

# Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал  
№ 7 (88)/2021 Том 1

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович  
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:  
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А  
E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ;  
[www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель ООО «Логика+»  
Тираж 1000 экз.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Зейналов Д.Ж.И., Маммадов Р.Т., Алыев М.Е.</i>	<i>Масляев А.В.</i>
ЗАДАЧИ НЕЧЕТКОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ К ЕЕ РЕШЕНИЮ.....3	ЛЮДИ ГЛАВНЫЙ ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ В ЗДАНИЯХ ПРИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЯХ.....9

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Мирзоева И.К.</i>
АНИЗОТРОПИЯ ФОНОВОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ И МАССИВНЫЕ ФОТОННЫЕ ПАРЫ.....15

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.02

---

## ЗАДАЧИ НЕЧЕТКОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ К ЕЕ РЕШЕНИЮ

---

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.88.1406

**Зейналов Д.Ж.И.***доктор компьютерных наук,  
профессор кафедры информационных технологий  
Нахичеванский Государственный Университет***Маммадов Р.Т.***докторант кафедры информационных технологий  
Нахичеванский Государственный Университет***Алиев М.Е.***доцент кафедры информационных технологий  
Нахичеванский Государственный Университет*

## FUZZY LINEAR PROGRAMMING PROBLEM AND APPLYING NEURAL NETWORKS TO ITS SOLUTION

**J.I. Zeynalov***Doctor of Computer Science,  
Professor, Department of Information Technology  
Nakhchivan State University***R.T. Mammadov***doctoral student of the department of information technology  
Nakhchivan State University***M.E. Aliev***dosent ,department of information technology  
Nakhchivan State University*

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается одна задача по экономике - задача оптимального планирования производства. В пространстве пар нечетких чисел, это задача сформулирована как задача нечеткого линейного программирования. Далее показывается, что можно ее свести к обычной задаче линейному программированию. Для решения полученной задачи используется нейронная сеть.

### SUMMARY

In present paper consider one economical problem- optimal planning of manufacture. In space of pair of fuzzy numbers this problem formulated as linear programming problem. Applying the certain techniques this problem reduced to classical linear programming problem. Obtained problem solved applying neural networks.

**Ключевые слова:** Нечеткое число, линейное программирование, оптимальное планирование, нейронная сеть

**Keywords:** Fuzzy number, linear programming, optimal planning, neural networks

### 1. Введение

Линейное программирование является одним из наиболее изученных разделов теории экстремальных задач. Многие задачи практики приводятся к задачам линейного программирования. К таким задачам относится задача оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального использования ресурсов и др [1].

Отметим, что эта задача линейного программирования и представляет лишь упрощенную математическую модель реальных задач. В действительности, параметры, входящие в эту задачу, являются нечеткими. Например, при

оптимальном планировании производства прибыли каждого вида продукции являются нечеткими и значит объем продукции также является нечетким. В связи с этим и объем производства станет нечетким. Поэтому постановка задачи линейного программирования для нечетких систем представляет интерес.

В настоящей работе рассматривается задача оптимального планирования производства и на основе этой задачи изучается нечеткое линейное программирование. Дискретизируя, это задача приведена к «обычной» задаче линейного программирования.

## 2. Пространство нечетких числа

Для любого  $a \in [0,1]$  обозначим через

$$a^\alpha = \{x \in X: \mu_a(x) \geq \alpha\}$$

$a$  -уровень нечеткого числа  $a$  [2-5]. Пусть

$$\sup_{x \in X} \mu_A(x) = 1$$

Нечеткое число, удовлетворяющее этому условию, называется нормальным.

Через  $F$  обозначим класс выпуклых нормальных нечетких чисел [2]. Для любого  $a \in F$  множество  $a^\alpha$  -уровня нечеткого числа  $a$  определяется как отрезок

$$a^\alpha = [L(\alpha), R(\alpha)], \alpha \in [0,1].$$

Представления нечетких чисел по  $\alpha$ -уровням дают возможность определять сложение и умножение на положительное число [3,4].

Сумма нечетких чисел  $a, b \in F$ , также является нечетким числом и ее  $a$  уровень определяется следующим образом:

$$(a + b)^\alpha = [L_a(\alpha) + L_b(\alpha), R_a(\alpha) + R_b(\alpha)]. \quad (1)$$

Умножение нечеткого числа на положительное число определяется как

$$(k \cdot a)^\alpha = (kL_a(\alpha), kR_a(\alpha)), k \geq 0. \quad (2)$$

Определяем операции сложения и умножения на число в следующем виде

$$(a_1, a_2) + (b_1, b_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2), (-1) \cdot (a + b) = (b + a) \quad (3)$$

$$k \cdot (a, b) = (ka, kb), k \geq 0,$$

В [3,4] также определено отношение эквивалентности

$$(a_1, a_2) \approx (b_1, b_2) \Leftrightarrow a_1 + b_2 = a_2 + b_1. \quad (4)$$

Отметим, что совокупность таких пар является линейным пространством. В этом пространстве

совокупность пар  $(a, a) = (0, 0)$  т.е. противоположная нечеткая пара к  $x = (a, b)$  является  $-x = (b, a)$ .  
Пусть

$$a = (a_1, a_2), b = (b_1, b_2), a_i, b_i \in F, i=1,2.$$

$\alpha$  -уровень нечеткого числа  $a_i, b_i \in F$  обозначим через

$$a_i^\alpha = [L_{a_i}(\alpha), R_{a_i}(\alpha)], b_i^\alpha = [L_{b_i}(\alpha), R_{b_i}(\alpha)], \alpha \in [0,1].$$

Скалярное произведение  $(a, b)$  в  $F \times F$  определено следующим образом [3,4]

$$a^\circ b = \frac{1}{2} \int_0^1 [L_{a_1}(\alpha) - L_{a_2}(\alpha)](L_{b_1}(\alpha) - L_{b_2}(\alpha)) + (R_{a_1}(\alpha) - R_{a_2}(\alpha))(R_{b_1}(\alpha) - R_{b_2}(\alpha)) d\alpha \quad (5)$$

Пространство  $F \times F$  со скалярным произведением (5) обозначим через  $FL_2$ . Введем следующую норму в  $FL_2$

$$\|a\|_{FL_2}^2 = \frac{1}{2} \int_0^1 [(L_{a_1}(\alpha) - L_{a_2}(\alpha))^2 + (R_{a_1}(\alpha) - R_{a_2}(\alpha))^2] d\alpha \quad (6)$$

Отметим, что, если  $a, b$  являются нечеткими числами, т.е.  $a = (a,0), b = (b,0)$ , то

$$a \circ b = \frac{1}{2} \int_0^1 [L_{a1}(\alpha)L_{b1}(\alpha) + (R_{a1}(\alpha)R_{b1}(\alpha) - R_{b2}(\alpha))]d\alpha$$

Норму в  $F \times F$  также можно определить следующим образом

$$\|a_{FC}\| = \frac{1}{2} \max[|L_{a1}(\alpha) - L_{a2}(\alpha)| + |(R_{a1}(\alpha) - R_{a2}(\alpha))|]$$

$\alpha \in [0,1]$

где  $x_i, y_i \in F \times F$ , скалярное произведение и

В векторном случае, т.е. если  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n], y = [y_1, y_2, \dots, y_n]$  нормы определяются следующим образом

$$x \circ y = x_1 \circ y_1 + x_2 \circ y_2 + \dots + x_n \circ y_n,$$

$$\|X\|_{FL2}^2 = \|X_1\|_{FL2}^2 + \|X_2\|_{FL2}^2 + \dots + \|X_n\|_{FL2}^2 \tag{7}$$

$$\|X\|_{FC} = \|X_1\|_{FC} + \|X_2\|_{FC} + \dots + \|X_n\|_{FC}$$

**3. Постановка задачи нечеткого линейного программирования**

отображение из  $F$  на  $R$  или из  $F \times F$  на  $R$ . Простым примером такому функционалу служит линейный функционал

Рассмотрим нечеткий линейный функционал. Под нечетким функционалом мы понимаем

$$J = c \circ x,$$

где  $C$  заданное нечеткое число. Если  $a$  - уровень нечеткого числа  $C$  имеет вид

$$c^\alpha = [L_c(\alpha), R_c(\alpha)], \alpha \in [0,1]$$

то используя (5), функционал  $J(x)$  можно написать в виде

$$J(x) = c \circ x = \frac{1}{2} \int_0^1 [L_c(\alpha)L_{cx}(\alpha) + R_c(\alpha)R_x(\alpha)] d\alpha$$

В четком случае, при  $c=1, x=2$ ,

$$J(2) = \frac{1}{2} \int_0^1 [1 \cdot 2 + 1 \cdot 2] d\alpha = 2$$

Если  $C$  нечеткая единица, например  $c^\alpha = [\alpha, 2 - \alpha], \alpha \in [0,1]$ , то

$$J(x) = c \circ x = \frac{1}{2} \int_0^1 [\alpha L_x(\alpha) + (2 - \alpha)R_x(\alpha)] dx$$

Взяв  $x=x_0$  нечеткое число 2, т.е. например,  $c^\alpha = [1+\alpha, 3-\alpha], \alpha \in [0,1]$ , имеем

$$J(x) = \frac{1}{2} \int_0^1 [\alpha(1 + \alpha) + (2 - \alpha)(3 - \alpha)] d\alpha = \frac{1}{2} \int_0^1 [2\alpha^2 - 4\alpha + 6] d\alpha = \left(\frac{x^3}{3} - \alpha^2 + 3\alpha\right) \Big|_0^1 = \frac{7}{3}.$$

В этом случае

$$J(\tilde{2}) - J(2) = \frac{1}{3}$$

Здесь  $x_0 = \tilde{2}$  - нечеткое число.

Аналогично, можно рассматривать линейный функционал в векторном случае

$$J = c_1 \circ x_1 + c_2 \circ x_2 + \dots + c_n \circ x_n$$

где  $c_1, c_2, \dots, c_n$  заданные нечеткие числа.

многие прикладные задачи, особенно задачи экономики приводятся к задачам линейного программирования. К таким задачам относятся

Теперь рассмотрим задачу нечеткого линейного программирования. Отметим, что

задача оптимального планирования производства, транспортная задача, задача об оптимальном использовании посевной площади и т.д. Для того, чтобы понять суть дела, рассмотрим задачу оптимального планирования производства.

Пусть предприятия изготавливают  $n$  видов продукции из  $m$  видов сырья. На изготовление одной единицы продукции  $j$ -го вида нужно  $a_{ij}$  единиц сырья  $i$ -го вида. Ресурсы  $i$ -го сырья

ограничены и равны  $b_i$ . Пусть предприятия при продаже  $j$ -го вида продукции получают  $c_j$  единиц прибыли. Требуется определить, сколько единиц  $x_1, x_2, \dots, x_n$  каждого вида продукции должно изготовить предприятие, чтобы обеспечить себе максимальную прибыль. В [1] эта задача сформулирована как задача линейного программирования

$$F(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

где все величины  $x_1, x_2, \dots, x_n$  неотрицательны.

Отметим, что эта задача линейного программирования представляет лишь упрощенную математическую модель реальных задач. В действительности, параметры, входящие в эту задачу являются нечеткими. Например,

прибыли каждого вида продукции являются нечеткими и значит объем продукции также является нечетким. В связи с этим и объем производства станет нечетким. В этом случае вместо  $c_i x_i$  можно рассматривать усредненное значение

$$c_i \circ x_i = \frac{1}{2} \int_0^1 \sum_{i=1}^n [L_{ci}(\alpha)L_{xi}(\alpha) + R_{ci}(\alpha)R_{xi}(\alpha)] d\alpha$$

Тогда минимизируемый функционал получает вид

$$J(x) = \frac{1}{2} \int_0^1 \sum_{i=1}^n [L_{ci}(\alpha)L_{xi}(\alpha) + R_{ci}(\alpha)R_{xi}(\alpha)] d\alpha \rightarrow \min \quad (8)$$

при ограничениях

$$\int_0^1 [L_{a1i}(\alpha)L_{xi}(\alpha) + R_{a1i}(\alpha)R_{xi}(\alpha)] d\alpha \leq b_1$$

$$\int_0^1 [L_{a2i}(\alpha)L_{xi}(\alpha) + R_{a2i}(\alpha)R_{xi}(\alpha)] d\alpha \leq b_2 \quad (9)$$

$$\int_0^1 [L_{ami}(\alpha)L_{xi}(\alpha) + R_{ami}(\alpha)R_{xi}(\alpha)] d\alpha \leq b_m$$

Учитывая, что объем производства неотрицателен, к (10), (11) еще надо добавить условия

$$0 \leq L_{xi}(a) \leq R_{xi}(a), a \in [0,1] \quad (10)$$

Отметим также, что мы должны учитывать монотонность  $L(a), R(a)$  для разных величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , т.е. надо учитывать, что  $L(a)$  возрастает и  $R(a)$  убывает на  $[0,1]$ .

Таким образом, в реальности приведенная выше задача оптимального планирования

производства приводится к нечеткой задаче, (10)-(12). Здесь минимизируемый функционал и ограничения являются интегральными.

Обозначая  $(c_1, c_2, \dots, c_n), x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , и используя (5) эту задачу можно написать в виде

$$J(x) = c \circ x \rightarrow \min,$$

$$\bar{a}_1 \circ x \leq b_1,$$

$$\bar{a}_2 \circ x \leq b_2, \quad (11)$$

.....

$$\bar{a}_m \circ x \leq b_m,$$

Эта задача является линейной в пространстве  $FL_2$ .

разобьем отрезок  $[0,1]$  на  $N$  частей с шагом  $h = \frac{1}{N}$ . Обозначим  $\alpha_k = kh, k = 1, 2, \dots, N$ . Тогда, используя формулу

**4. Приведение нечеткой задачи к линейному программированию**

Приведем задачу (8)-(11) к «обычному» линейному программированию. Для этого

$$\int_0^1 f(\alpha) d\alpha = h \sum_{k=1}^N f_k$$

где  $f_k = f(\alpha_k)$ , каждый интеграл в (10)-(12) можно дискретизировать. В этом случае получим

$$\sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [L_{ci}(k)L_{xi}(k) + R_{ci}(k)R_{xi}(k)] \rightarrow \min, \tag{12}$$

$$\sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [L_{a1j}(k)L_{xi}(k) + R_{a1j}(k)R_{xi}(k)] \leq \bar{b}_1$$

$$\sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [L_{a2j}(k)L_{xi}(k) + R_{a2j}(k)R_{xi}(k)] \leq \bar{b}_2 \tag{13}$$

.....

$$\sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [L_{amj}(k)L_{xi}(k) + R_{amj}(k)R_{xi}(k)] \leq \bar{b}_m$$

$$0 \leq L_{xi}(k) \leq R_{xi}(k), k = \overline{1, N} \tag{14}$$

Здесь  $L_x(k) = L_x(\alpha_k), \bar{b}_j = \frac{b_j}{h}$ . К этим условиям мы должны добавить также условия монотонности функций  $L(a), R(a)$ . Это выражается в виде

$$L_{xi}(k) \leq L_{xi}(k+1), R_{xi}(k) \geq R_{xi}(k+1), k = \overline{1, N-1}, i = \overline{1, n} \tag{17}$$

Дополнительно надо наложить условия  $L_{xi}(N) = R_{xi}(N) = 1, i = \overline{1, n}, \tag{15}$

Таким образом, учитывая характер нечеткости параметров, приведенную выше задачу можно написать в виде «обычного» линейного программирования.

**5. Применение нейронных сетей к решению задачи (12)-(15)**

Для решения задачи (12)-(15) можно использовать разные пакет программы. Однако, учитывая, что количество переменных и ограничений достаточно много, при применении известных методов возникают серьезные погрешности. Поэтому, для решения задачи (12)-(15) применяем нейронную сеть.

Для этого мы выбираем многослойную нейронную сеть. Для выбора структуры нейронных сетей не существует конкретного подхода. Этот выбор в основном зависит от количества входных и выходных данных и способа обучения нейронных сетей. Выбор входных и выходных данных является самым трудным и актуальным этапом при применении нейронных сетей.

В нашем случае количество переменных достаточно большой и поэтому найти решение задачи (12)-(15) при варировании исходных данных трудно или найденные решения имеют большие

погрешности. А это в свою очередь будет действовать на надежность нейронных сетей.

Поэтому, для выбора входных и выходных данных, мы предлагаем другой подход.

В задаче (14)-(18)  $L_{aij}(k), R_{aij}(k)$  являются коэффициенты и весовые коэффициенты нейронных сетей определяем за счет изменения этих коэффициентов. Другими словами, для разных совокупностей коэффициентов  $L_{aij}(k), R_{aij}(k)$  (входные данные) мы должны решать задачи (12)-(15) и найти  $L_{xi}(k), R_{xi}(k)$  как выходные данные. Возникает вопрос: как решать задачи (12)-(15).

Для решения этой задачи, приведем ее к задаче линейного программирования, количество переменных в сравнении с исходными достаточно мало. Потом, используя известные методы решаем полученные вспомогательные задачи. Для эффективности обучения и надежности нейронных сетей количество входных и выходных данных должно быть достаточно много. Если увеличиваются количество входных и выходных данных, тогда погрешность задачи станет минимальной.

Переменные  $L_{xi}(k), R_{xi}(k)$  по каким то правилам разделим на совокупность переменных.

Например,

$$L_{xi}(1), R_{xi}(1), i = \overline{1, n},$$

$$L_{xi}(2), R_{xi}(2), i = \overline{1, n},$$

.....

$$L_{xi}(N), R_{xi}(N), i = \overline{1, n},$$

Коэффициенты этих переменных в условиях (15) являются

$$L_{aij}(1), R_{aij}(1), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

$$L_{aij}(2), R_{aij}(2), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

.....

$$L_{aij}(N), R_{aij}(N), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

Сначала варьируем разным образом первую группу коэффициентов:

$$L_{aij}(1), R_{aij}(1), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

Эти совокупности будут первой группой входных данных. Остальные коэффициенты принимаем как нуль. Решая задачу (12)-(15) этими входными данными с известными методами находим выходные данные. Потом варьируя вторые группы коэффициентов и остальные принимая как нуль, получим следующие входные и выходные данные. Продолжая таким образом, мы имеем достаточно много входных и выходных данных. Используя эти данные проводим обучение нейронной сети. После обучения мы зададим в нейронную сеть наши исходные данные. В результате нейронная сеть даст нам выходные данные. Это будут приближенные решения задачи (12)-(15).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1980, 518 с.
2. Facchinetti G., Giove S., Pacchiarotti N. Optimization of a fuzzy non linear function. *Soft Computing Journal*, 6, 6, 2002, pp.476-480.
3. Aliev F.A., Niftiyev A.A., Zeynalov C.I. Optimal synthesis problem for the fuzzy systems. *Optimal control, applications and methods*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/oca.964.
4. Aliev F.A., Niftiyev A.A., Zeynalov C.I. Optimal synthesis problem for the fuzzy systems in

semi-infinite interval. *Appl. Comput. Math.*, 10(1), Special Issue, 2011, pp.97-105.

5. Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Нечеткие множества и системы. Баку, изд. АГНА, 1996, 181с.

6. Aliev R.A. Modelling and stability analysis in fuzzy economics. *Applied and Computational Mathematics*, 2008; 7(1): pp.31-53.

7. Dubois D., Prade H. Towards fuzzy differential calculus. I. Integration of fuzzy mapping, *Fuzzy Sets and Systems*, 8, 1(1982), pp.1-17.

8. Moore R.E. Interval analysis. Prentice – Hall., New – Jersey, 1966.

9. Ларин В.Б. Задачи управления системами содержащими неопределенность. *Прикладная Механика*, №2, 2002, с. 681-720.

10. Алгулиев Р.М., Алыгулиев Р.М. Алекперов Р.К. Подход к оптимальному назначению заданий в распределенной системе. *Проблемы управления и информатики*. 2004. №5.

11. Горбань А. Н., Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей, *Сибирский журнал вычислительной математики*, 1998. Т.1, № 1. С. 12-24.

12. Нейрокомпьютеры и их применение: Книга 6 – «Нейроматематика» (под редакцией А.И.Галушкина), Москва, ИПРЖР, 2002, 448с.

УДК 699.841

---

**ЛЮДИ ГЛАВНЫЙ ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ В ЗДАНИЯХ ПРИ ОПАСНЫХ  
ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЯХ**

---

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.88.1407

**Масляев А.В.***канд. техн. наук**Научно-исследовательская сейсмическая лаборатория  
(400117, г. Волгоград, ул. Землячки, 27, корп. А)*

**PEOPLE ARE THE MAIN OBJECT OF PROTECTION IN BUILDINGS WITH  
DANGEROUS NATURAL PHENOMENA**

**A.V. Maslyaev***Cand. ten. Sciences**Research seismic laboratory  
(400117, Volgograd, Zemlyachki st., 27, building A)***АННОТАЦИЯ**

Несмотря на сложившуюся природную опасность в России, когда большая часть ее огромной территории может быть подвержена воздействиям различных опасных природных явлений, во всех федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания отсутствует даже признание людей «главным объектом защиты» от этих воздействий. Так, одним из показателей не признания людей «главным объектом защиты» при воздействиях опасных природных явлений служит отсутствие положений в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания, которые должны решать защиту здоровья у людей в зданиях при воздействиях, например, землетрясения, пожары. И это несмотря на давно установленную учеными медиками истину, что при землетрясении, пожаре защита здоровья у людей зависит от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий. Поэтому в статье обосновывается, что без признания людей «главным объектом защиты» в зданиях при опасных природных явлениях, просто невозможно защитить жизнь и здоровье у людей при этих опасных воздействиях.

**SUMMARY**

Despite the current natural hazard in Russia, when most of its vast territory may be exposed to the effects of various hazardous natural phenomena, in all federal laws and regulations of the Russian Federation construction content is not even recognized as the "main object of protection" from these influences. So, one of the indicators of not recognizing people as the "main object of protection" when exposed to hazardous natural phenomena is the lack of provisions in federal laws and regulations of the Russian Federation of construction content, which should address the protection of people's health in buildings under impacts, for example, earthquakes, fires. And this is despite the truth long ago established by medical scientists that in case of an earthquake or fire, the protection of people's health depends on the space-planning and design solutions of buildings. Therefore, the article substantiates that without recognizing people as the "main object of protection" in buildings under dangerous natural phenomena, it is simply impossible to protect people's life and health under these dangerous influences.

**Ключевые слова:** опасные воздействия, перечень «объектов защиты», потери здоровья, здания, определения

**Keywords:** hazardous effects, a list of "objects of protection" health losses, buildings, definitions

**Люди главный объект защиты при  
воздействиях опасных природных явлений**

Обоснования ученых медиков, сейсмологов говорят только о том, что сейсмостойкие массовые жилые и общественные здания, возведенные по правилам СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» (с изменением № 1), при землетрясении превращаются в значительных усилителей сейсмического воздействия на людей, что служит одной из причин получения людьми психической травмы (стресса) с тяжелейшими последствиями для их здоровья [1, 2, 3, 4]. О вероятности получения людьми в зданиях при сильном землетрясении психической травмы в виде «сильного испуга или паники» указано в таблице 3 ГОСТ Р 57546-2017 «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности». Более того, в ГОСТ

Р 57546-2017 разная усредненная степень реакции людей в зданиях используется даже для определения эффекта землетрясения на поверхности Земли. Все это говорит только о том, что любое опасное природное явление (землетрясение, пожар и т.д.) может быть основной причиной психической травмы (потери здоровья) у многих людей в зданиях.

Сами ученые медики вкладывают следующий смысл в определение «паники» людей при стихийных бедствиях, который для строительной системы России должен служить азбукой при определении характеристик объемно-планировочных и конструктивных решений зданий: «Типичной реакцией населения на катастрофическую ситуацию принято считать панику, причем за панику часто принимают

естественное стремление людей спасти жизнь бегством. Паника же, в научном толковании этого термина, представляет собой острую реакцию страха с потерей самоконтроля и бессмысленным нецеленаправленным поведением» [2]. Именно такое определение «паники» людей при опасных природных воздействиях предельно понятно разъясняет строителям, что большая часть людей в зданиях, например, при землетрясении, пожаре всегда будет стремиться как можно быстрее, по наиболее безопасным путям выйти из зданий на безопасное пространство. Поэтому строители должны разрабатывать такие объемно-планировочные решения жилых и общественных зданий, которые при опасном природном явлении в максимальной степени должны только способствовать людям как можно быстрее выйти на открытое пространство. Ведь, например, влияние удлиненных эвакуационных путей из зданий на степень реакции людей при экстремальной ситуации установлено в выводе другого ученого медика: «Психические и психофизиологические расстройства будут тем тяжелее и длительнее, чем больше длительность комплексного воздействия факторов землетрясения» [4]. Вообще-то любая причина, которая, например, при землетрясении будет не позволять людям «как можно быстрее» выйти из здания, способна только увеличить число людей с психической травмой. Поэтому более понятной становится причина увеличения числа людей с психогенной травмой, например, в случае их эвакуации при землетрясении с верхних этажей высоких зданий (при землетрясении запрещено пользоваться лифтом). Или только поэтому, например, пугались люди в основном с верхних этажей высоких зданий в г. Москве 4 марта 1977 г. при сильном землетрясении из далекой Румынии. Или другой пример получения многими людьми психической травмы при землетрясении, когда они с большим числом находятся в зальном помещении [5]: «Там, где имеется большое скопление народа (общезития, гостиницы, кинотеатры и т.д.), люди стараются покинуть зал, давя друг друга, увеличивая во много раз неоправданную смертность» (у людей срабатывает врожденный «эффект толпы»).

Из-за отрицательного воздействия общей вибрации зданий на здоровье человека даже при незначительных сейсмических воздействиях, например, от городского транспорта разного типа, в санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» установлены допустимые их значения для жилых и общественных зданий. Но почему-то при значительно больших сейсмических воздействиях от землетрясений на жилые здания в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 отсутствуют допустимые уровни вибрации в их конструкциях. Так, в работе [3] установлено, что при Газлийском 1984 г. и Кайраккумском 1985 г. землетрясениях в жилых зданиях «жесткого типа» (панельные) высотой до 5 этажей увеличение на один балл сейсмического

воздействия на людей происходило только с третьих этажей, но при этом в каркасных жилых зданиях такой же этажности такое увеличение на один балл сейсмического воздействия на людей происходило сразу со вторых этажей. А в работе [8] показано, что увеличение на один балл сейсмического воздействия на людей в зданиях приводит к увеличению на 10-15 % общего числа людей, которые могут потерять здоровье на время от нескольких десятков минут и до нескольких месяцев. Все это говорит только об индивидуальных особенностях конструктивных решений разных типов зданий, которые при землетрясении только и могут воздействовать на людей своей вибрацией с образованием у них соответствующей психической травмы. Именно поэтому в статье 26 федерального закона № 384-ФЗ РФ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» указывается: «В проектной документации здания и сооружения должны быть предусмотрены меры для того, чтобы вибрация в здании и сооружении не причиняла вреда здоровью людей». О вредном воздействии вибрации конструкций зданий на здоровье людей говорится и в п. 5.1.3 ГОСТ -27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», в котором записано, что конструкции зданий при различных сейсмических воздействиях могут создавать «...вредные для здоровья людей физиологические воздействия».

Поэтому можно сказать, что, например, при увеличении этажности жилого здания психическая травма при землетрясении будет возникать у большей части людей по трем основным причинам: 1) увеличением поэтажной вибрации конструкций зданий; 2) увеличением времени эвакуации людей на открытое пространство; 3) увеличением общего числа людей под опасным воздействием. Именно поэтому при назначении этажности жилого или общественного здания строители это решение должны обосновывать еще и расчетом по ожидаемому числу людей в процентах, которое, например, при расчетном землетрясении получит психическую травму.

Влияние интенсивности, длительности сейсмического воздействия при землетрясении, объемно-планировочных и конструктивных решений жилых зданий на образование психической травмы у большей части людей при Спитакском 1988 г. землетрясении видно из выводов ученого медика [6]: «Во время землетрясения и в первые сутки после него у 90 % всех обследованных наблюдались выраженные реактивные психические расстройства». А согласно выводам группы ученых медиков [1, 4, 7] при землетрясениях интенсивностью 8-9 баллов до 95 % людей в зданиях по причине психогенных расстройств могут потерять здоровье на время от нескольких десятков минут и до нескольких месяцев. Именно поэтому известный российский ученый медик в [4] разработал даже единую медицинскую классификацию наиболее вероятных последствий в психике людей как непосредственно

при воздействиях опасных природных явлений так и после их окончания: «психогенных расстройств, наблюдаемые при жизненных ситуациях во время и после стихийных бедствий и катастроф». Можно даже сказать, что сегодня для ученых медиков психогенные расстройства у людей в зданиях при воздействиях опасных природных явлениях является предельно понятными последствиями, но почему-то для строительной системе России эти отрицательные последствия для людей в зданиях остаются все еще не осознанной.

Согласно выводам в [8, 9], основной причиной отрицательных последствий для здоровья людей в зданиях при землетрясении является отсутствие в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания правил по ограничению уровня вибрации конструкций жилых и общественных зданий, от которого в основном и зависит общее число людей с психической травмой при землетрясении. Здесь наконец-то следует сказать о следующем, что если защита жизни людей при землетрясении решается только за счет обычных прочностных характеристик конструкций зданий (сейсмостойкость), то защиту здоровья людей можно решать только за счет минимизации сразу нескольких разных инженерных решений: 1) вибрационного воздействия конструкций зданий на людей; 2) протяженности эвакуационных путей на открытое пространство. Другими словами, получается, что защита здоровья людей в зданиях при опасных природных воздействиях является наиболее сложной строительной задачей по сравнению с защитой жизни людей в зданиях. Наверное поэтому в СП 14.13330.2018 даже отсутствуют такие слова как защита здоровья людей в зданиях при землетрясении.

Так как согласно п. 5.16 СП 14.13330.2018 при интенсивности реального землетрясения равному интенсивности расчетному землетрясению в сейсмостойких жилых и общественных зданиях могут образоваться предельно допустимые степени повреждения  $d = 3,0$ , что говорит только об одном, что в их конструкциях всегда будут возникать самые максимальные вибрационные воздействия на людей (при степени повреждения  $d = 4$  вероятны уже обрушения отдельных конструкций зданий). Другими словами, в расчетных положениях СП 14.13330.2018 изначально предусмотрена вероятность максимальных вибрационных воздействий конструкций зданий на людей при землетрясении, которые у большей части людей всегда будут вызывать самую максимальную психическую травму. Так, например, в [10, 17] показано, что по причине того, что массовые жилые и общественные здания в России согласно требованиям федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания рассчитываются только на самые минимальные интенсивности землетрясений по сейсмической карте А, поэтому при интенсивности максимального землетрясения по картам В или С даже жизнь людей в этих зданиях не гарантируется. Или, например, на наш запрос в

«Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии им. В.П. Сербского» (г. Москва) о вероятной реакции людей при пожаре в зданиях получили ответ за № 01-28/3080 от 10.08.2018 за подписью зам. генерального директора по научной работе Е.В. Макушкина о том, что «Любая чрезвычайная ситуация (в том числе и пожар в помещении с большим скоплением людей) служит этиологическим фактором развития психоэмоциональных нарушений и последующих психогенных расстройств у пострадавших». Другими словами, многие люди в зданиях и при пожаре могут получать психическую травму, но которая почему-то не учитывается в Федеральном законе № 123-ФЗ РФ (ред. от 23.06.2014) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Так как уровни вибрации конструкций массовых жилых и общественных зданий зависят в основном от интенсивности реальных землетрясений, и поэтому в статье рассматриваются и вероятности характеристик только тех землетрясений на территории России, которые могут даже превышать аналогичные характеристики землетрясений, предусмотренные в расчетной части федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания. Но ведь тогда при обосновании вероятности более завышенных значений основных характеристик реальных землетрясений на поверхности Земли по сравнению с их нормативными характеристиками, анализируемая в этой статье проблема по защите жизни и здоровья людей в жилых и общественных зданиях на территории России значительно возрастет.

Специалистам хорошо известно, что защита строительных объектов, людей от опасных природных явлений зависит в основном от степени сходимости между расчетными характеристиками опасных природных воздействий, которые предусмотрены в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания, с реальными характеристиками этих воздействий. Поэтому в статье вначале приводятся выводы ученых геологов, сейсмологов и медиков России о природе и основных наиболее вероятных характеристиках воздействия опасных природных явлений на Земле и об отрицательных последствиях для здоровья у многих людей в зданиях от этих опасных воздействий. Затем, перечисленные учеными геологами и сейсмологами наиболее вероятные реальные основные характеристики опасных природных явлений на поверхности Земли сопоставляются с аналогичными характеристиками этих воздействий, которые только учитываются в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания.

#### **Основные реальные характеристики воздействия опасных природных явлений по выводам ученых геологов, сейсмологов, медиков**

Одним из важнейших выводов ряда известных ученых геологов России в этой области следует

признать о том, что даже глубинные энергетические источники динамических процессов на поверхности Земли характеризуются разной периодичностью в проявлении своей интенсивности во времени (значительные ослабления этих воздействий постоянно сменяются значительными их усилениями) [12, 13, 14, 18, 19]. Поэтому в [12] считают, что и активность эндогенных процессов (землетрясения, вулканы, наводнения и т.д.) так же проявляется на Земле с определенной периодичностью, причину которой они видят, например, и в изменениях частоты инверсий магнитного поля, скорости вращения Земли, т.е. в непрерывных изменениях в самых глубинных недрах Земли. О циклическом характере проявления сейсмичности в земной коре говорится в [14]: «В работах (Базавлук, Юдахин, 1993; 1998) высказано мнение о том, что тектонические напряжения в земной коре носят волновой характер и порождают деформационные волны, вызывающие циклический характер проявления сейсмичности». Показатели периодичности в изменениях интенсивностей эндогенных процессов по своему масштабу может быть самыми разными – от нескольких десятков лет и до нескольких миллионов лет (или в их совместном проявлении).

Поэтому для анализа этих выводов ученых геологов автор статьи обратился к статистике уже прошедших землетрясений на территории СССР и на территориях других стран и выявил явный значительный всплеск их сейсмической активности с его началом примерно с конца 40-х годов и при его окончании в конце 70-х годов 20 века [15]. То есть, в течение примерно 30 лет на территории СССР происходили землетрясения с высокой интенсивностью и, что здесь самое главное, с гораздо меньшим временем их повторяемости по сравнению с их значениями в нормативном комплекте сейсмических карт в СП 14.13330.2018. Именно поэтому в [15] делается вывод, что в новом нормативном комплекте сейсмических карт ОСП для территорий населенных пунктов России следует учитывать характеристики только тех землетрясений, которые происходили именно в последний период их самой высокой сейсмической активности. По рассмотренной этой статистике землетрясений автором сделан вывод, что на Земле могут происходить всплески сейсмической активности землетрясений, которые на строительные объекты и жизнь людей могут проявляться с самой максимальной интенсивностью и с малым временем их повторяемости. Более того, автор статьи на основании данных ряда ученых геологов и сейсмологов сделал вывод, что на сегодняшний день даже невозможно предсказать место, время, интенсивность очередного опасного природного явления на территории России [16]. Поэтому, даже непредсказуемость очередного опасного природного явления, как одна из основных характеристик опасных природных явлений, которая должна учитываться в расчетах строительных объектов и для защиты жизни и

здоровья людей (особенно при расчетах массовых жилых и общественных зданий).

Другой важнейшей характеристикой землетрясений и наводнений является их «большой масштаб» воздействия на поверхности Земли: они могут подвергать разрушительному воздействию территории сразу нескольких населенных пунктов [20, 21]. Именно так и произошло при Спитакском 1988 г. землетрясении, когда под одним сейсмическим воздействием оказались сразу такие большие города Армении как Спитак, Ленинакан, Кировакан, Степанаван, Ленинакан и многие более мелкие населенные пункты, в которых могло находиться примерно до одного миллиона людей (почему-то такого подсчета населения не было). Или пример ежегодных наводнений в последние годы на территориях многих населенных пунктов России. Другими словами, например, при землетрясении под сейсмическим воздействием в жилых и общественных зданиях с эксплуатационными степенями повреждения могут оказаться примерно до одного миллиона человек. И этот последний важнейший реальный факт должен быть самым главнейшим условием, например, при определении нормативного значения сейсмического допустимого риска, который должен учитывать общее число людей во многих зданиях, которые могут быть подвержены воздействию от одного землетрясения.

Как известно, в приложении А нормативного документа СП 14.13330.2018 приведен список населенных пунктов России, расположенных в сейсмоопасных районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах только для средних грунтовых условий с усредненной повторяемостью землетрясений один раз в 500, 1000, 5000 лет. Другими словами, авторы карт общего сейсмического районирования (ОСР-2015) территории России в основу расчета таких главнейших характеристик землетрясений как интенсивность и их повторяемость положили только упрощенное правило о равномерности их распределения во времени, что грубо противоречит выше сделанным выводам ученых геологов о периодичности их проявления по интенсивности и повторяемости. Другими словами, в комплекте сейсмических карт ОСР-2015 для расчетов строительных объектов предусмотрены только усредненные (заниженные) значения интенсивностей и завышенные значения повторяемости землетрясений, которые для строительных объектов представляют наименьшую опасность по сравнению с выше рассмотренными реальными значениями землетрясений. К тому же, несмотря на то, что ученые сейсмологи [22, 23, 24] уже давно обосновали значительное влияние характеристик тектонических разломов на формирование параметров сейсмических воздействий при землетрясениях, в России, из-за отсутствия в жилых и общественных зданиях инженерно-сейсмометрических станций, многие проектировщики продолжают в расчетах

сейсмостойких зданий использовать в основном только синтезированные акселерограммы.

**Выводы:** Главной строительной задачей в строительной системе России при воздействиях опасных природных явлений следует признать «защиту жизни и здоровья людей» в массовых жилых и общественных зданиях за счет следующих новых инженерных решений:

1. Расчеты массовых жилых и общественных зданий должны выполняться только с учетом воздействия максимальной интенсивности опасных природных явлений в их последний всплеск высокой активности на территории России с образованием в их конструкциях предельно допустимой степени повреждения не более  $d \leq 2.0$  (вместо  $d \leq 3.0$ ).

2. Объемно-планировочные и конструктивные решения жилых и общественных зданий должны быть разработаны с учетом только минимизации разных инженерных решений: а) протяженности эвакуационных путей из зданий на открытое безопасное пространство; б) вибрационного воздействия их конструкций на людей.

3. В проектах жилых и общественных сейсмостойких зданий основными выходными расчетными данными должны быть усредненные показатели числа людей в процентах, которые при землетрясении потеряют здоровье на время от нескольких минут и до нескольких месяцев.

4. В санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566-96 следует предусмотреть предельно допустимые значения логарифмических уровней вибраторностей (в дБ) в конструкциях жилых и общественных зданий при землетрясении: - при 7 балльном сейсмическом воздействии -  $L_v \leq 90$  дБ; - при 8 балльном сейсмическом воздействии -  $L_v \leq 100$  дБ; - при 9 балльном сейсмическом воздействии -  $L_v \leq 110$  дБ.

5. Из-за не признания в строительной системе России людей «главным объектом защиты» в зданиях при опасных природных явлениях, это следует признать главной причиной массовой гибели людей в декабре 2009 г. в ночном клубе «Хромая лошадь» г. Перми и в марте 2018 г. в торговом центре «Зимняя вишня» г. Кемерово.

#### Список литературы

1. Чернышов М.В. Психические реакции населения во время катастрофических землетрясений // Научно-практическая конференция в психиатрической больнице № 3 г. Москвы. 1972. С. 349-353.
2. Мельников А.В. Психогенные расстройства у пострадавших во время землетрясения // Психические расстройства у пострадавших во время землетрясения в Армении: Сб. науч. тр. М.: НИИ общей и судебной психиатрии им. В.П. Сербского. 1989. С. 54-61.
3. Масляев А.В. Сохранение здоровья людей, находящихся в зданиях при землетрясении / А.В. Масляев // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2014. № 2. С. 38-42.
4. Александровский Ю.А. Пограничные

нервно- психические расстройства:

Руководство для врачей. Ростов н/Д: Феникс. 1997. 576 с.

5. Ананьин И.В. Ущерб, связанный с воздействием землетрясений на психическое состояние человека / И.В. Ананьин // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. Информ.- аналитич. бюллетень МЧС России. - 1994. - № 4. - С. 45-48.

6. Вахов В.П. Психические нарушения у служащих организованных коллективов в районе бедствий/ В.П. Вахов; НИИ общей и судебной психиатрии им. В.П. Сербского// Психич. расстройства у пострадавших во время землетрясения в Армении: Сб. науч. тр. - М., 1989. - С. 34-41.

7. Лобастов О.С., Левченко С.Л. Некоторые закономерности возникновения и течения патологических реакций страха у людей в жилых помещениях, оказавшихся в районе землетрясения Л: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова. 1983.

8. Масляев А.В. Расчет зданий и сооружений для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении // Жилищное строительство. 2009. - № 8. С. 33-35.

9. Масляев А.В. Вибрационное воздействие конструкций зданий на людей при землетрясении // Жилищное строительство. 2007. № 12. С. 23-24

10. Аптикаев Ф.Ф., Масляев А.В. Защита жизни и здоровья людей не признаются главной целью при возведении зданий в России // Жилищное строительство. 2019. № 11. С. 58-64. DOI: [https:// doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64](https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64).

11. Масляев А.В. Сейсмозащита зданий в населенных пунктах для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет. 2018. 149 с.

12. Хаин В.Е., Ломидзе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М. : МГУ. 1995. 480 с.

13. Муратов М.В. Происхождение материков и океанских впадин. М.: Наука. 1975. 176 с.

14. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН. 2003. 300 с.

15. Масляев А.В. Строительная система России не признает воздействия повторных землетрясений на строительные объекты // Американский научный журнал. № 38.2020. С.41-49. doi:10.31618/asj.2707-9864.2020.1/38/12.

16. Масляев А.В. Сейсмозащита населенных пунктов России с учетом фактора «непредсказуемости очередного опасного природного явления» // Жилищное строительство. 2017. № 11. С.43-47.

17. Maslyayev A. V. The Russian construction system's goal of reducing the cost of mass residential and public buildings // ISSN 0747-9239, Seismic

Instruments, 2020, Vol. 56, No. 2, pp. 237–243 DOI: 10.3103/SO747923920020073.

18. Yudakhin F.N. About one important feature in structure of Earth crust // Abstract volume of 31-st International Geological Congress. Rio-de-Janeiro, Brasil, August 6-17, 2000.

19. Yudakhin F.N. The origin of Fennoscandia's uplift // Geophysical Research Abstracts, Vol. 5. 2003. Abstracts of the Contributions of the EGS-EUQ joint Assambly, Nice, France, 06-11 April, 2003.

20. Medvedev S. V. Seismic intensity scale MSK-76. Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-6 (117), 1977. P. 95-102.

21. Aptikaev F.F. Erteleva O.O. Vertical component problem for seismic hazard analysis // Seismology and Engineering Seismology ( ed. M.D. Trifunac). The International conference on Earthquake Engineering "The Banja Luka Earthquake – Forty Years of Engineering Experience", 26-28 Oct. 2009. Banja Luka, Republic of Serbska, Bosnia and Herzegovina: N.I.G.D. Nezavisne novine, d.o.o. 2009. P. 77-86.

22. Gay S.P. Pervasive orthogonal fracturing in Earth's continental crust. American Stereo Map Co.: Salt Lake City, Utah, 1973. P. 121.

23. Crachev A. F. Intraplate geodynamics and seismicity // J. Earthquake Prediction Research. 1992. Vol. 16. P. 87-106.

24. Zoback M. L. , Zoback M. D. , Adams J. et al. Global patterns of tectonic stress // Nature. 1989. Vol. 341. № 6240. P. 292-298.

#### **Автор статьи**

Масляев Александр Викторович, кандидат технических наук, эксперт федерального значения в области сейсмостойкого строительства, свидетельство

№ 08-07495, выданного 28.03. 2019 г. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, г. Москва, научный сотрудник хозрасчетной научно-исследовательской сейсмической лаборатории в г. Волгограде;

дом. адрес: 400074, Волгоград, ул. Иркутская д. 2, кв. 36, тел. +7-902-657-20-56;

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 521  
ГРНТИ 41.29.33

## АНИЗОТРОПИЯ ФОНОВОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ И МАССИВНЫЕ ФОТОННЫЕ ПАРЫ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.88.1409

*Мирзоева Ирина Константиновна*  
кандидат физико-математических наук  
Институт космических исследований РАН,  
118997, г.Москва, ул. Профсоюзная, д.84/32

## ANISOTROPY OF THE BACKGROUND MICROWAVE RADIATION OF THE UNIVERSE AND MASSIVE PHOTON PAIRS

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается вопрос об аномально низкой температурной дисперсии фонового микроволнового излучения Вселенной, которая была обнаружена исследователями Р. Пенроузом и В. Гурзядяном по данным миссий *WMAP* и *Planck*. Дано новое объяснение этого явления, как свидетельства остаточных следов в микроволновом фоне Вселенной после возникновения множественных неустойчивостей в вакуумной фазе материи в первые моменты развития нашей Вселенной. Именно эти неустойчивости стали центрами возникновения фундаментальной массы вещества – массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов). Приводятся теоретические и экспериментальные доказательства связи микроволнового фонового излучения с массивными фотонными парами с использованием данных миссий *Интербол-Хвостовой зонд*, *RHESSI* и *XMM-Newton*.

### ABSTRACT

The paper considers the issue of the anomalously low temperature dispersion of the cosmic microwave background (CMB) of the Universe, which was discovered by researchers R. Penrose and V. Gurzadyan according to the data of the *WMAP* and *Planck* missions. A new explanation of this phenomenon is given as evidence of residual traces in the CMB after the occurrence of multiple instabilities in the vacuum phase of matter in the first moments of the development of our Universe. It is these instabilities that have become the centers of the emergence of the fundamental mass of matter – massive photon pairs (ultralight scalar bosons). Theoretical and experimental evidence of the connection of CMB with massive photon pairs is presented using data from the *Interball-Tail Probe*, *RHESSI* and *XMM-Newton* missions.

**Ключевые слова:** фоновое микроволновое излучение (ФМИ) Вселенной, температура ФМИ, анизотропия ФМИ, низкая температурная дисперсия ФМИ, массивные фотонные пары, вакуум.

**Keywords:** cosmic microwave background (CMB) of the Universe, CMB temperature, CMB anisotropy, low temperature dispersion of CMB, massive photon pairs, vacuum.

### ВВЕДЕНИЕ

Как известно, фоновым микроволновым излучением (ФМИ) заполнено все пространство наблюдаемой Вселенной. Его часто называют реликтовым излучением. Это излучение, согласно стандартной  $\Lambda$ CDM – модели, принято считать остаточным излучением после Большого Взрыва. Исследования микроволнового фона Вселенной ведутся с 1965 года. В 1983 году был проведен первый эксперимент по измерению реликтового излучения с борта советского космического аппарата РЕЛИКТ-1. В январе 1992 года на основании данных эксперимента РЕЛИКТ-1, российские ученые объявили об открытии анизотропии реликтового излучения [1]. Чуть позднее об обнаружении флуктуаций объявили и американские ученые на основе данных эксперимента COBE [2]. Спектрофотометр дальнего инфракрасного излучения FIRAS, установленный на спутнике NASA COBE, выполнил наиболее точные, на тот момент, измерения спектра реликтового излучения. Они

подтвердили его соответствие спектру излучения абсолютно черного тела с температурой 2,725 К. Наиболее подробную карту ФМИ удалось построить в результате работы американского космического аппарата WMAP, который проработал с 30 июня 2001г. по 2010г [3]. 14 мая 2009 года был произведен запуск миссии Planck Европейского космического агентства. Основной целью миссии Planck было проверить и уточнить данные, полученные WMAP и более подробно изучить вариации микроволнового космического фона.

Спутник Planck проработал по октябрь 2013 года [4].

### АНОМАЛЬНО НИЗКАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ ДИСПЕРСИЯ ФМИ

Исследователи Пенроуз и Гурзядян, анализируя данные космической обсерватории *Planck*, открыли в микроволновом фоне отпечатки событий, которые, как они считают, случились задолго до Большого Взрыва [9]. Эти отпечатки представляют собой набор концентрических колец,

в которых разброс температуры микроволнового фона (температурная дисперсия) аномально низок в сравнении с присутствующими по всему небу колебаниями. На рис.1 представлены наборы кругов с низкой дисперсией по данным миссии Planck. В экваториальной зоне около 40 градусов к северу и югу дисперсия отсутствует. Более подробно результаты этой работы приводятся в [5]. Эти отклонения в степени хаоса, полагают Пенроуз и Гурзадян, вызваны катастрофами – столкновениями сверхмассивных черных дыр, выбрасывавшими в космос большие порции энергии. Но эти же авторы обнаружили одну странность: как следует из расчетов, столкновения эти происходили не после Большого Взрыва, а до него [6]. Пенроуз и Гурзадян предприняли на этот счет весьма экзотическое объяснение. Согласно их мнению, все сущее проходит ряд больших циклов – эонов – разделенных Большими Взрывами. При

этом, понятие пространства у данных авторов весьма расплывчато. Даже если принять это за истину, то все равно остается непонятно, как столь четкая структура концентрических колец весьма слабого ФМИ выдержала переход от одного эона к другому, да и сам Большой Взрыв. Такое объяснение представляется весьма сомнительным. Но не проще ли предположить, что Большого Взрыва и вовсе не было, а структура в виде концентрических колец имеет совершенно иной физический смысл. Далее попытаемся иначе объяснить это открытие.

Открытие анизотропии ФМИ в виде концентрических колец – это лишнее доказательство того, что возникли множественные неустойчивости в вакуумной фазе материи и эти неустойчивости стали центрами возникновения фундаментальной массы вещества – массивных фотонных пар.

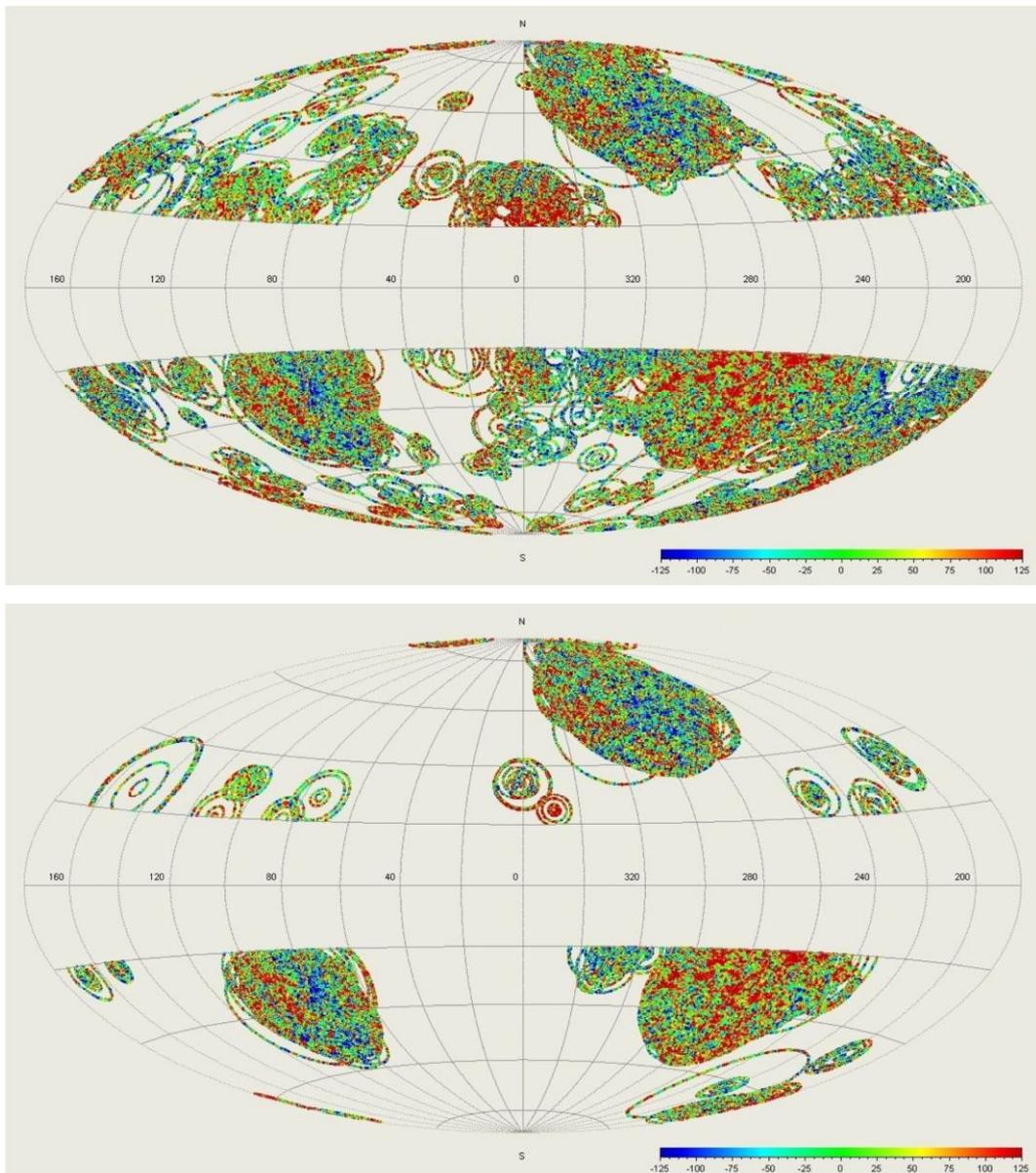


Рис. 1. Наборы кругов с низкой дисперсией, содержащие 3 или более кругов (а. верхний график) и 4 или более кругов (б. нижний график) дисперсии, глубина более  $15^\circ$  в данных Planck-2015.

### СВЕРХЛЕГКИЕ СКАЛЯРНЫЕ БОЗОНЫ И МОДЕЛЬ УСКОРЕННО РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ВСЕЛЕННОЙ БЕЗ “БОЛЬШОГО ВЗРЫВА”

Современная модель Вселенной – это фридмановская нестационарная модель расширяющейся Вселенной плюс учет космологической постоянной и темной материи: так называемая стандартная  $\Lambda$ CDM – модель.

В работе [7] рассматривается модель ускоренно расширяющейся Вселенной без Большого Взрыва. Согласно этой модели, введенной впервые Э.Б. Глинером в работе [8], материя может находиться в двух состояниях: в вакуумной фазе, то есть в виде искомой сегодня “темной материи”, и в обычной фазе, отличной от вакуума, то есть в виде собственно материи в нашей Вселенной. Вакуум представляет из себя упругую, на квантовом уровне, среду, основными силами в которой являются силы отталкивания. Поэтому, согласно [7] и [8], давление вакуума отрицательно. Благодаря отрицательному давлению вакуум может создавать силы антитяготения.

Именно эти силы и определяют постоянное расширения нашего пространства.

Основным уравнением состояния вакуума является уравнение, согласно которому плотность энергии вакуума  $\rho_v$  равна его отрицательному давлению:

$$\rho_v = - p_v \quad (1)$$

В уравнении для гравитационного поля в Общей теории относительности (ОТО) членом, описывающим свойства вакуума, считается космологическая постоянная  $\lambda$ . Согласно ОТО,  $\lambda$  и плотность энергии вакуума должны быть тождественны и положительны, так как необходим баланс между двумя типами состояния материи:

$$\lambda = \rho_v = - p_v \quad (2)$$

Гравитация определяется не только плотностью среды, но и ее давлением. Эффективная гравитирующая плотность в космологии определяется как:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho + 3p \quad (3)$$

С учетом основного уравнения состояния вакуума (1), получаем:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho_v + 3p_v = -2p_v \quad (4)$$

Вакуум сам способен влиять на расширение пространства и на плотность материи. Обратное невозможно. Материя не влияет на вакуум, поэтому наша Вселенная расширяется. Кроме того, в работе [9] показано, что наличие сколь угодно малого количества обычной материи приводит к неустойчивости исходного состояния вакуума. При рождении частиц материи из вакуума, плотность обычного вещества в нашей Вселенной возрастает. А поскольку необходим баланс плотности между

вакуумной фазой материи (темной материей) и обычной материей, то это условие соблюдается при увеличении объема нашей Вселенной. Так как процесс рождения частиц из вакуума идет постоянно, а значит, плотность обычной материи растет постоянно, то и расширение нашей Вселенной происходит постоянно и с ускорением. При этом, постоянно идет процесс рождения из вакуума сверхлегких скалярных бозонов. Согласно [7], со сверхлегкими скалярными бозонами, с большой степенью вероятности, можно отождествить самые многочисленные частицы во Вселенной – фотоны. Поскольку фотон, согласно квантовой механике [10], частица векторная, а сверхлегкий скалярный бозон обязан быть скаляром, то вполне реально предположение о том, что фотоны рождаются парами. При этом, пары образуются по принципу противоположной спиральности. Логическим выводом из этих предположений является наличие массы у фотонов. В [7] масса фотонных пар – фундаментальная масса - получается как следствие из уравнений ОТО и составляет величину

$$m_0 \approx 3 \times 10^{-66} \text{ г.} \quad (5)$$

Массивные фотонные пары образуются всюду во Вселенной, однако, они квазистационарны и существуют как пары до момента их попадания в магнитное поле. В магнитном поле пары распадаются с выделением энергии. Дальнейшая судьба фотонов различна и зависит от характеристик окружающей среды. Следы распада массивных фотонных пар и их влияния на разреженную плазму межгалактического и межзвездного пространства можно найти всюду во Вселенной. Распад массивных фотонных пар влияет также на плазму солнечной короны, на плазму магнитосферы Земли. Например, работы [11], [12], [13] посвящены изучению вариаций интенсивности рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий от 2 до 15 кэВ в период спокойного Солнца. В 2005 году было обнаружено явление падение интенсивности рентгеновского излучения Солнца в узких диапазонах рентгеновского спектра от 2 до 15 кэВ [11] на основе анализа данных проекта *Интербол-Хвостовой зонд*. В дальнейших исследованиях это явление нашло подтверждение по данным миссий *RHESSI* и *XMM-Newton* [14], [15]. В работе [15] был сделан важный вывод о связи снижения интенсивности рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий 2-15 кэВ с распадом массивных фотонных пар в магнитном поле солнечной короны и в магнитном поле магнитосферы Земли. Определен более точно и диапазон максимального снижения интенсивности рентгеновского излучения: 3-4 кэВ. Был так же сделан вывод о нагреве солнечной короны энергией, выделяющейся при распаде массивных фотонных пар.

Межгалактическое пространство заполнено очень разреженной плазмой – межзвездным газом.

Плотность межзвездного газа (в основном ионизированный и атомарный водород) много меньше  $\rho < 10^{-36}$  г/см<sup>3</sup>. Следы распада массивных фотонных пар можно найти и в фоновом микроволновом излучении Вселенной. Так, согласно [15], при учете полученного в [15] же магнитного момента массивной фотонной пары:

$$M \approx 4.8 \cdot 10^{14} \text{ Дж} \quad \text{Тл} \quad (6)$$

для характерной величины межзвездного и межгалактического магнитного поля  $H \approx 0.765 \cdot 10^{25}$  Гс, получается величина  $T \approx 2.725$  К°, известная, как температура ФМИ.

Таким образом, мы используя выводы из известных теоретических работ и сопоставляя с ними новые экспериментальные данные, получили прямую связь между массивными фотонными парами и фоновым микроволновым излучением Вселенной. Следовательно, открытие низкой температурной дисперсии ФМИ в виде концентрических колец могут объясняться возникновением множественных неустойчивостей в вакуумной фазе материи в первые моменты развития нашей Вселенной и эти неустойчивости стали центрами возникновения фундаментальной массы вещества – массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов). При таком сценарии в реликтовом излучении, дошедшем о нас, могли сохраниться отпечатки эти центров возникновения фундаментальной массы вещества, и низкая температурная дисперсия вокруг них вполне вписывается в это объяснение.

Интересно, что в одной из новых работ [16], Гурзядян так же приходит к выводу о существовании силы отталкивания во Вселенной. В работе [16] речь идет о том, что на эволюцию скоплений галактик может влиять отталкивание, описываемое космологической постоянной в ОТО. Данный вывод полностью подтверждает вывод, сделанный ранее в работе [7].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении приходим к следующим выводам:

1. Открытие anomalно низкой температурной дисперсии ФМИ, подтвержденное в миссиях WMAP и Planck, свидетельствует в пользу существования массивных фотонных пар.

2. Собранные теоретические и экспериментальные доказательства, подтвержденные по данным миссий *Интербол-Хвостовой зонд*, *RHESSI* и *XMM-Newton*, позволяют с уверенностью утверждать, что существует прямая связь между массивными фотонными парами и фоновым микроволновым излучением Вселенной.

3. Оба этих фактора – низкая температурная дисперсия ФМИ и существование массивных фотонных пар (сверхлегких скалярных бозонов) –

говорят о том, что модель ускоренно расширяющейся Вселенной без “Большого взрыва” может вполне соответствовать реальности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Strukov I.A. et fl. The Relikt-1 experiment – New results// Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Oxford University Press. 1992. Vol.285. P.P 37- 40.

2. Smoot G.F. Structure in the COBE differential microwave radiometer first-year maps// The Astrophysical Journal.- IOP Publishing. 1992. Vol. 396. P. L1-L5.

3. Официальный сайт миссии WMAP <http://www.wmap.gsfc.gov> 4. Официальный сайт миссии Planck [http://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Planck](http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Planck)

5. V.G. Gurzadyan and R. Penrose. On CC-predicted concentric low-variance circles in the CMB sky// Eur.Phys.J. Plus 2013. 128. 22.1

6. V.G. Gurzadyan and R. Penrose. CCC and Fermi paradox // Официальный сайт международного научного архива 2015. arXiv:1512.00554v2. URL: <https://arxiv.org>.

7. Чефранов С.Г., Новиков Е.А. Гидродинамические вакуумные источники самозарождения темной материи в ускоренно расширяющейся Вселенной без “Большого Взрыва”// Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. 2010. Т.138. Вып. 5(11). С. 830-843 [S. G. Chefranov S. G. Novikov E. A. Hydrodynamic vacuum sources of dark matter self-generation in accelerated universe without Big Bang. Journal of Experimental and Theoretical Physics. 2010. Vol. 111. № 5. P.P. 731-743].

8. Глинер Э.Б. Алгебраические свойства тензора энергии-импульса и вакуумоподобное состояние материи // Журнал Экспериментальной и теоретической Физики. 1965. Т.49. С. 542 [Gliner E.B. Algebraic properties of the Energy-Momentum Tensor and Vacuum-Like States of Matter. Journal of E7.

9. Глинер Э.Б. Вакуумоподобное состояние среды и фридмановская космология // Доклады Академии Наук СССР. 1970. Т.192. №4 С. 771-774 [Gliner E.B. Vacuum-Like States of Matter and Friedmann Cosmology. Journal of Experimental and Theoretical Physics. 1966. Vol.22. №2. P.P. 378-372]

10. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // Теория поля. Наука. Москва. 1973.

11. Мирзоева И.К. Энергетический спектр временных профилей слабых всплесков мягкой компоненты рентгеновского излучения Солнца. // Письма в Астрономический журнал. 2005. Т.31. №1. С.57. [I. K. Mirzoeva Energy Spectrum of the Time Profiles for Weak Solar Soft X-ray Bursts. Astronomy Letters. 2005. Vol.31. №1. P.57]

12. Мирзоева И.К. Падение интенсивности рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий от 2 до 15 кэВ и нагрев солнечной короны // Физика плазмы. 2013. Т.39. №4. С.355-366. [Mirzoeva I.K. Reduction in the Intensity of Solar X-ray Emission in the 2- to 15-keV Photon Energy

Rangy and Heating of the Solar Corona. Plasma Physics Reports. 2013. Vol.39. №4. P.P. 355-366]

13. Мирзоева И.К. Мелкомштабная структура теплового рентгеновского фона солнечной короны и микровспышек в диапазоне энергий от 3 до 16 кэВ // Физика плазмы. 2018. Т.44. №1 . С.102-111. [Mirzoeva I. K. Small-Scale Structure of Thermal X-Ray Background of the Solar Corona and Microflares in the Photon Energy Range of 3-16 keV. Plasma Physics Reports. 2018. Vol. 44. №1. P.P.102-111]

14. Мирзоева И.К. Массивные фотонные пары и особенности изменений рентгеновского фона солнечной короны и магнитосферы Земли // Eurasian science journal. 2020. №76. Vol. 2, P.P. 42-46. [ Mirzoeva I.K. Massive photon pairs and features of changes in the X-ray background of the solar corona

and the Earth's magnetosphere. Eurasian science journal. 2020. №76. Vol. 2, P.P. 42-46.]

15. Мирзоева И.К., Чефранов С.Г. Вариации интенсивности рентгеновского излучения солнечной короны и нагрев корональной плазмы в свете квантовой теории фотонных пар // Физика плазмы. 2018. Т.44. №10. С.791-797 [Mirzoeva

I.K., Chefranov S.G. Variations in the X-ray Intensity of the Solar Corona and Heating of the Coronal Plasma in the Context of the Quantum Theory of Photon Pairs. Plasma Physics Reports. 2018. Vol. 44. №10. P.P. 920 - 925].

16. V.G. Gurzadyan, A.A Kocharyan, A.Stepanian. On the Lambda-evolution of galaxy clusters // Официальный сайт международного научного архива. 2020. arXiv: 2001.02634v2 [astro-ph.Co].

# Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал  
№ 7 (88)/2021 Том 1

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

**Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

**Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович  
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:  
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А  
E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ;  
[www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель ООО «Логика+»  
Тираж 1000 экз.