

релятивистские уравнения скалярного гравитационного поля, однако вскоре Эйнштейна перестали удовлетворять все эти теории, главным образом по эстетическим соображениям. (Гравитационное отклонение света в поле Солнца тогда еще измерено не было.) Сотрудничество с математиком Марселем Гроссманом навело в 1913 г. Эйнштейна на мысль [41—43], что гравитационное поле необходимо отождествлять с 10-компонентным метрическим тензором пространственно-временной геометрии Римана. Как будет показано в гл. 4 и 5, принцип эквивалентности вводится в этот формализм в виде требования, чтобы физические уравнения были инвариантны относительно общих преобразований координат, а не только лоренцевых преобразований, хотя я не знаю, в какой мере этот «общий принцип относительности» играл самостоятельную роль в представлениях Эйнштейна наряду с принципом эквивалентности. В течение последующих двух лет Эйнштейн представил в Прусскую Академию наук серию статей [44, 45], в которых вывел полевые уравнения для метрического тензора и вычислил гравитационное отклонение света и смещение перигелия Меркурия. Эти блестящие достижения были окончательно суммированы Эйнштейном в 1916 г. в его работе, озаглавленной «Основы общей теории относительности» [1].

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Я цитирую в тексте работы Ньютона, Маха, Максвелла, Ньюкома и Эйнштейна, но, не будучи историком, широко использую, помимо этого, и не первоисточники. Список таких работ приведен ниже.

### Неевклидова геометрия

- Bonola R.*, Non-Euclidean Geometry, Dover Publications, 1955.  
*Sarton G.*, Ancient Science and Modern Civilization, Yale University Press, 1951, Ch. I.  
*Weyl H.*, Raum, Zeit, Materien, 1 aufl., J. Springer, 1923.

### Гравитация

- Cajori E.*, историческое и пояснительное приложение к книге Newton I., Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica, University of California Press, 1966.  
*Guth E.*, в книге Relativity — Proceedings of the Relativity Conference in the Midwest, ed. M. Carmeli, S. I. Fickler, L. Witten, Plenum Press, 1970, p. 161.  
*Jammer M.*, Concepts of Force, Harper and Brothers, 1962, Ch. IV—VII.  
*Whittaker E.*, A History of the Theories of Aether and Electricity, Thomas Nelson and Sons, 1953, Vol. II, Ch. V.  
*Wightman W. P. D.*, The Growth of Scientific Ideas, Yale University Press, 1951, Ch. VIII, X.

## Принцип относительности

- Holton G., Am. J. Phys., 28, 627 (1960).  
 Kouré A., From the Closed World to the Infinite Universe, Harper and Row, 1958, Ch. VII, IX—XI.  
 Møller C., The Theory of Relativity, Oxford University Press, 1952, Ch. I.  
 Pauli W., Theory of Relativity, Pergamon Press, 1958, Parts I, IV. 50 (см. перевод: Паули В., Теория относительности, Гостехиздат, 1947).  
 Whittaker E., A History of the Theories of Aether and Electricity, Thomas Nelson and Sons, 1953, Vol. I, Ch. VIII—X, XIII; Vol. II, Ch. II, V.

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Einstein A., Ann. Phys. (Leipzig), 49, 769 (1916); английский перевод см. в книге The Principle of Relativity, Methuen, 1923, p. 35 (см. перевод: Эйнштейн А., Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 1, стр. 452).
2. «Euclid's Elements», rev. ed., Cambridge, 1926.
3. Sarton G., Ancient Science and Modern Civilization, University of Nebraska Press, 1954, p. 26.
4. Bonola N., Non-Euclidean Geometry, Dover Press, 1955, p. 65.
5. Klein F., Math. Ann. 4, 573 (1871); 6, 112 (1873); 37, 544 (1890) (цитируется в книге Weyl H., Space, Time, Matter, Dover Press, 1952, p. 80).
6. Beltrami E., Saggio di interpretazione della geometria non-euclidea, 1868 (цитируется в книге North J. D., The Measure of the Universe, Oxford, 1965, p. 60).
7. Newton Isaac, Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, University of California Press, 1966, p. 546 (см. перевод: Ньютон Исаак, Математические начала натуральной философии, перевод акад. А. Н. Крылова, Собр. тр. акад. А. Н. Крылова, т. 7, М., 1936).
8. Eötvös R., Math. nat. Ber. Ungarn, 8, 65 (1890).
9. Eötvös R., Pekár D., Fekete E., Ann. Phys. 68, 11 (1922); см. также Renner J., Hung. Acad. Sci. Vol. 53, Part II, 1935.
10. Einstein A., The Meaning of Relativity, 2nd ed., Princeton, 1946, p. 56 (см. перевод: Эйнштейн А., Собрание научных трудов, «Наука», 1966, т. II, стр. 5).
11. Lee T. D., Yang C. N., Phys. Rev., 98, 1501 (1955).
12. Dicke R. H., в книге Relativity, Groups, and Topology, ed. C. DeWitt and B. S. DeWitt, Gordon and Breach, 1964, p. 167.
13. Roll P. G., Krotkov R., Dicke R. H., Ann. Phys. (N.Y.), 26, 442 (1967).
14. Dobbs J. W. T., Harvey J. A., Pava D., Horstmann H., Phys. Rev., 139, B756 (1965).
15. Witteborn F. C., Fairbank W. M., Phys. Rev. Lett., 19, 1049 (1967).
16. Newcomb S., Astron. Papers of the American Ephemeris, 1, 472 (1882).
17. Newcomb S., The Encyclopaedia Britannica, 11th ed., XVIII, 155 (1910—1911) (статья «Mercury»).
18. Alexander G. H., The Leibniz-Clarke Correspondence, Manchester University Press, 1956 (цитируется Kouré A., в книге From the Closed World to the Infinite Universe, Harper and Row, 1958, Ch. XI).
19. Mach E., The Science of Mechanics 2nd ed., Open Court Publ. Co., 1893 (см. перевод: Мах Э., Механика, СПб, 1904).
20. Schiff L. I., Rev. Mod. Phys., 36, 510 (1964).
21. Clemence G. M., Rev. Mod. Phys., 19, 361 (1947); 29, 2 (1957).
22. Maxwell J. C., The Encyclopaedia Britannica, 9th ed., 1875—1889 (статья «Ether»); воспроизведено в книге The Scientific Papers of James Clark Maxwell, ed W. D. Niven, Dover Publications, 1965, p. 763; см. также Maxwell's Treatise on Electricity and Magnetism, vol. II, Dover Publications, 1954, p. 492 (см. перевод: Максвелл Дж. К., Избранные сочинения

- по теории электромагнитного поля, Гостехиздат, 1954; *Максвелл Дж. К.*, Статьи и речи, «Наука», 1968).
23. *Möller C.*, *The Theory of Relativity*, Oxford Press, 1952, Ch. I.
  24. *Michelson A. A.*, *Morley E. W.*, *Am. J. Sci.*, **34**, 333 (1887); воспроизведено в книге *Relativity Theory: Its Origins and Impact on Modern Thought*, ed. L. Pearce Williams, John Wiley and Sons, 1968.
  25. *Jaseja T. S.*, *Javan A.*, *Murray J.*, *Townes C. H.*, *Phys. Rev.*, **133** A1221 (1964).
  26. *Fitzgerald G. F.* цитируется в статье *Lodge O.*, *Nature*, **46**, 165 (1892).
  27. *Lodge O.*, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, **184A** (1893).
  28. *Lorentz H. A.*, *Zittungsverlagen der Akad. van Wettenschappen*, **1**, 74 (November 26, 1892); *Versuch einer Theorie der elektrischen und optische Erscheinungen in bewegten Körpern*. E. J. Brill, 1895; английский перевод: *Proc. Acad. Sci. Amsterdam*, **6**, 809 (1904) (см. перевод: *Лоренц Г. А.*, Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения, изд. 2-е, испр., Гостехиздат, 1953).
  29. *Poincaré J. H.*, *Rapports présentés au Congrès International de Physique réuni à Paris, Gauthier-Villiers*, 1900; *The Monist*, **15**, 1 (1905); воспроизведено в книге, упомянутой в [24] [см. перевод в сб. «Принцип относительности», Атомиздат, 1973, стр. 27; УФН, **113**, 663 (1974)].
  30. *Whittaker E.*, *A History of The Theories of Aether and Electricity*, Thomas Nelson and Sons, 1953, Vol. II, Ch. I (см. перевод в сб. «Принцип относительности», Атомиздат, 1973, стр. 205).
  31. *Holton G.*, *Am. J. Phys.*, **28**, 627 (1960); частично воспроизведено в книге, упомянутой в [24].
  32. *Einstein A.*, *Ann. Phys. (Leipzig)*, **17**, 891; **18** 639 (1905); англ. перевод в книге *The Principle of Relativity*, см. [1] (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 1, стр. 7, 36).
  33. *Holton G.*, см. [31], а также *Isis.*, **60**, 133 (1969).
  34. См. [32], а также статью *Grünbaum A.* в книге *Current Issues in the Philosophy of Science*, ed. H. Feigl and G. Maxwell, New York, 1961, частично воспроизведено в книге, упомянутой в [24].
  35. *Einstein A.*, *Jahrb. Radioakt.*, **4**, 411 (1907) (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 1, стр. 65).
  36. *Planck M.*, *Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss.*, June 13, 1907; p. 542; *Ann. Phys. (Leipzig)*, **26** (1908).
  37. *Einstein A.*, *Ann. Phys. (Leipzig)*, **35**, 898 (1911); английский перевод дан в книге *The Principle of Relativity*, см. [1] (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965).
  38. *Einstein A.*, *Ann. Phys. (Leipzig)*, **38**, 355, 443 (1912) (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 00, стр. 189).
  39. *Abraham M.*, *Lincei Atti*, **20**, 678 (1914); *Phys. Zs.*, **13**, 1, 4, 176, 310, 311, 793 (1912); *Nuovo Cimento*, **4**, 459 (1912).
  40. *Nordström G.*, *Phys. Zs.*, **13**, 1126 (1912); *Ann. Phys. (Leipzig)*, **40**, 856 (1913); **42**, 533 (1913); **43**, 1101 (1914); *Phys. Zs.*, **15**, 375 (1914); *Ann. Acad. Sci. fenn.*, **57** (1914, 1915).
  41. *Einstein A.*, *Phys. Zs.*, **14**, 1249 (1913).
  42. *Einstein A.*, *Grossmann M.*, *Zs. Math. Phys.*, **62**, 225 (1913); **63** 215 (1914).
  43. *Einstein A.*, *Vierteljahr Nat. Ges. Zürich*, **58**, 284 (1913); *Archives sci. phys. nat.*, **37**, 5 (1914); *Phys. Zs.*, **14**, 1249 (1913) (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 1, стр. 227, 267, 273, 399).
  44. *Einstein A.*, *Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss.*, 1914, p. 1030; 1915, pp. 778, 799, 831, 844.
  45. *Hilbert D.*, *Nachschr. Ges. Wiss. Göttingen*, November 20, 1915, p. 395 (см. перевод: *Эйнштейн А.*, Собрание научных трудов, «Наука», 1965, т. 1, стр. 326, 425, 435, 439, 448).