



# Содержание

<i>Предисловие научного редактора</i> .....	9
<b>Глава 1.</b> Когда сталкиваются черные дыры .....	19
<b>Глава 2.</b> Рай Вайсс .....	24
<b>Глава 3.</b> Кип Торн .....	45
<b>Глава 4.</b> Рон Древер .....	66
<b>Глава 5.</b> Джо Вебер .....	83
<b>Глава 6.</b> Прототипы .....	97
<b>Глава 7.</b> “Тройка” .....	109
<b>Глава 8.</b> Джоселин Белл Бёрнелл .....	124
<b>Глава 9.</b> Вебер и Тримбл .....	137
<b>Глава 10.</b> LHO .....	149
<b>Глава 11.</b> “Сканк уоркс” .....	166
<b>Глава 12.</b> Пари .....	188
<b>Глава 13.</b> Расёмон .....	203
<b>Глава 14.</b> LLO .....	218
<b>Глава 15.</b> “Пещерка” на улице Фигероа .....	238
<b>Глава 16.</b> В ожидании волн .....	250

Эпилог ..... 260

*Благодарности* ..... 269

*Примечания о первоисточниках* ..... 273

*Предметно-именной указатель* ..... 279

## *Предисловие научного редактора*

Читатель, открывший эту книгу и читающий эти строки, скорее всего кое-что (или даже многое) знает о черных дырах — особенностях пространства-времени, окруженных горизонтом событий, из-под которого невозможно послать сигнал во внешнее пространство и который предположительно всегда окружает любую сингулярность. Черные дыры являются следствием релятивистской теории тяготения — общей теории относительности А. Эйнштейна, сформулированной в 1915 году. Прочно войдя в научный лексикон с конца 60-х годов прошлого века, удивительные свойства черных дыр волнуют не только специалистов — физиков и астрономов, но и вообще всех, кто слышал о них. Астрофизические свидетельства существования черных дыр во Вселенной были получены еще в начале 1970-х годов при рентгеновских наблюдениях неба, а в 2019-м астрономам удалось построить первое изображение “тени”, силуэта сверхмассивной черной дыры в центре галактики M87.

В этой книге, написанной живым и увлекательным языком, излагается волнующая история одного из величайших научных открытий XXI века — первой экспериментальной регистрации гравитационных волн наземными лазерными интерферометрами LIGO. Важность этого эпохального события была немедленно признана мировым научным сообществом, и в 2017 году Нобелевский комитет присудил премию по физике Барри Бэришу, Райнеру Вайссу и Кипу Торну “за решающий вклад в детектор

LIGO и открытие гравитационных волн”. Рай Вайсс, Кип Торн и Барри Бэриш — одни из ключевых героев этой книги. К сожалению, выдающиеся экспериментаторы Владимир Брагинский и Рональд Древер, внесшие огромный вклад в гравитационно-волновой эксперимент, скончались до присуждения Нобелевской премии 2017 года.

Новая эпоха гравитационно-волновой астрономии началась 14 сентября 2015 года с открытия гравитационных волн от первой сливающейся двойной черной дыры GW150914 (источники гравитационных волн принято обозначать GW-год-месяц-день по дате регистрации), и теперь события развиваются столь быстро, что никакой книге не поспеть за потоком информации о достижениях в этой области. Так что в коротком предисловии мы лишь перечислим наиболее важные факты, полученные к январю 2021 года действующими гравитационно-волновыми обсерваториями LIGO (США) и *Virgo* (Италия).

Сейчас известно уже около полусотни источников, большинство из которых — сливающиеся массивные черные дыры и несколько сливающихся двойных нейтронных звезд. Сливающиеся черные дыры оказались в несколько раз массивнее, чем ожидалось. Предполагается, что они возникли при эволюции очень массивных звезд в далеких галактиках, вещество в которых еще не так обогащено элементами тяжелее гелия, как в нашей Галактике. Впрочем, есть и альтернативные гипотезы; они активно изучаются в настоящее время и будут проверяться в дальнейших наблюдениях двойных черных дыр.

Второе по важности открытие после первой регистрации гравитационных волн детекторами LIGO случилось 17 августа 2017 года. В этот день интерферометры LIGO и присоединившийся к их работе за несколько недель до этого итало-французский интерферометр *Virgo* впервые зарегистрировали слияния двойных нейтронных звезд GW170817. Как и предполагали теоретические расчеты, выполненные задолго до этого, слияние нейтронных звезд сопровождалось коротким всплеском гамма-излучения, наблюдавшимся космическими гамма-обсерваториями *Fermi* и *INTEGRAL* (источник GRB170817A). Это позволило значительно сузить область поиска местоположения источника на небе

и “увидеть” его в относительно близкой галактике NGC 4993 на расстоянии 40 мегапарсек (примерно 130 миллионов световых лет). Локализация источника позволила подключить всю мощь наземных и космических телескопов для наблюдения последующего электромагнитного свечения (так называемой “килоновой”), вызванного нагревом выброшенного при слиянии вещества при распаде тяжелых элементов группы лантаноидов. Таким образом, началась эра “многоканальной астрономии”, когда информацию о космических источниках ученые получают не только в электромагнитном диапазоне, но и посредством гравитационных волн, космических лучей и нейтрино.

В конце марта 2020 года работа детекторов LIGO и *Virgo* была досрочно остановлена в связи с пандемией коронавируса. Когда будет продолжена их работа с улучшенной чувствительностью, пока точно не известно, но совершенно ясно, что наблюдения новых гравитационно-волновых источников сетью интерферометров LIGO/*Virgo* и вводимым в строй японским подземным интерферометром KAGRA принесут новые удивительные и неожиданные открытия.

Еще одно важное событие произошло в октябре 2020 года: Нобелевский комитет присудил премию по физике математику Роджеру Пенроузу “за открытие того, что образование черных дыр является надежным предсказанием общей теории относительности”, а также астрономам Райнхарду Генцелю и Андреа Гез “за открытие компактного сверхмассивного объекта в центре нашей Галактики”. Эта достойная награда за многолетние теоретические и астрономические исследования черных дыр подтверждает неугасающий интерес человечества к самым удивительным природным объектам.

В конце этого короткого предисловия приведем (далеко неполный!) список литературы, которая поможет глубже ознакомиться с предметом и достижениями гравитационно-волновой астрономии, многолетняя и порой драматическая история становления которой блестяще и увлекательно описана в книге Ж. Левин. Приятного чтения!

Константин Постнов  
*Москва, 20 января 2021 г.*

## Рекомендованная литература

- А. М. ЧЕРЕПАЩУК. *Гравитационные волны и черные дыры*. Земля и Вселенная, № 4, с. 3–17 (2016).
- А. М. ЧЕРЕПАЩУК. *Открытие гравитационных волн: новый этап в исследованиях чёрных дыр*. Успехи физических наук, т. 186, с. 1001–1010 (2016).
- Д. РАЙТЦЕ. *Первые детектирования гравитационных волн, излучаемых при слияниях двойных чёрных дыр*. Успехи физических наук, т. 187, с. 884–891 (2017).
- К. А. ПОСТНОВ. *Гравитационные волны — вестники космических катастроф*. Земля и Вселенная, № 3, с. 10–25 (2018).
- Многоканальная астрономия* (под ред. А. М. Черепашука). Фрязино: Век-2, 528 с. (2019).

Блюз черных дыр  
и другие мелодии космоса





*Уоррену, Гибсону и Стелле*