

М. В. Горбатенко

**КОНФОРМНАЯ  
ГЕОМЕТРОДИНАМИКА**

Том 1

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики

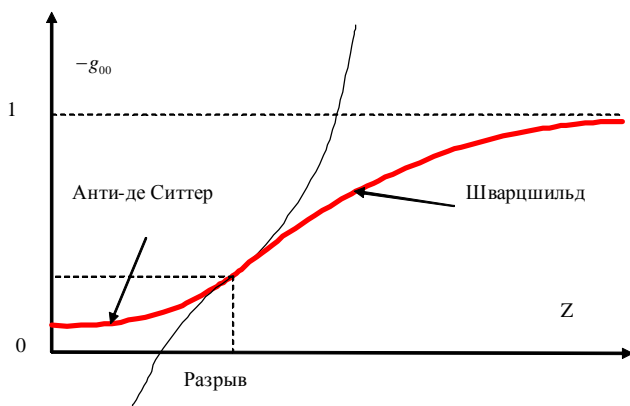
**М. В. Горбатенко**

# КОНФОРМНАЯ ГЕОМЕТРОДИНАМИКА

Монография в двух томах

Том I

ДИНАМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ И ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ



Саров  
2012

УДК 53.01; 514.764.323

ББК 22.3

Г67

**Горбатенко, М. В.**

Г67 **Конформная геометродинамика:** Монография: в 2 т. /  
М. В. Горбатенко. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2012.  
ISBN 978-5-9515-086-8

Т. 1: Динамические уравнения и точные решения. – 2012. –  
172 с.: ил.

ISBN 978-5-9515-087-5

Представлен новый подход к единому описанию физических взаимодействий – подход, основанный на конформно-инвариантном обобщении уравнений общей теории относительности. Конформная инвариантность вместе с требованием ковариантности устраняет зависимость уравнений физики от таких субъективных факторов, как выбор системы координат и масштаб для измерения длин.

Новый подход обладает рядом уникальных свойств. Так, тензор энергии-импульса возникает в нем однозначным образом из вектора Вейля и лямбда-члена и имеет чисто геометрическую природу. Приведено несколько точных решений обобщенных уравнений, с помощью которых выясняется физический смысл геометродинамической сплошной среды. В частности, в рамках нового подхода находит естественное объяснение феномен темной энергии. Конформная геометродинамика позволяет находить связи между макро- и микромиром. Соответствующие результаты предполагается поместить во второй том монографии.

Книга может быть полезной для тех, кто интересуется фундаментальными проблемами физики и поисками способов их решения.

УДК 53.01; 514.764.323

ББК 22.3

ISBN 978-5-9515-087-5 (т. 1)

ISBN 978-5-9515-086-8

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2012

***Посвящается памяти Тараса Горбатенко,  
трагически ушедшего из жизни***



Горбатенко Михаил Владимирович окончил МИФИ в 1961 г. по специальности «теоретическая ядерная физика». Защитил кандидатскую диссертацию в ФИАН в 1969 г. по теме «Теория поля частиц со спином  $\frac{1}{2}$  – линейное приближение ковариантной динамики матричного пространства». В настоящее время – ведущий научный сотрудник Российского федерального ядерного центра – Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики.

Научные интересы – фундаментальные проблемы теоретической физики: методология описания частиц со спином  $\frac{1}{2}$  с учетом кривизны пространства-времени, конформно-инвариантное обобщение уравнений Эйнштейна и т. д. По этим вопросам Горбатенко М. В. опубликованы монография и несколько десятков статей (часть из них в соавторстве с А. В. Пушкиным, Ю. А. Романовым и др.).

## От автора

Геометродинамический подход к описанию всего сущего в Природе был и остается «журавлем в небе» для нескольких поколений физиков. В последнее время появились новые и оригинальные идеи на этот счет, и данная работа содержит их изложение.

Основная идея касается такого обобщения уравнений общей теории относительности для пустого пространства, при котором любые мыслимые инвариантные преобразования динамических уравнений не нарушали бы причинно-следственных связей между событиями в 4-мерном пространстве-времени. Последовательное проведение этой идеи привело к уравнениям конформной геометродинамики (КГД), которые и являются предметом анализа в данной работе.

Рассматривается вывод уравнений КГД, выяснение их возможной связи с другими уравнениями, которые в разное время выдвигались с аналогичными целями. Доказывается важное утверждение о том, что уравнения КГД способны описать эволюцию пространства при любых начальных условиях. Для них не существует такого понятия, как связи на начальные данные, которые являются неотъемлемым атрибутом при обсуждении постановки задачи Коши для уравнений общей теории относительности.

Уравнения КГД могут быть проинтерпретированы как динамические уравнения для пустого пространства, известного в математике как пространство Вейля. Для выяснения физического смысла вектора Вейля в работе развит термодинамический анализ с использованием метода, предложенного Эккартом.

Уравнения КГД предсказывают существование в пространстве Вейля сохраняющейся субстанции, причем вектор Вейля пропорционален вектору плотности тока этой субстанции.

Особую ценность представляют точные решения, представленные во второй части первого тома монографии. К ним относятся: решения моделей Фридмана, центрально-симметричных статических задач, сферически-симметричных нестационарных решений и др. С помощью точных решений иллюстрируется возможность существования разрывных решений уравнений КГД. Это очень важ-

ный блок результатов, поскольку с его помощью подтверждается тезис о том, что в КГД вместо сингулярностей с необходимостью возникают поверхности разрывов.

Вы держите в руках первый том из двух, которые составляют единое целое. Этот том является той базой, на основе которой в томе II будут получены удивительные результаты по связи между макро- и микромиром. Тем самым будет доказано, что КГД может быть основой для единого описания всех физических взаимодействий, существующих в Природе.

По КГД опубликовано много работ, но каждая из них по отдельности дает лишь фрагментарное представление об этой науке. Определенным этапом в систематизации результатов по КГД была вышедшая в 2005 г. монография А. В. Пушкина «Геометродинамика» (Саров, ИПК РФЯЦ-ВНИИЭФ). Книга была написана по работам, выполненным до 2000 года, поэтому в ней не нашли отражения многие результаты, полученные впоследствии. В данной работе делается попытка в какой-то мере восполнить этот пробел. Заметим, что хотя книга и написана по материалам публикаций, она не является простым сборником статей. Она – попытка систематического изложения проблематики КГД с единых позиций, которых придерживается автор на сегодняшний день.

Автор выражает благодарность своим соавторам – Ю. А. Романову, А. В. Пушкину, Г. Г. Кочемасову – за совместное творчество, коллегам по работе (Ю. Н. Бабаеву, А. К. Хлебникову, Б. П. Косякову, В. Ф. Рыбаченко, А. А. Садовому, В. А. Щербакову, М. Б. Голубеву и др.), а также участникам научного семинара РФЯЦ-ВНИИЭФ (руководители В. П. Незнамов, Б. А. Надыкто) за стимулирующие дискуссии.

Автор благодарит Т. М. Горбатенко, без настойчивых напоминаний которого о необходимости систематизации результатов по КГД вряд ли могла появиться эта монография.

Автор благодарит Г. М. Савельеву за разрешение использовать ее фракталы в данной книге.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| <b>Введение</b> .....  | 11 |
| <b>Часть 1. Динамические уравнения</b> .....   | 16 |
| 1. Получение уравнений КГД как уравнений<br>для компенсирующего поля .....                                   | 16 |
| 2. Стандартный вариационный принцип для метризованного<br>пространства аффинной связности .....              | 21 |
| 3. Модифицированный вариационный принцип .....   | 27 |
| 3.1 Противоречие стандартных формулировок вариаци-<br>онного принципа принципу причинности .....             | 27 |
| 3.2. Первая попытка применения модифицированного<br>вариационного принципа .....                             | 29 |
| 3.3. Динамические уравнения для метризованного про-<br>странства аффинной связности .....                    | 30 |
| 3.4. Динамические уравнения для пространства аффин-<br>ной связности .....                                   | 34 |
| 3.5. Минимальность конформного обобщения уравнений<br>ОТО .....  | 38 |
| 4. Связь КГД с другими теориями .....  | 41 |
| 4.1. Интерпретация КГД в терминах пространства<br>Вейля .....  | 41 |
| 4.2. Уравнения Баха .....  | 43 |
| 4.3. Уравнения Бранса – Дикке. Калибровочно-инвари-<br>антная схема с вектором Вейля градиентного вида ..... | 44 |
| 4.4. Критика Эйнштейна теории Вейля .....  | 45 |
| 5. Задача Коши .....   | 48 |
| 5.1. Леммы Лихнеровича .....   | 48 |
| 5.2. Уравнения в синхронной системе координат .....  | 49 |
| 6. Возможность разрывных решений: условия возникновения<br>поверхностей разрыва .....                        | 53 |
| 7. Термодинамический анализ уравнений КГД .....  | 58 |
| 7.1 Метод Экарта для произвольного тензора энергии-<br>импульса .....  | 58 |
| 7.2. Сохраняющийся вектор тока, допускаемый уравнени-<br>ями КГД .....                                       | 62 |
| 7.3. Применение метода Экарта к геометродинамиче-<br>скому тензору энергии-импульса .....                    | 63 |
| 7.3.1. Термодинамические величины в КГД .....  | 63 |



|   |     |
|---|-----|
| 7.3.2. Калибровочное условие в виде постоянства<br>лямбда-члена .....                 | 64  |
| 7.3.3. Термодинамические величины, связанные<br>с тензором энергии-импульса КГД ..... | 66  |
| 7.3.4. Уравнение состояния .....  | 67  |
| 7.4. Уравнение баланса энтропии в геометродинамике .....                              | 67  |
| 7.4.1. Энтропия .....   | 67  |
| 7.4.2. Изэнтропическая скорость звука .....   | 69  |
| 7.4.3. Уравнение баланса энтропии .....   | 71  |
| 8. Интерпретация геометродинамических величин<br>в терминах физических величин .....  | 74  |
| <b>Часть II. Точные решения</b> .....   | 77  |
| 9. Модели Фридмана .....  | 77  |
| 9.1. Особенности моделей Фридмана в случае уравнений<br>КГД .....                     | 77  |
| 9.2. Решения де Ситтера и анти-де Ситтера .....                                       | 79  |
| 9.3. Общее решение открытой модели Фридмана .....                                     | 84  |
| 9.4. Пример конкретного решения открытой модели<br>Фридмана .....                     | 90  |
| 9.5. Общее решение для пространственно-плоской моде-<br>ли Фридмана .....             | 95  |
| 9.6. Общее решение для закрытой модели Фридмана .....                                 | 97  |
| 9.7. Пример конкретного решения закрытой модели<br>Фридмана .....                     | 100 |
| 9.8. О выборе модели для описания современного этапа<br>эволюции Вселенной .....      | 104 |
| 9.9. О возможности разрывных решений Фридмана .....                                   | 107 |
| 9.10. Критерий неустойчивости в пространственно-<br>плоской модели Фридмана .....     | 110 |
| 10. Центральнo-симметричные решения .....   | 115 |
| 10.1. Центральнo симметричные статические решения .....                               | 115 |
| 10.1.1. Уравнения для ЦСС случая и их решения .....                                   | 115 |
| 10.1.2. Классификация типов решения .....   | 119 |
| 10.1.3. Аналоги решений анти-де Ситтера<br>и Шварцшильда .....                        | 121 |
| 10.1.4. Термодинамические величины<br>для ЦСС решения .....                           | 122 |
| 10.2. Точные нестационарные сферически-симметричные<br>решения .....                  | 131 |
| 10.2.1. Предыстория .....   | 131 |
| 10.2.2. Сферически-симметричная задача<br>для уравнений КГД .....                     | 134 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 10.2.3. Нахождение искомых функций .....  | 140 |
| 10.2.4. Частное решение в виде цуга движущихся<br>солитонов .....                   | 144 |
| 10.2.5. Частное решение в виде перемещающегося<br>импульса .....                    | 149 |
| 11. Конформно-плоские решения .....   | 155 |
| 11.1. Конформно-инверсные преобразования .....                                      | 155 |
| 11.2. Конформно-плоское решение с использованием<br>инверсного преобразования ..... | 157 |
| 12. Решения типа потенциала Юкавы .....   | 160 |
| Заключение .....  | 165 |
| <b>Список литературы</b> .....  | 169 |

15. Schimming R., Schmidt H.-J. On the history of forth order metric theories of gravitation // NTM-Schriftenr. Geschichte der Naturwiss., Technik, Medizin. 1990. N 27. S. 41–48.

16. Dzhunushaliev V., Schmidt H.-J. New vacuum solutions of conformal Weyl gravity // J. Math. Phys. 2000. Vol. 41. P. 3007–3015. URL: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/9908049v1>.

17. Gorbatenko M. V., Pushkin A. V., Schmidt H.-J. On a relation between the bach equation and the equation of geometrodynamics // Gen. Relativity and Gravitation. 2002. Vol. 34, N 1. P. 9–22. URL: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0106025>.

18. Вейнберг С. Гравитация и космология. Волгоград: Платон, 2000.

19. Canuto V., Adams P. J., Hsieh S.-H., Tsiang E. Scale-covariant theory of gravitation and astrophysical applications. // Phys. Rev. D. 1977. Vol. 16, N 6. P. 1643–1663.

20. Fairchild E. Gauge theory of gravitation // Phys. Rev. D. 1976. Vol. 14. P. 384.

21. Pervushin V., Proscurin D. Conformal General Relativity // URL: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0106006v1>.

22. Burlankov D. E. «Dark energy» as Conformal Dynamics of Space // URL: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0610109v1>.

23. Filippov A. T. On Einstein-Weyl unified model of dark energy and dark matter // URL: [http://arxiv.org/abs/0812.2616\[gr-qc\]](http://arxiv.org/abs/0812.2616[gr-qc]).

24. Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. статей. М.: Мир, 1979. С. 525–527.

25. Горбатенко М. В., Романов Ю. А. Задача Коши для уравнений, описывающих динамику пространства аффинной связности // Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика. 1997. Вып. 2. С. 34–37.

26. Lichnerowicz A. Théories relativites de la gravitation et de l'électromagnétisme. Paris, 1955.

27. Синг Дж. Л. Общая теория относительности. М.: Иностран. лит-ра, 1963.

28. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М.: Наука, 1988.

29. Сакс Р. Гравитационное излучение // Гравитация и топология. М.: Мир, 1966. С. 84.

30. Захаров В. Д. Гравитационные волны в теории тяготения Эйнштейна. М.: Наука, 1972.

31. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. М.: Наука, 2001.
32. Eckart C. // *Phys. Rev.* 1940. Vol. 58. P. 919.
33. Горбатенко М. В., Пушкин А. В. Термодинамический анализ уравнений геометродинамики, основанной на геометрии Вейля // *Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика.* 1992. Вып. 2. С. 17.
34. Gorbatenko M. V. Some consequences of the conformally invariant generalization of Einstein's equations // *Gen. Relativity and Gravitation.* 2005. Vol. 37, No. 1. P. 81–98.
35. Lightman A. P., Press W. H., Price R. H., Teukolsky S. A. *Problem book in relativity and gravitation.* Princeton: Princeton University Press, 1975.
36. Горбатенко М. В. Модель Фридмана в конформноинвариантной геометродинамике // *Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика.* 2003. Вып. 3. С. 31.
37. Оппенгеймер Дж., Снайдер Г. О безграничном гравитационном сжатии // *Эйнштейн и его теория гравитации.* М.: Мир, 1979. С. 353–361.
38. Герштейн С. С., Логунов А. А., Мествиришвили М. А. О коллапсе в общей теории относительности // *Докл. РАН.* 2008. Т. 421, № 2. С. 177–180.
39. Bach R. Neue Lösungen Einsteinschen Gravitations Gleichungen // *Math. Zs.* 1922. N 13.
40. Hawking S. W. // *Commun. Math. Phys.* 1975. Vol. 43. P. 199.
41. Herrera L. Possible way out of the Hawking paradox: erasing the information at the horizon // URL: <http://arxiv.org/abs/0709.4674v1> [gr-qc].
42. Israel W. // *Phys. Rev.* 1967. Vol. 164. P. 1776.
43. Уиттекер Э. Т., Ватсон Дж. Н. Курс современного анализа. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1963. Т. 2.
44. Забабахин Е. И. Неустойчивость неограниченной кумуляции // *Письма в ЖЭТФ.* 1979. Т. 30, вып. 2. С. 97–99.
45. Горбатенко М. В. Конформная геометродинамика: точные нестационарные сферически-симметричные решения // *Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика.* 2008. Вып. 1. С. 34.
46. Альфаро В. Д., Фубини С., Фурлан Г., Розетти С. Токи в физике адронов. М.: Мир, 1976.

47. Горбатенко М. В., Кочемасов Г. Г. Конформно-инвариантный подход к оценке соотношений между физическими величинами // Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика. 2008. Вып. 1. С. 24.

48. Горбатенко М. В. О физическом смысле вектора Вейля // Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Теоретическая и прикладная физика. 2009. Вып. 3. С. 3–13; On physical meaning of Weyl vector // URL: [http://arxiv.org/abs/1002.2748\[gr-qc\]](http://arxiv.org/abs/1002.2748[gr-qc]).

49. Пушкин А. В. Геометродинамика. Программа разработки алгоритмов построения аналитических решений уравнений, описывающих двумерные и трехмерные движения сплошных сред. Саратов: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2005.

50. Santamato E. Geometric derivation of the Schrödinger equation from classical mechanics in curved Weyl spaces // Phys. Rev. D. 1984. Vol. 29, N 2. P. 216–222.

51. Carrol R. Remarks on Weyl geometry and quantum mechanics // URL: [http://arxiv.org/abs/0705.3921v3\[gr-qc\]](http://arxiv.org/abs/0705.3921v3[gr-qc]).

52. Novello M., Salim J. M., Falciano F. T. On a Geometrical Description of Quantum Mechanics // URL: [http://arxiv.org/abs/0901.3741v1\[gr-qc\]](http://arxiv.org/abs/0901.3741v1[gr-qc]).

Научное издание

**Горбатенко Михаил Владимирович**  
**Конформная геометродинамика**

Монография

Том 1

Динамические уравнения и точные решения

Редактор *Н. Ю. Зимакова*

Компьютерная подготовка оригинала-макета *Н. А. Лештаева*

E-mail:gorbatenko@vniief.ru

---

Подписано в печать 10.02.2012      Формат 60×90/16  
 Печать офсетная. Усл.печ.л. 10,75      Уч.-изд.л. 6,83  
 Тираж 200 экз.      Зак. тип. 1959-2012

---

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров, пр. Мира, 37  
 Отпечатано в ИПК РФЯЦ-ВНИИЭФ,  
 607188, г. Саров Нижегородской обл., ул. Силкина, 23