*1978 г. Июнь* *Том 125, вып. 2*

*УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК*

## БИБЛИОГРАФИЯ

530.12:531.51(049.3)

# НОВЫЙ УЧЕБНИК ПО ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

**M. G. Bowler.** Gravitation and Relativity. Lnd., Pergamon Press, 1976. 170 p. (International Series of Philosophy. V. 86.)

Общая теория относительности, созданная Эйнштейном более шестидесяти лет назад, до сих пор остается примером одной из красивейших физических теорий. Красота этой теории, проявляющаяся в ее глубоком геометрическом характере, таит в себе, однако, определенную «опасность», состоящую в том, что эта теория во многих отношениях несколько отличается от теорий всех остальных физических полей. По-видимому, это обстоятельство является, в частности, причиной того, что студенты, не специализирующиеся в области общей теории относительности, приобретая довольно полные знания по теории электромагнитного поля, специальной теории относительности и квантовой механике, практически ничего не знают о современном состоянии теории гравитации.

Книга, написанная профессором Оксфордского университета Боулером и изданная в известной серии по естественным наукам, ставит своей целью в какой-то мере восполнить этот пробел. Эта книга основана на курсе лекций, прочитанных автором студентам Оксфордского университета, и посвящена главным образом изложению теории слабого гравитационного поля. Свойства этого поля настолько близки к свойствам электромагнитного поля, что у читателя, знакомого с теорией Максвелла, при чтении книги не должно возникнуть никаких затруднений.

Любое изложение теории гравитационного взаимодействия, в котором ограничиваются рассмотрением лишь линейного приближения, обладает, очевидно, тем существенным недостатком, что многие, наиболее интересные вопросы теории гравитации, связанные со спецификой поведения пространства-времени в сильных гравитационных полях, остаются не освещенными. Однако такой подход одновременно обладает рядом преимуществ, позволяя автору сосредоточить и свое внимание, и внимание читателей на том важном факте, что уже в линейном приближении, когда теория гравитации рассматривается как теория безмассового поля со спином 2 в плоском пространстве-времени, возникает привлекательная возможность объяснить *все ее результаты* как проявление изменения геометрических свойств пространства-времени, вызываемого наличием гравитационного поля. Такой подход позволяет читателю более глубоко понять не только связь теории гравитации с другими физическими теориями, но и те специфические отличия, которые связаны с ее универсальностью, проявляющейся в выполнении сильного и слабого принципа эквивалентности, и которые в конечном счете приводят к ее глубокому геометрическому характеру. Подобный подход к общей теории относительности не является новым (см., например, книгу Вейнберга «Гравитация и космология»), и если иметь в виду направленность книги («учебное пособие для студентов»), то принятый автором способ изложения является, безусловно, полезным и оправданным.

Используемый автором подход позволяет ему подробно остановиться на разборе экспериментального обоснования общей теории относительности, поскольку до сих пор все основные проверки этой теории (за исключением, быть может, ее космологических следствий и возможного открытия черной дыры) связаны с изучением явлений в слабом ($\varphi/c^2 \ll 1$) гравитационном поле.

После этих замечаний общего характера обратимся теперь непосредственно к содержанию книги. Книга содержит десять глав. Гл. 1, помимо напоминания основных положений специальной теории относительности, содержит также краткое обсуждение свойств ускоренного движения. В конце главы, используя ньютоновскую теорию тяготения и принцип эквивалентности, автор показывает, что простой эвристический вывод выражения для красного смещения в гравитационном поле приводит к правильному результату, а отклонение луча света в гравитационном поле Солнца вдвое отли-

© Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», «Успехи физических наук», 1978.

чается от результата «наивного» расчета. Это отличие («парадокс») подробно разбирается в последующих главах. В гл. 2 рассмотрены эксперименты типа опытов Брэнса — Дики и подробно проанализирован вопрос о равенстве как полной инертной и гравитационной масс тела, так и отдельных составляющих этой массы, связанных с кинетической энергией внутреннего движения и с энергией взаимодействий. В гл. 3 показано, каким образом с помощью требования лоренц-инвариантности теории из уравнения электростатики выводятся уравнения Максвелла. Этот способ используется далее в гл. 4 для вывода лоренц-инвариантных уравнений гравитационного поля в линейном приближении, источником которого является (сохраняющийся) тензор энергии-импульса вещества. В гл. 5 выводятся уравнения движения тел в слабом гравитационном поле и устанавливается появление действия на тело сил, зависящих от скорости движения. Показано, каким образом возникновение этих, не совершающих работу, но приводящих к добавочному отклонению траектории от прямолинейной сил позволяет объяснить «парадокс», сформулированный в конце первой главы. Гл. 6 приводит читателя к пониманию того важного факта, что все описанные ранее особенности движения тел в гравитационном поле можно естественно и единообразно объяснить, если предположить, что все действие гравитационного поля сводится к изменению геометрических свойств пространства-времени. В гл. 7 разбирается вопрос о прецессии перигелия Меркурия и в связи с этим исследуются существенные для количественного описания этого явления первые нелинейные по полю поправки к линейным уравнениям. Формулируется сильный принцип эквивалентности и показано, каким образом из наблюдений прецессии Меркурия можно установить ограничение на возможное отличие тяжелой и инертной масс тела. Гл. 8 содержит рассмотрение вопроса о генерации, распространении и возможности регистрации гравитационных волн и обсуждение результатов недавних экспериментов по обнаружению гравитационных волн.

Последние две главы стоят несколько в стороне от содержания всей остальной книги. Гл. 9 является введением в общую теорию относительности. В ней показано, как естественным образом, используя (сильный и слабый) принципы эквивалентности, можно прийти к теории Эйнштейна, хотя сами уравнения Эйнштейна не исследуются и не решаются. На простейшем примере метрики Шварцшильда, описывающей сферически симметричное гравитационное поле, автор показывает связь полученных ранее результатов с результатами точной теории. В гл. 10 кратко рассказывается о черных дырах, их свойствах и экспериментах по их обнаружению.

Книга написана простым и ясным языком, содержит много примеров из встречающихся в современном физическом эксперименте ситуаций. Из доступных советскому читателю книг учебник Боулера по духу ближе всего к книге Вейнберга «Гравитация и космология» и вполне может служить элементарным введением к этой книге.

В настоящее время на русском языке опубликовано значительное количество учебников и монографий, охватывающих широкий круг вопросов, связанных с теорией гравитации и релятивистской астрофизикой. К известным книгам Ландау и Лифшица «Теория поля» и Зельдовича и Новикова «Теория тяготения и эволюция звезд» в последние годы добавились переводы таких прекрасных монографий, как «Гравитация и космология» Вейнберга, «Крупномасштабная структура Вселенной» Хокинга и Эллиса и трехтомник «Гравитация» Мизнера, Торна и Уилера. Однако, несмотря на наличие этих и целого ряда других книг, потребность в книгах по гравитации удовлетворена, по-видимому, еще далеко не полностью. Книги по гравитации не залеживаются на полках в магазинах. Причина этого, по-видимому, не только в малом тираже переводных книг, но главным образом в том, что интерес к теории гравитации за последние годы существенно возрос. Это возрастание вызвано многими причинами. Этому способствовали и «сенсации», вызванные возможным обнаружением черной дыры и предсказанием квантового испарения малых черных дыр. Бурное развитие наблюдательных методов астрофизики и экспериментальных возможностей в исследованиях по поиску гравитационных волн, недавний прогресс в построении единых теорий взаимодействий, включающих, в частности, в качестве составной части теорию гравитации,— все это также стимулировало возрастание популярности общей теории относительности. Поэтому издание перевода книги Боулера «Гравитация и теория относительности», которое планируется издательством «Мир», безусловно, целесообразно. Эта книга несомненно найдет своего читателя в лице студентов, научных работников и просто интересующихся общей теорией относительности и поможет им получить хорошее представление о теории гравитационного взаимодействия.

*В. П. Фролов*