.
10. Schumpeter J.A. Theory of Economic Development. Cambridge: Harvard University Press, 1934. 255 р.
11. Teece D.J. Business models and dynamic capabilities. Long Range Planning. 2018. Vol. 51. No. 1. P. 40-49. DOI: 10.1016/j.lrp.2017.06.007.

12. Vermeer Corporation. Innovations in underground construction [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.vermeer.com/na/equipment/directional-drills> (дата обращения: 25.09.2025).

**MELNIKOV Mikhail**

Head, Global Trade LLC, Russia, Rostov-on-Don

## **ENTREPRENEURIAL INNOVATIONS IN CONSTRUCTION EQUIPMENT: THE EXPERIENCE OF GLOBAL TRADE**

**Abstract.** This article explores the experience of the company Global Trade in implementing entrepreneurial innovations in construction equipment and horizontal directional drilling (HDD) technologies. Special attention is given to the combination of equipment importation, localization of service solutions, digitalization, and the adoption of innovative technical and managerial practices. The study is based on publicly available company data, industry publications, and research in mechanical engineering and business innovation. Examples of implemented innovative solutions are examined, along with their technical impact and economic significance. Additionally, a conceptual model of an innovation ecosystem is proposed, enabling the integration of product, service, and digital platforms to enhance the company's competitiveness.

**Keywords:** construction equipment, HDD, entrepreneurial innovation, service model, digitalization, Global Trade, ecosystem, localization, entrepreneurial strategy.

**ПРИХОДЬКО Виталий Викторович**

курсант, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

**ИВАНОВ Илья Андреевич**

курсант, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

**ПОПОВИЧ Никита Павлович**

курсант, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

## **ВОЗМОЖНЫЙ ПРИМЕР ПРОГРАММЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОРНИТОПТЕРОМ**

*Аннотация.* Предложена возможный пример программы регулирования орнитоптером.

**Ключевые слова:** орнитоптер, человек, сила, возможности.

**О**рнитоптер (махолёт) – летательный аппарат, имитирующий машущий полёт птиц. Идея орнитоптера подразумевает подражание природным прототипам – птицам и насекомым – как в форме крыльев, так и в движениях ими. Создание орнитоптеров (махолётов) происходило в разных странах. Идея орнитоптера – подражание природным прототипам, птицам и насекомым, как в форме крыльев, так и в движениях ими.

Испытания проводились и в России. Ниже приведены некоторые примеры:

- В 1908 году в городе Тифлис на Махатской горе состоялась серия из тридцати успешных полётов мускульного орнитоптера-планёра с ножным педальным приводом А. В. Шиукова.
- В 1936 году ОСОАВИАХИМ провёл успешные стендовые испытания мускульного орнитоптера с ручным приводом конструкции П. И. Смирнова.
- Осенью 1953 года лётчик-испытатель Александр Маноцков при содействии авиаконструктора О. К. Антонова построил экспериментальный планер-орнитоптер с машущими крыльями. Аппарат разбился при приземлении, и пилот-изобретатель погиб.

Испытания орнитоптеров (махолётов) прекратились из-за технических сложностей, недостатка финансирования и конкуренции с другими летательными аппаратами. Идея

машущего полёта, которая была популярна в прошлом, не получила практического применения.

Махолёты не имеют широкого практического применения. Даже если создать пилотируемую версию маxолёта, она вряд ли сможет сравниться по эффективности с вертолётом и самолётом, а беспилотная – с дроном.

Некоторые трудности связаны с тем, что большая часть маxолётов построена на мускульной тяге, а это требует существенных усилий и неудобно для массового применения. Кроме того, двигатели внутреннего сгорания не позволяют преобразовать движения поршня во взмах крыла.

Однако интерес к маxолётам не угасает. Разработки продолжаются, и есть мнение, что в будущем маxолёты могут найти применение, например, для доставки небольших грузов в пределах города или наблюдения за движением транспорта или сохранностью энергосетей.

Для качественного анализа орнитоптера необходимо тщательное изучение его конструкции. Некоторые особенности конструкции орнитоптера, которые влияют на управление:

- Крылья. Могут быть гибкими (эластичная ткань) или жёсткими (рамная конструкция с точной геометрией). В некоторых моделях

крылья складываются при движении вверх, что минимизирует площадь и сопротивление воздушной среде, а при движении вниз – раскладываются, аэродинамическое сопротивление возрастает.

- **Хвост.** Связан с корпусом за счёт сферического шарнира и двух кривошипно-шатунных механизмов. При помощи одного из механизмов хвост поворачивается относительно продольной оси корпуса в горизонтальной плоскости, а при помощи другого – в вертикальной.

Управление орнитоптером (махолётом) включает разработку конструкции, системы управления и программирования. Цель – обеспечить управляемый полёт, имитирующий полёт птицы, с помощью машущих крыльев.

В современных реалиях могут применяться дополнительные механизмы, позволяющие наиболее качественно осуществлять управление сложным техническим устройством. Для управления орнитоптером могут использоваться:

- **Сервоприводы.** Например, один сервопривод для управления ориентацией (тангажем), другой – для поворотов (рыскания).
- **Рулевые тяги.** Переводят вращательное движение от шестерён редуктора в поступательное движение крыльев.
- **Бортовой контроллер.** Устанавливается на фюзеляже орнитоптера.
- **Пульт дистанционного управления.** Может быть беспроводным, с приёмником и передатчиком.

Несмотря на отсутствие автоматизированных технических устройств, как может быть представлено на современных летательных аппаратах, для орнитоптера существует необходимость автоматизации, следовательно, заданного закона программы регулирования параметрами данного типа летательного аппарата.

На сегодняшний день существует возможный пример реализации программы регулирования данной технической установки. Например, в прототипе миниатюрного орнитоптера Bee++ управление по тангажу, крену и рысканию осуществляется за счёт изменения амплитуды движения пар крыльев. Например:

- Чтобы наклонить орнитоптер вперёд, амплитуда пары крыльев в передней части уменьшается, вследствие чего снижается генерируемая ими тяга.

- Для поворотов по оси рыскания изменяют амплитуду движения пар крыльев, расположенных по диагонали.
- Набор или снижение высоты происходит при увеличении или снижении частоты взмахов всех четырёх крыльев.

Помимо этого, были проведены испытания данного типа махолёта. В 2025 году китайские инженеры разработали орнитоптер RoboFalcon2.0 со сложной кинематикой, имитирующей движения крыльев птиц. С помощью системы тяг, рычагов и двух вспомогательных сервоприводов вращение основного двигателя при каждом взмахе преобразуется в три типа движения крыльев – махи вверх и вниз, отклонение вперёд и назад и в складывание по ширине. Благодаря этому орнитоптер может управлять тягой и тангажом при взлёте и на малых скоростях.

Таким образом, можно сделать вывод о возможной реализации программы регулирования современным орнитоптером. Однако, ввиду сложной конкурентоспособности с современными летательными аппаратами это реализовать относительно тяжело.

## Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B5%D1%80>.
2. <https://www.techinsider.ru/editorial/624283-pochemu-samolety-okazalis-luchshe-maholetov/>.
3. <https://science.swsu.ru/jour/article/view/337>.
4. [https://ras.jes.su/index.php?dispatch=attachments.getfile&attachment\\_id=6229](https://ras.jes.su/index.php?dispatch=attachments.getfile&attachment_id=6229).
5. <https://wiki.amperka.ru/%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BA%D0%BF:ornithopter?ysclid=mh6e53ga9981405491>.
6. <https://translate.yandex.ru/translate?lang=en-ru&url=https%3A%2F%2Fwww.instructables.com%2FOpenSource-Ornithopter-Prototype-Arduino-Powered-a%2F>.
7. <https://nplus1.ru/news/2023/05/31/robobeeeee>.
8. <https://nplus1.ru/news/2025/10/10/robofalcon-2>.
9. <https://www.iphones.ru/iNotes/odnazhdy-v-rossii-sozdali-pticelyot-no-on-operedil-svoym>

vremya-i-okazalsya-nikomu-ne-nuzhen-08-22-  
2021.

10. <https://www.iphones.ru/iNotes/odnazhdyy-v-rossii-sozdali-pticelyot-no-on-operedil-svoys>

vremya-i-okazalsya-nikomu-ne-nuzhen-08-22-  
2021.

**PRIKHODKO Vitaly Viktorovich**

Cadet, Military Training and Research Center of the Air Force "Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin", Russia, Voronezh

**IVANOV Ilya Andreevich**

Cadet, Military Training and Research Center of the Air Force "Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin", Russia, Voronezh

**POPOVICH Nikita Pavlovich**

Cadet, Military Training and Research Center of the Air Force "Military Air Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin", Russia, Voronezh

## A POSSIBLE EXAMPLE OF AN ORNITHOPTER REGULATION PROGRAM

**Abstract.** *A possible example of an ornithopter regulation program is proposed for diagnosing malfunctions in deep learning neural networks.*

**Keywords:** *ornithopter, human, power, possibilities.*

# **Актуальные исследования**

Международный научный журнал

2025 • № 43 (278)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

*Учредитель и издатель:* ООО «Агентство перспективных научных исследований»

*Адрес редакции:* 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

*Email:* info@apni.ru

*Сайт:* <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 04.11.2025г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.  
308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40