



КНИГИ ПОЛИТЕХА
земля и вселенная

heino falcke
with jörg römer

Light in the darkness

black holes,
the universe, and us

хайно фальке
при участии йорга рёмера

СВЕТ ВО ТЬМЕ

черные дыры,
вселенная и мы

перевод с английского
Инны Кагановой и Татьяны Лисовской



Издательство АСТ

Москва

УДК 52
ББК 22.6
Ф19

Книга издана при поддержке Политехнического музея
и Фонда развития Политехнического музея

Оформление серии Андрея Бондаренко и Дмитрия Черногаева

Фальке, Хайно.

Ф19 Свет во тьме. Черные дыры, Вселенная и мы / Хайно Фальке, Йорг Рёмер;
пер. с англ. И. Кагановой и Т. Лисовской. — Москва : Издательство АСТ :
CORPUS, 2024. — 368 с. (Книги Политеха).

ISBN 978-5-17-134496-2

В апреле 2019 года около четырех миллиардов человек по всему миру смогли увидеть первое в истории изображение черной дыры (55 миллионов световых лет от Земли, центр галактики M87). Хайно Фальке, возглавлявший международную команду исследователей, и научный журналист Йорг Рёмер написали книгу о том, что предшествовало рождению этого изображения. Читатель “Света во тьме” узнает, как группа ученых-энтузиастов сначала убедила распределителей ресурсов (денег, радиотелескопов, мощных компьютеров) выделить на задуманный проект достаточное их количество, а затем провела наблюдения, проанализировала данные и получила долгожданное изображение. “Мифическое существо космических размеров обрело форму и цвет, и каждый человек смог его увидеть”, — подытоживает Фальке. Он занимался этим проектом более двадцати лет, и его, верующего христианина, пастора-мирянина, не пугало, что многие именуют черные дыры “вратами ада”, ведь цель науки — раздвигать границы неизведанного.

УДК 52
ББК 22.6

ISBN 978-5-17-134496-2

- © 2020 Klett-Cotta - J.G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger GmbH, Stuttgart
- Russian edition published by arrangement with Michael Gaeb Literary Agency
- © И. Каганова, Т. Лисовская, перевод на русский язык, 2024
- © А. Бондаренко, Д. Черногаев, художественное оформление серии 2024
- © ООО “Издательство АСТ”, 2024
- Издательство CORPUS ©

К

“КНИГИ ПОЛИТЕХА” — партнерский проект ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО МУЗЕЯ, издательств CORPUS, “АЛЬПИНА НОН-ФИКШН” и “БОМБОРА”.

В серии выходят лучшие современные и классические книги о науке и технологиях — все они отобраны и проверены учеными и отраслевыми специалистами.

Серия “Книги Политеха” — это пять коллекций, связанных с темами постоянной экспозиции Политехнического музея:

“Человек и жизнь” — мир живого, от устройства мозга до биотехнологий.

“Цифры и алгоритмы” — математика, искусственный интеллект и цифровые технологии.

“Земля и Вселенная” — происхождение мира, небесные тела, освоение космоса, науки о Земле.

“Материя и материалы” — устройство мира с точки зрения физики и химии.

“Идеи и технологии” — наука и технологии, их прошлое и будущее.



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ

Политехнический музей представляет новый взгляд на экспозицию, посвященную науке и технологиям. Спустя столетие для музея вновь становятся важными мысль и идея, а не предмет, ими созданный.

Научная часть постоянной экспозиции впервые визуализирует устройство мира с точки зрения современной науки — от орбиталей электрона до черной дыры, от структуры ДНК до нейронных сетей.

Историческая часть постоянной экспозиции рассказывает о достижениях российских инженеров и изобретателей как части мировой технологической культуры — от самоходного судна Ивана Кулибина до экспериментов по термоядерному синтезу и компьютера на основе троичной логики.

Политехнический музей делает все, чтобы встреча человека и науки состоялась. Чтобы наука осталась в жизни человека навсегда. Чтобы просвещение стало нашим общим будущим.

Подробнее о Политехническом музее и его проектах — на polymus.ru

Оглавление

Предисловие	9
Введение. А ведь мы действительно можем их увидеть	13
Об этой книге	19
Часть I. Путешествие сквозь пространство и время	
Глава 1. Человечество, Земля и Луна	23
Глава 2. Солнечная система и наши изменяющиеся представления о Вселенной	39
Часть II. Тайны Вселенной	
Глава 3. Самая счастливая мысль в жизни Эйнштейна	67
Глава 4. Млечный Путь и населяющие его звезды	94
Глава 5. Мертвые звезды и черные дыры	102
Глава 6. Галактики, квазары и Большой взрыв	128
Часть III. Путешествие за изображением черной дыры	
Глава 7. Галактический центр	155
Глава 8. Как получить изображение	179
Глава 9. Создание глобального телескопа	194
Глава 10. Экспедиция начинается	221
Глава 11. Разрешение изображения	242

Часть IV. Выход за пределы

Глава 12. За гранью воображения	267
Глава 13. За пределами теории Эйнштейна?	277
Глава 14. Бесконечность знания и ограничения	295
Благодарности	323
Члены команды ЕНТ, авторы статей о черных дырах	325
Глоссарий	335
Источники иллюстраций	346
Примечания	347

Предисловие

Публикация в апреле 2019 года изображения огромной черной дыры в центре далекой галактики по праву привлекла огромное внимание и вызвала всеобщий интерес. В книге рассказывается история появления этого изображения. Сначала собралась группа ученых-астрономов, к которой присоединились специалисты по радиотелескопам, приемникам радиоизлучения и обработке данных. Затем они убедили распределителей ресурсов (денег, радиотелескопов, вычислительной техники) выделить на этот проект достаточное их количество. И, наконец, провели наблюдения, проанализировали данные и получили изображение. Эта история написана одним из главных участников проекта, который очень долго был в него вовлечен и занимался им изо дня в день в течение примерно двадцати лет.

Я сама участвовала в нескольких международных проектах и считаю известное высказывание о том, что сложность проекта возрастает пропорционально кубу числа участников, довольно точным. Разные подходы к отчетности, разный опыт, разные языки, разные взгляды и разные цели — все это гарантирует неопытному руководителю большие проблемы! Итогом данного проекта стала статья за подписью 348 авторов. Наблюдения и анализ данных проводились в восьми обсерваториях, расположенных на четырех континентах. Осуществление проекта такого масштаба с участием многочисленных общепризнанных “звезд” — само по себе потрясающее достижение!

Те из нас, кто работал в области рентгеновской астрономии в 1970-е и 1980-е годы, довольно быстро признали существование черных дыр. Но это были черные дыры звездной массы — крошечной по сравнению с массой черных дыр, находящихся в центрах галактик. Допустить существование этих черных дыр-гигантов, допустить, что связанная с ними физика верна, оказалось непросто — это был крупный шаг вперед. Прожив около 50 лет с этими “зверями”, я не очень поняла, почему возник такой ажиотаж вокруг получения изображения черной дыры в центре галактики M87. Но я была восхищена тем, что оказалось возможным собрать и организовать совместную работу такой большой группы ученых и специалистов в смежных областях для получения этого изображения!

Странности черных дыр (даже если они еще так не назывались) завораживали нас уже давно. Вспомним, например, книгу К. С. Льюиса “Лев, колдунья и платяной шкаф”. Платяной шкаф — это то, что мы сейчас назвали бы пространственно-временным мостом, по которому дети переходят в другой мир и оказываются в другом времени года и в другом времени суток. Пространственно-временные мосты могли бы образоваться, если бы черная дыра (которая все поглощает) оказалась связанной с белой дырой (которая только излучает). Такая связь была названа Джоном Уилером “кротовой норой”. В книге Алана Гарнера “Земля костей” (*Boneland*, 2012), действие которой происходит недалеко от радиотелескопа обсерватории Джодрелл-Бэнк, также описываются удивительные искажения пространства и времени, хотя явно там черные дыры и не упоминаются. Вообще книг, объясняющих свойства черных дыр, было написано множество.

Будучи астрофизиком, нельзя не задавать себе глобальные вопросы, такие как: почему и каким образом была создана Вселенная, существуют ли другие вселенные и что будет после смерти нашей Вселенной? Зияющая пасть черной дыры напоминает нам, что Вселенная — не слишком уютное место и в ней таятся экзистенциальные угрозы. Однако сиюминутные проблемы, обязательства и другие вполне земные дела отвлекают

нас от размышлений над этими вопросами. У нас много хлопот, и потому эти абстрактные проблемы не задерживаются в наших головах надолго.

Похоже, Вселенная старается помешать точному ее описанию и полному пониманию; такое впечатление, что на вопросы типа “откуда мы взялись?” или “почему все это все-таки возникло?” вообще нет научного ответа. Кто-то из нас верит в Бога, кто-то нет. Некоторые из нас христиане, кто-то принадлежит к другим конфессиям, а кое-кто вообще не верит во Всевышнего. Тем не менее мне кажется, что и в своем понимании устройства мира, и в системе убеждений, и в теологических теориях мы в конечном итоге подходим к той черте, когда нам придется сказать: “Мы этого не знаем или не понимаем”. Мы продолжаем жить и работать, потому что должны это делать, — причем стараемся делать это как можно лучше. Кому-то из нас комфортнее существовать в условиях неопределенности, неполноты и некоторого хаоса, другие же ощущают от этого дискомфорт.

Фальке излагает свой взгляд на подобные экзистенциальные проблемы в IV части своей книги, и меня восхищает то, что он посчитал необходимым заговорить об этом. Причем, вероятно, сделал он это не столько для нас, сколько для себя самого! Система убеждений до некоторой степени поддается “настройке”, и мы можем подстраивать ее (и делаем это) под себя и свои конкретные задачи.

Эта книга легко читается, она очень лирична — чувствуется, что автор влюблен в нашу дивную, непостижимую Вселенную.

Джоселин Белл Бёрнелл

Введение

А ведь мы действительно можем их увидеть

В большом пресс-центре Европейской комиссии со штаб-квартирой в Брюсселе гаснет свет. Момент, которого мы так долго ждали, ради которого все мы до изнеможения работали много лет, наконец наступил. Была суббота 10 апреля 2019 года, 15 часов 6 минут и 20 секунд. Еще 40 секунд — и жителей Земли изумит и восхитит вид первого изображения гигантской черной дыры. Она расположена на расстоянии 55 миллионов световых лет от Земли, в центре галактики Мессье 87 (или сокращенно M87). Долгое время считалось, что абсолютно темные черные дыры останутся полностью и навечно спрятанными от наших глаз, но сегодня они впервые выйдут из тьмы и мы увидим их в ярком дневном свете.

Пресс-конференция началась, но мы до сих пор не имели ни малейшего представления о том, куда это все нас приведет. Тысячелетний путь человечества к открытиям, исследования, проводимые на самых границах неизведанного, революционные теории пространства-времени, новейшие технологии, работа новых поколений радиоастрономов и вся моя жизнь как ученого... Сегодня все это должно соединиться воедино и воплотиться в уникальном изображении черной дыры. Астрономы, ученые, журналисты и политики заворуженно ожидали, что же именно мы здесь — в Брюсселе и других мировых столицах — собираемся открыть. Только позже я узнаю, что миллионы людей во всем мире в эту минуту прильнули к своим экранам и что в течение следующих нескольких часов “наше изображение” увидело около четырех миллиардов человек.

В первом ряду в помещении пресс-центра сидели именитые коллеги и молодые ученые, многие из которых были моими студентами. Долгие годы мы тесно сотрудничали. Все они трудились на пределе своих возможностей, с такой отдачей, которую ни они, ни я не могли себе прежде даже вообразить. Многие из них отправлялись в самые отдаленные уголки мира, иногда с риском для жизни, — и все ради одной цели. И вот сегодня они сидят в темноте, наблюдая, как достигнутый ими успешный результат — кульминация их работы — становится центром всеобщего внимания. Мне хочется поблагодарить их прямо сейчас, потому что каждый из них и все они вместе помогли осуществить этот прорыв.

Но часы продолжают тикать. Мне кажется, что я мчусь в спорткаре в туннеле и мимо меня со скоростью ветра проносятся картины — одна за другой. Я и не заметил, как кто-то в третьем ряду направил на меня камеру телефона. (Клип, снятый им, появился позже на популярном сайте для детей в рубрике “актуальная тема”, втиснутый между вульгарными шутками про зад президента и последним синглом известного певца.) Журналисты были напряжены и взбудоражены, да я и сам здорово разволновался: в глазах присутствующих читалось нетерпеливое ожидание. Мой пульс участился. Все взгляды были направлены на меня.

Карлос Моэдаш, европейский комиссар по науке, выступал первым. Мы попросили его не говорить долго. Моэдаш разжег любопытство аудитории своими комментариями, но закончил слишком рано. Чтобы заполнить время, мне пришлось импровизировать, и при этом я всячески пытался не показать, насколько я взвинчен.

Это наше первое изображение черной дыры должно было одновременно открыться во всех уголках мира. Точно в 15 часов 7 минут по центральноевропейскому времени изображение черной дыры должно было появиться на гигантском экране здесь, в зале пресс-центра. В тот же самый момент мои коллеги в Вашингтоне, Токио, Сантьяго де Чили, Шанхае и Тайбэе продемонстрируют это изображение, прокомментируют его и ответят на вопросы журналистов. Компьютерные серверы на всех кон-

тинентах были запрограммированы так, чтобы разослать научные статьи и пресс-релизы по всем странам. Время текло немолимо. Мы скоординировали и распланировали все заранее с предельной точностью — небольшие отклонения привели бы к сбоям. Точно такая же предельная координация требовалась при сборе данных наблюдений. Я произношу несколько вступительных слов и... спотыкаюсь прямо на старте.

Тем временем за моей спиной кадры сменяются все быстрее, мы все глубже продвигаемся к центру галактики. Я начинаю с глупой оговорки — путаю световые годы с километрами, что непростительно для астронома, но времени для рефлексии сейчас нет: я должен продолжать.

Часы на дисплее продолжают тикать — уже ровно 15:07. Из глубин бесконечной темноты пространства, из центра галактики Мессье 87 появляется сияющее красное кольцо. Его контуры едва видимы на экране, они слегка размыты... кольцо светится. Все присутствующие в зале подпадают под его чары, возникает чувство, что это изображение, которое, казалось, невозможно получить, наконец пробило себе дорогу к нам, на Землю, с помощью радиоволн, проделавших путь в 500 квинтильонов километров.

Сверхмассивные черные дыры — это космические кладбища. Они образуются из угасающих, выгоревших и мертвых звезд. Но космос подкармливает их гигантскими газовыми туманностями, планетами и другими звездами. В силу своей огромной массы они сильнейшим образом искажают пустое пространство вокруг себя и, по-видимому, способны остановить даже течение времени. Все, что приближается к черной дыре слишком близко, никогда не сможет вырваться из ее объятий — даже лучам света не удается выскользнуть оттуда.

Но как мы можем увидеть черные дыры, если свет изнутри до нас не доходит? Как мы узнаем, что эта черная дыра, массой в 6,5 миллиарда Солнц, была сжата в одну точку и в конце концов стала сверхмассивной? И что за светящееся кольцо окружает абсолютную тьму в его центре — тьму, из которой не могут вырваться ни свет, ни какая-либо информация?