



МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

В этом номере:

- Метафизика бесконечности
- Метафизические вопросы математики
- Метаматематика и теория относительности
- Из наследия прошлого

2015, № 3 (17)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2015, № 3 (17)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

- **МЕТАФИЗИКА
БЕСКОНЕЧНОСТИ**
- **МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ
ВОПРОСЫ
МАТЕМАТИКИ**
- **МЕТАМАТЕМАТИКА
И ТЕОРИЯ
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**
- **ИЗ НАСЛЕДИЯ
ПРОШЛОГО**

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ	6
МЕТАФИЗИКА БЕСКОНЕЧНОСТИ	
<i>Векшенов С.А.</i> Грани бесконечного.....	9
<i>Серовайский С.Я.</i> О развитии понятия бесконечности в математике.....	35
<i>Катасонов В.Н.</i> Информация и реальность.....	56
МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ	
<i>Перминов В.Я.</i> Предустановленная гармония во взаимодействии математики и физики.....	63
<i>Яковлев В.А.</i> Метафизика информационной реальности.....	85
<i>Коганов А.В.</i> Скрытые эталоны математики работают в физике совместно с метрологическими эталонами.....	100
<i>Михайличенко Г.Г.</i> Становление и развитие математического аппарата теории физических структур.....	121
МЕТАМАТЕМАТИКА И ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	
<i>Арнольд В.И.</i> Анри Пуанкаре и другие естествоиспытатели.....	129
<i>Визгин Вл.П.</i> Эйнштейн и математики (к 100-летию создания общей теории относительности).....	135
ИЗ НАСЛЕДИЯ ПРОШЛОГО	
<i>Дирак П.А.М.</i> Отношение между математикой и физикой.....	157
<i>Вопенка П.</i> Актуально бесконечные множества.....	165
НАШИ АВТОРЫ	174

© Коллектив авторов, редколлегия журнала «Метафизика»,
отв. ред. Ю.С. Владимиров, 2015
© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2015

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Г.Г. Михайличенко

Горно-Алтайский государственный университет

В статье дан исторический обзор становления математического аппарата теории физических структур с момента ее возникновения в 1960-х гг. по настоящее время. Рассмотрена теория физических структур, предложенная Ю.И. Кулаковым, теория групп Ли преобразований, показан процесс создания специальных методов исследования.

Ключевые слова: физическая структура, феноменологическая симметрия (ФС), групповая симметрия (ГС), эквивалентность ФС и ГС, классификация физических структур.

Исходной идеей, положенной в основание теории физических структур, является принцип феноменологической симметрии (ФС). Этот принцип был сформулирован Ю.И. Кулаковым (см. [1, гл. 4]) как результат анализа строения второго закона Ньютона в механике, согласно которому ускоритель, действуя силой f на материальное тело массы m , сообщает ему ускорение

$$w = f/m.$$

Закон Ньютона можно записать в таком виде, что в нем будут отсутствовать трудно определяемые понятия массы тела m , силы ускорителя f и останется только одно прозрачное по своей физической сути ускорение w , измеряемое специальным прибором – акселерометром.

Введем множество материальных тел $M = \{i, j, k, \dots\}$, например шариков, и множество ускорителей $N = \{a, b, c, \dots\}$, например пружинок. Если взять два произвольных тела i и j с массами $m(i)$ и $m(j)$, а также два произвольных ускорителя a и b , действующие на тела силами $f(a)$ и $f(b)$, то для четырех возможных пар их сочетаний по закону Ньютона получим:

$$w(ia) = f(a)/m(i), w(ib) = f(b)/m(i), w(ja) = f(a)/m(j), w(jb) = f(b)/m(j),$$

где, например, $w(ia)$ есть ускорение, сообщаемое телу i действием на него ускорителя a . Нетрудно убедиться в том, что четыре ускорения $w(ia)$, $w(ib)$, $w(ja)$, $w(jb)$ связаны между собой уравнением

$$w(ia)w(jb) - w(ib)w(ja) = 0,$$

представляющим собой второй закон Ньютона в феноменологически симметричной форме.

Оказывается, что это уравнение ФС является следствием принципа феноменологической симметрии и от него можно вернуться к обычной записи



закона Ньютона, введя естественным образом массу m и силу f как физические характеристики материальных тел и ускорителей.

Введем, отвлекаясь от физического содержания, удобные для последующего математического изложения следующие обозначения координат точек в множествах M и N , то есть одномерных многообразиях, а также метрической функции на их прямом произведении $M \times N$:

$$x=l/m, y=f, f=w.$$

Тогда функция f и соответствующее ей уравнение ФС:

$$f=xy, f(ia)f(jb)-f(ib)f(ja)=0$$

будут задавать физическую структуру ранга (2,2), как некоторый чисто математический объект. Эта структура является частным решением специального функционального уравнения

$$f=f(x,y), \Phi(f(ia),f(ib),f(ja),f(jb))=0$$

в общем определении физической структуры ранга (2,2).

Ю.И. Кулаковым было установлено, что решение этого функционального уравнения единственно с точностью до замены координат точек в многообразиях M, N и масштабного преобразования метрической функции f при условии ее невырожденности, то есть существенной зависимости от координат x и y (см. [1, гл. 14]).

Согласно общему определению физической структуры ранга (2,2) четыре функции $f(ia), f(ib), f(ja), f(jb)$ от четырех переменных $x(i), x(j), y(a), y(b)$ связаны уравнением феноменологической симметрии $\Phi=0$. Необходимым и достаточным условием такой связи является известное из математического анализа ограничение на ранг соответствующей функциональной матрицы, который должен быть меньше четырех. То есть её определитель (якобиан четвертого порядка) равен нулю. Фиксируя в нем точки j из M и b из N , получаем простое дифференциальное уравнение в частных производных, линейное и однородное, решением которого и является единственная физическая структура ранга (2,2), возникшая из проведенного выше анализа строения второго закона Ньютона в механике.

Анализ строения другого закона общей физики, а именно закона Ома для полной цепи в электродинамике, привел Ю.И. Кулаков (см. [1, гл. 5]) к понятию физической структуры ранга (3,2), задаваемой следующими метрической функцией и соответствующим ей уравнением ФС

$$f=xy+z, f(ia)(f(jb)-f(kb))-f(ja)(f(ib)-f(kb))+f(ka)(f(ib)-f(jb))=0$$

для кортежа $\langle ijk, ab \rangle$ длины $5=3+2$, причем первое множество M (с координатой x) является одномерным многообразием, а второе множество N (с координатами y, z) – двумерным многообразием.

Функциональное уравнение

$$f=f(x,y,z), \Phi(f(ia),f(ib),f(ja),f(jb),f(ka),f(kb))=0$$

в общем определении физической структуры ранга (3,2) было решено автором (см. [2, § 3, § 4, § 5]). Соответствующая функциональная матрица размера 7×6 должна иметь ранг меньше шести. Обращая в ноль один из её якобианов шестого порядка и фиксируя в нем точки j, k из M, b из N , получаем

дифференциальное уравнение в частных производных для метрической функции $f = f(x, y, z)$. С его решением возвращаемся в исходную функциональную матрицу, обращая в ноль другой ее якобиан шестого порядка. При этом появляются классические функциональные уравнения, решением которых было установлено, что физическая структура ранга (3,2), появившаяся при анализе строения закона Ома, единственна с точностью до замены координат точек в многообразиях M , N и масштабного преобразования метрической функции f при условии ее невырожденности.

Аналогично на m -мерном и n -мерном многообразиях M и N определяются физические структуры ранга $(n+1, m+1)$:

$$f = f(x^1 \dots x^m, y^1 \dots y^n),$$

$$\Phi(f(ia), f(ib), \dots, f(ic), f(ja), f(jb), \dots, f(jc), \dots, f(ka), f(kb), \dots, f(kc)) = 0$$

для кортежа $\langle ij \dots k, ab \dots c \rangle$ длины $(n+1) + (m+1)$.

Описанный выше метод исследования физических структур минимальных рангов (2,2) и (3,2) при переходе к физическим структурам более высокого ранга $(n+1, m+1)$ стал неэффективным из-за многочисленных чисто технических трудностей. Более эффективным оказался разработанный автором «метод расщепления» (см. [3, § 2–§ 9]), суть которого поясним на примере простейшей физической структуры ранга (2,2). Уравнение ФС из ее общего определения разрешим относительно первой переменной $f(ia)$ и запишем его для четверок $\langle gi, ab \rangle$, $\langle gj, ab \rangle$ с произвольной точкой g из M . Приравнявая правые части и фиксируя независимую переменную $f(gb)$, в уравнении ФС расщепляем точки i и j из M . Используя произвольную точку d из N , точно так же в уравнении ФС расщепляем точки a и b из N .

Следствием полученных двух частных расщеплений является полное расщепление всех четырех точек i, j и a, b , по которому находим аддитивное координатное представление метрической функции f и соответствующее ей уравнение ФС:

$$f = x + y, f(ia) - f(ib) - f(ja) + f(jb) = 0.$$

Простые экспоненциальные замены координат $\exp x \rightarrow x$, $\exp y \rightarrow y$ в одномерных многообразиях M , N и соответствующее им экспоненциальное масштабное преобразование $\exp f \rightarrow f$ метрической функции f приводят полученное аддитивное задание физической структуры ранга (2,2) к канонической мультипликативной форме $f = xy$, найденной из анализа строения второго закона Ньютона.

Описанным только что методом была построена полная классификация физических структур произвольного ранга $(n+1, m+1)$ для любых значений целых чисел $m \geq 1$ и $n \geq 1$.

Из доказанной в монографии [3] основной классификационной теоремы следует, что физические структуры ранга $(n+1, m+1)$ могут существовать в следующих случаях, для которых запишем только канонические формы их метрических функций:

1. для $m=n=1$, то есть ранга (2,2):

$$f = x^1 + y^1;$$

2. для $m=n \geq 2$, то есть рангов (3,3), (4,4), (5,5) и т.д., причем в двух различных вариантах:

$$f = x^1 y^1 + \dots + x^{m-1} y^{m-1} + x^m + y^m$$

и

$$f = x^1 y^1 + \dots + x^{m-1} y^{m-1} + x^m y^m;$$

3. для $n=m+1 \geq 2$, то есть рангов (3,2), (4,3), (5,4) и т.д.:

$$f = x^1 y^1 + \dots + x^m y^m + y^{m+1};$$

4. для $m=n+1 \geq 2$, то есть рангов (2,3), (3,4), (4,5) и т.д.:

$$f = x^1 y^1 + \dots + x^{m-1} y^{m-1} + x^m;$$

5. для $n=m+2=3$, то есть ранга (4,2):

$$f = (x^1 y^1 + y^2) / (x^1 + y^3);$$

6. для $m=n+2=3$, то есть ранга (2,4):

$$f = (x^1 y^1 + x^2) / (x^3 + y^4).$$

Для всех же остальных пар значений целых чисел m и n физические структуры ранга $(n+1, m+1)$ не существуют (см. [3, §1]).

Заметим, что диагональные комплексифицированные физические структуры рангов (3,3), (4,4), (5,5) и (6,6) были использованы в теоретической физике Ю.С. Владимировым [4] для обоснования сигнатуры псевдоевклидового пространства-времени Минковского, а также для построения спинорного аппарата описания ферми-частиц и создания единой теории взаимодействий.

Феноменологическая симметрия характеризует не только физические структуры как геометрии двух множеств [2], но и обычные геометрии на одном множестве, например, плоскость Евклида E^2 (см. [5], Введение). В качестве задающей ее метрической функции можно взять квадрат обычного расстояния между двумя точками i и j из E^2 . Соответствующее ей уравнение ФС имеет следующий геометрический смысл: трехмерный объем тетраэдра $\langle ijkl \rangle$, выраженный через шесть взаимных расстояний между четырьмя его вершинами, равен нулю, если все они лежат в плоскости Евклида:

$$f(ij) = (x(i) - x(j))^2 + (y(i) - y(j))^2, \\ V(f(ij), f(ik), f(il), f(jk), f(jl), f(kl)) = 0.$$

Преобразование плоскости Евклида $(x, y) \rightarrow (x', y')$, сохраняющее ее метрическую функцию, называется движением. Множество всех движений находится как решение функционального уравнения

$$(x'(i) - x'(j))^2 + (y'(i) - y'(j))^2 = (x(i) - x(j))^2 + (y(i) - y(j))^2$$

из условия сохранения метрической функции и является трехпараметрической группой (см. [5, §10]), включающей в себя покой и обратное движение. Таким образом, плоскость Евклида наделена групповой симметрией степени три, то есть является двумерной геометрией с максимальной подвижностью.

Аналогичные свойства характеризуют и некоторые другие двумерные геометрии, в частности сферу S^2 в трехмерном евклидовом пространстве.

Естественно, возникает вопрос, сколько таких геометрий, определяемых в общем случае метрической функцией $f(ij)$ и соответствующим ей уравнением ФС:

$$f(ij)=f(x(i), y(i), x(j), y(j)), \\ \Phi(f(ij), f(ik), f(il), f(jk), f(jl), f(kl))=0$$

для четверки $\langle ijkl \rangle$, на двумерном многообразии M может быть?

Автором была построена полная классификация двумерных феноменологически симметричных геометрий, которые наделены групповой симметрией степени три. Метрические функции $f(ij)$ приведены в ней с точностью до замены координат точек в двумерном многообразии и ее масштабного преобразования (см. [5, § 3]).

Заметим, что В.Х. Львом построена полная классификация трехмерных феноменологически симметричных геометрий (см. [5, § 4]), которые наделены групповой симметрией степени шесть. То есть такие трехмерные геометрии, как и двумерные, являются геометриями с максимальной подвижностью. Полные классификации n -мерных феноменологически симметричных геометрий, которые наделены групповой симметрией степени $n(n+1)/2$, для $n \geq 4$ еще не построены.

Г. Гельмгольц в известной его работе «О фактах, лежащих в основании геометрии» [6] нашел все двумерные геометрии с максимальной подвижностью, равной трем. Среди них, конечно же, были плоскость Евклида E^2 и двумерная сфера S^2 , но была еще и такая геометрия, в которой окружностью является логарифмическая спираль. Эту «странную» геометрию Гельмгольц из своей классификации исключил дополнительной аксиомой, согласно которой поворот на 360 градусов не должен изменять расположения фигур. Аналогично Гельмгольц исключил и псевдоевклидовую плоскость Минковского, то есть двумерное пространство-время специальной теории относительности (СТО), которую спустя почти 40 лет, в 1905 г., создал А. Эйнштейн.

Но, с другой стороны, все двумерные геометрии с максимальной подвижностью, найденные Гельмгольцем, в том числе и «странные» с его точки зрения, присутствуют в полной классификации двумерных феноменологически симметричных геометрий (см. [5, § 3]).

Детальный анализ совпадения двух классификаций убедил автора в том, что для двумерных геометрий между их групповой и феноменологической симметриями имеется тесная связь. Впоследствии было установлено (см. [5, § 6]), что эта связь является полной эквивалентностью в следующем смысле: для того чтобы метрическая функция $f(ij)$ задавала феноменологически симметричную двумерную геометрию, необходимо и достаточно, чтобы эта геометрия была наделена групповой симметрией степени три, то есть была двумерной геометрией с максимальной подвижностью.

С установлением эквивалентности феноменологической и групповой симметрий двумерных геометрий оказалось возможным проверить полноту их классификации, используя теорию групп преобразований, созданную С. Ли [7] и его последователями.

Соответствующая проверка была проведена автором (см. [5, § 7, § 8]). Метрические функции $f(ij)$ из общего определения находились при этом как невырожденные двухточечные инварианты их групп движений.

Далее было установлено, что эквивалентность феноменологической и групповой симметрий имеет место для геометрий любой размерности $n \geq 1$ и даже для так называемых полиметрических геометрий, в которых паре точек сопоставляется не одно число, а несколько (см. [8, § 1, § 2]), причем во всех случаях феноменологически симметричные геометрии оказывались геометриями с максимальной подвижностью.

В результате появилась возможность групповыми методами построить полные классификации некоторых полиметрических геометрий, в частности, двуметрических геометрий на плоскости и триметрических геометрий в пространстве (см. [8, § 3, § 4, § 5]).

Одна из двуметрических двумерных геометрий задается следующей двухкомпонентной метрической функцией:

$$f^1(ij) = (x(i) - x(j))y(i), f^2(ij) = (x(i) - x(j))y(j).$$

Эта геометрия имеет содержательную физическую интерпретацию (см. [5, § 16]). Для такой интерпретации под $f^1(ij)$ и $f^2(ij)$ надо понимать те количества тепла $Q^{TS}(ij)$ и $Q^{ST}(ij)$, которые система отдает внешним телам при ее переходе из начального состояния i в конечное состояние j по двум различным путям. А именно по траекториям TS и ST , состоящим из равновесных изотермического ($T = \text{const}$) и адиабатического ($S = \text{const}$) процессов, где $S = x$ и $T = y$ есть энтропия и температура как естественные параметры такой плоскости.

Установление эквивалентности феноменологической и групповой симметрий в геометрии одного множества поставило вопрос о существовании аналогичной эквивалентности этих симметрий и в геометрии двух множеств, то есть для физических структур.

Проанализируем в этом отношении физическую структуру ранга (3,2), появившуюся при анализе строения закона Ома. Движением в этой геометрии двух множеств назовем такие одновременные преобразования $x \rightarrow x'$ одномерного многообразия M и $(y, z) \rightarrow (y', z')$ двумерного многообразия N , которые сохраняют метрическую функцию $f = xy + z$. Каждое движение является решением соответствующего функционального уравнения

$$x'y' + z' = xy + z$$

из условия сохранения метрической функции (см. [2, § 5]). Множество всех движений представляет собой двухпараметрическую группу согласованных преобразований обоих многообразий. Метрическая функция f является ее двухточечным инвариантом, единственным с точностью до масштабного преобразования, что устанавливается решением другого функционального уравнения [Там же].

Следовательно, физическая структура ранга (3,2) как феноменологически симметричная геометрия двух множеств наделена групповой симметрией степени два и является геометрией с максимальной подвижностью.

Проведенный анализ устанавливает эквивалентность феноменологической и групповой симметрий физической структуры ранга (3,2). Но такая же эквивалентность имеет место и для физических структур любого ранга, причем не только однометрических, но и полиметрических (см. [9, § 1]).

Для вышеопределенных однометрических физических структур ранга $(n+1, m+1)$ группы движений были найдены как решения соответствующих функциональных уравнений из условия сохранения их метрических функций (см. [9, § 2]). Оказалось, что для каждой из них степень групповой симметрии равна произведению mn размерностей m и n многообразий M и N , то есть они, как и физическая структура ранга (3,2), являются геометриями двух множеств с максимальной подвижностью.

Эквивалентность феноменологической и групповой симметрий для полиметрических физических структур позволила построить полные классификации некоторых из них, используя теорию группы Ли преобразований (см. [9, § 7, § 8]).

Заметим, что большая часть задач теории физических структур сводится к решению функциональных уравнений. Методы их решения в совокупности и составляют ее математический аппарат. Обзор типов возникающих функциональных уравнений приведен в монографиях автора (см. [8, § 7; 9, § 11; 10, § 6, § 12]). Некоторые из них еще не решены. Список решенных и нерешенных задач приведен в тех же монографиях (см. [8. С. 112; 9. С. 190; 10, § 7, § 14]). Читатель может подключиться к решению любой из них, освоив уже наработанные методы или предложив свой более эффективный метод.

В заключение отметим одно очень важное обстоятельство. Богатое математическое содержание и разнообразную физическую интерпретацию имеют только бинарные физические структуры, метрические функции которых сопоставляют числа паре точек $\langle ij \rangle$ из одного множества M или паре точек $\langle ia \rangle$ из двух разных множеств M и N . То есть они являются геометриями одного или двух множеств. Наделенные групповой симметрией, они являются геометриями с максимальной подвижностью, причем феноменологическая и групповая симметрии для них оказываются эквивалентными.

Понятие физической структуры можно обобщить, предполагая, что метрическая функция f сопоставляет числа не только двум точкам из одного множества или двух разных множеств, но и трем точкам, четырем и т.д. (см. [9, § 10; 10, § 11]). Тогда физические структуры могут быть определены более чем на трех множествах. Однако предварительное исследование показало, что, во-первых, небинарные физические структуры не наделяются групповой симметрией конечной степени. Во-вторых, они существуют в простейших формах только для минимальных рангов. Например, на трех множествах M, N, L физическая структура ранга (2,2,2) существует, а уже для ранга (3,2,2) она существовать не может. Если же дополнительно потребовать, чтобы физические структуры были наделены групповой симметрией конечной степени, то, оказывается, остаются только бинарные физические структуры на одном и двух множествах. И для них автоматически сами со-

бой устанавливаются точные соотношения между рангом феноменологической симметрии, степенью групповой симметрии, размерностью множеств и числом компонент метрической функции. Все эти соотношения обычно вводились в определения физических структур без достаточного обоснования, но теперь стало ясно (см. [9, § 10; 10, § 11]), что они являются следствием наличия групповой симметрии, без которой, как известно, становится бедным физическое содержание любых математических построений.

P.S.: Монография Кулакова Ю.И. и все цитируемые в данном обзоре монографии автора размещены на сайте теории физических структур, электронный адрес: <http://www.tphys.info>

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М.: Доминико, 2004.
2. Михайличенко Г.Г. Физические структуры как геометрии двух множеств. – Горно-Алтайск: ГАГУ, 2008.
3. Михайличенко Г.Г. Математический аппарат теории физических структур. – Горно-Алтайск: ГАГУ, 1997.
4. Владимиров Ю.С. Основания физики. – М.: Бином, 2008.
5. Михайличенко Г.Г. Двумерные геометрии. – Барнаул: БГПУ, Горно-Алтайск: ГАГУ, 2004.
6. Гельмгольц Г. О фактах, лежащих в основании геометрии // Об основаниях геометрии. – М., 1956. – С. 366–388.
7. Lie S., Engel F. Theorie der Transformations gruppen, Bd 3. – Leipzig, 1893.
8. Михайличенко Г.Г. Полиметрические геометрии. – Новосибирск: НГУ, 2001.
9. Михайличенко Г.Г. Групповая симметрия физических структур. – Барнаул: БГПУ, Горно-Алтайск: ГАГУ, 2003.
10. Михайличенко Г.Г. Математические основы и результаты теории физических структур. – Горно-Алтайск, ГАГУ, 2012.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL APPARATUS OF THE THEORY OF PHYSICAL STRUCTURES

G.G. Mikhailichenko

The theory of physical structures was proposed by Yuri Kulakov in the early 1960s. In studying the simplest structure of rank (2,2), its author relied only on the well-known analysis theorem about functional dependency. However, as the theory grew more complex and in view of the need for complete classifications of physical structures, it became essential to use many other branches of higher mathematics, in particular, the theory of Lie groups of transformations, and develop special research methods. This article offers a historical overview of the development of the mathematical apparatus of the theory of physical structures over the fifty years that have passed from its inception to the present day.

Key words: physical structure, phenomenological symmetry (PS), group symmetry (GS), equivalence of PS and GS, classification of physical structures.

НАШИ АВТОРЫ

АРНОЛЬД Владимир Игоревич (1937–2010) – советский и российский математик, автор работ в области топологии, теории дифференциальных уравнений и теоретической механики, академик РАН, до последнего времени работал в Математическом институте имени В.А. Стеклова в Москве и в Университете Париж–Дофин.

ВЕКШЕНОВ Сергей Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Российской академии образования (Москва).

ВИЗГИН Владимир Павлович – доктор физико-математических наук, профессор Института истории естествознания и техники РАН.

ВЛАДИМИРОВ Юрий Сергеевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор Института гравитации и космологии РУДН, академик РАЕН.

ВОПЕНКА Петр (1935–2015) – чехословацкий математик, специалист в области математической логики, анализа, топологии, теории дифференциальных уравнений, профессор Карлова университета в Праге.

ДИРАК Поль Адриен Морис (1902–1984) – английский физик-теоретик, автор релятивистских квантовых уравнений, носящих его имя, лауреат Нобелевской премии (1933 г.).

КАТАСОНОВ Владимир Николаевич – доктор философских наук, профессор, доктор богословия, заведующий кафедрой философии Общецерковной аспирантуры и докторантуры имени Святых равноапостольных Кирилла и Мефодия.

КОГАНОВ Александр Владимирович – кандидат физико-математических наук, заведующий отделом математики Научно-исследовательского института системных исследований РАН (Москва).

МИХАЙЛИЧЕНКО Геннадий Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики Горно-Алтайского государственного университета, академик РАЕН.

ПЕРМИНОВ Василий Яковлевич – доктор философских наук, профессор философского факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

СЕРОВАЙСКИЙ Семен Яковлевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры дифференциальных уравнений и теории управлений Казахского национального университета имени аль-Фараби.

ЯКОВЛЕВ Владимир Анатольевич – доктор философских наук, профессор кафедры философии естественных факультетов философского факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

МЕТАФИЗИКА

**Российский университет
дружбы народов**

Научный журнал

2015, № 3 (17)

Редактор *И.Л. Панкратова*
Компьютерная верстка *Н.А. Ясько*
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

Иллюстрации к статьям *А.Т. Фоменко*

Адрес редакции:
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198
Сайт: <http://lib.rudn.ru/37>

Подписано в печать 29.09.2015 г. Формат 60×84/8.
Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 20,93. Тираж 500 экз. Заказ 1275

Российский университет дружбы народов
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

Типография РУДН
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. 952-04-41