

Открытие, которое ждали 100 лет

Трубeko Ф.И.,
учитель физики МБОУ «Лицей №1»



11 февраля 2016 года на специальной пресс-конференции было объявлено о событии, которого ждали давно: в международном эксперименте LIGO наконец-то удалось зарегистрировать гравитационные волны. Само событие — регистрация гравитационных волн, порождённых столкновением двух чёрных дыр, — произошло 14 сентября 2015 года.

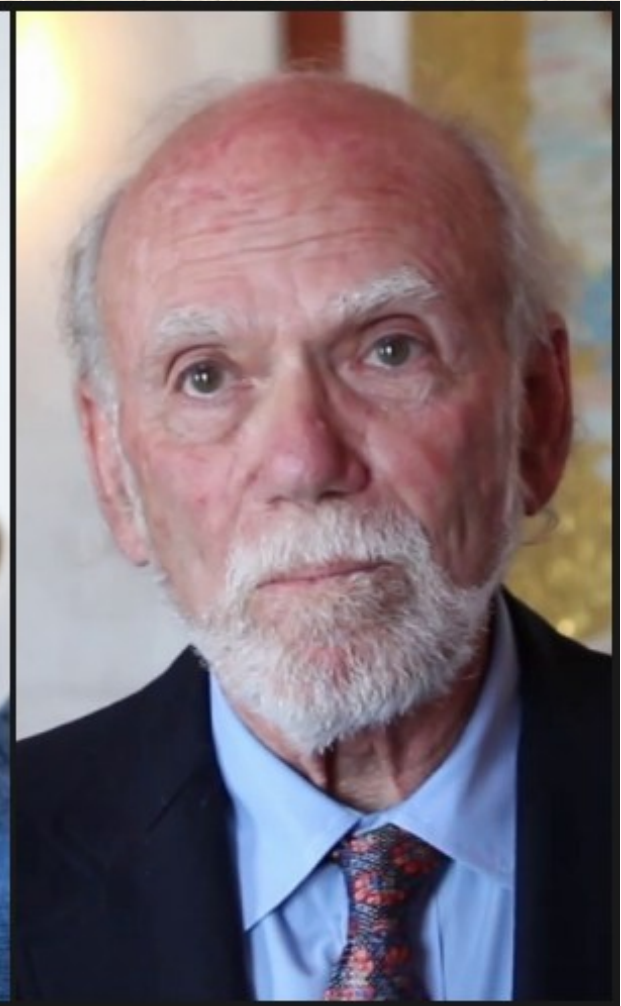
За решающий вклад в детектор LIGO и за наблюдение гравитационных волн



Кип Торн



Райнер Вайсс

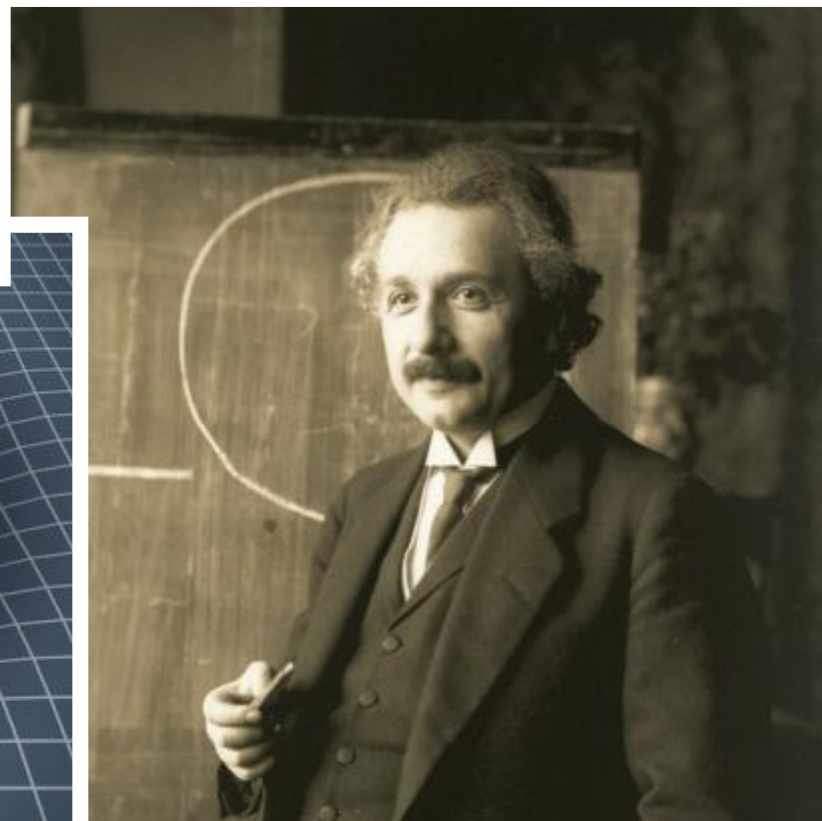
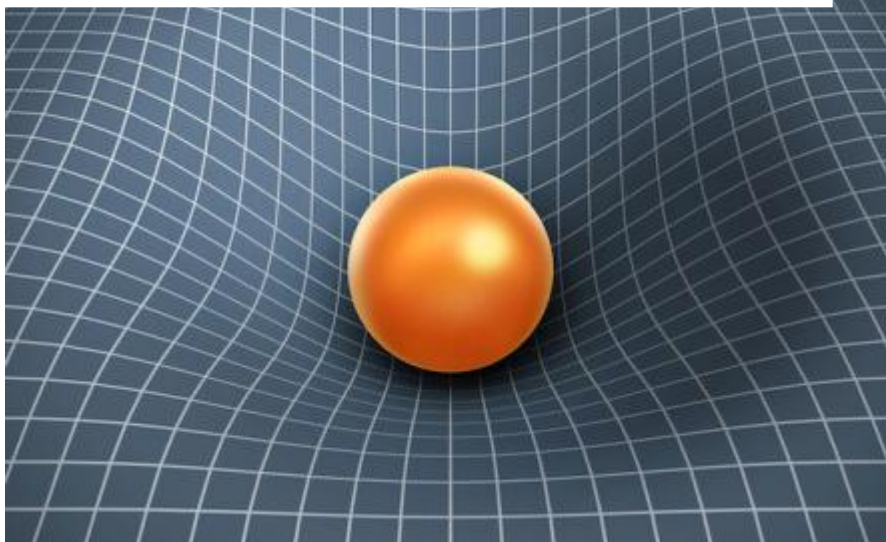


Барри Бэриш

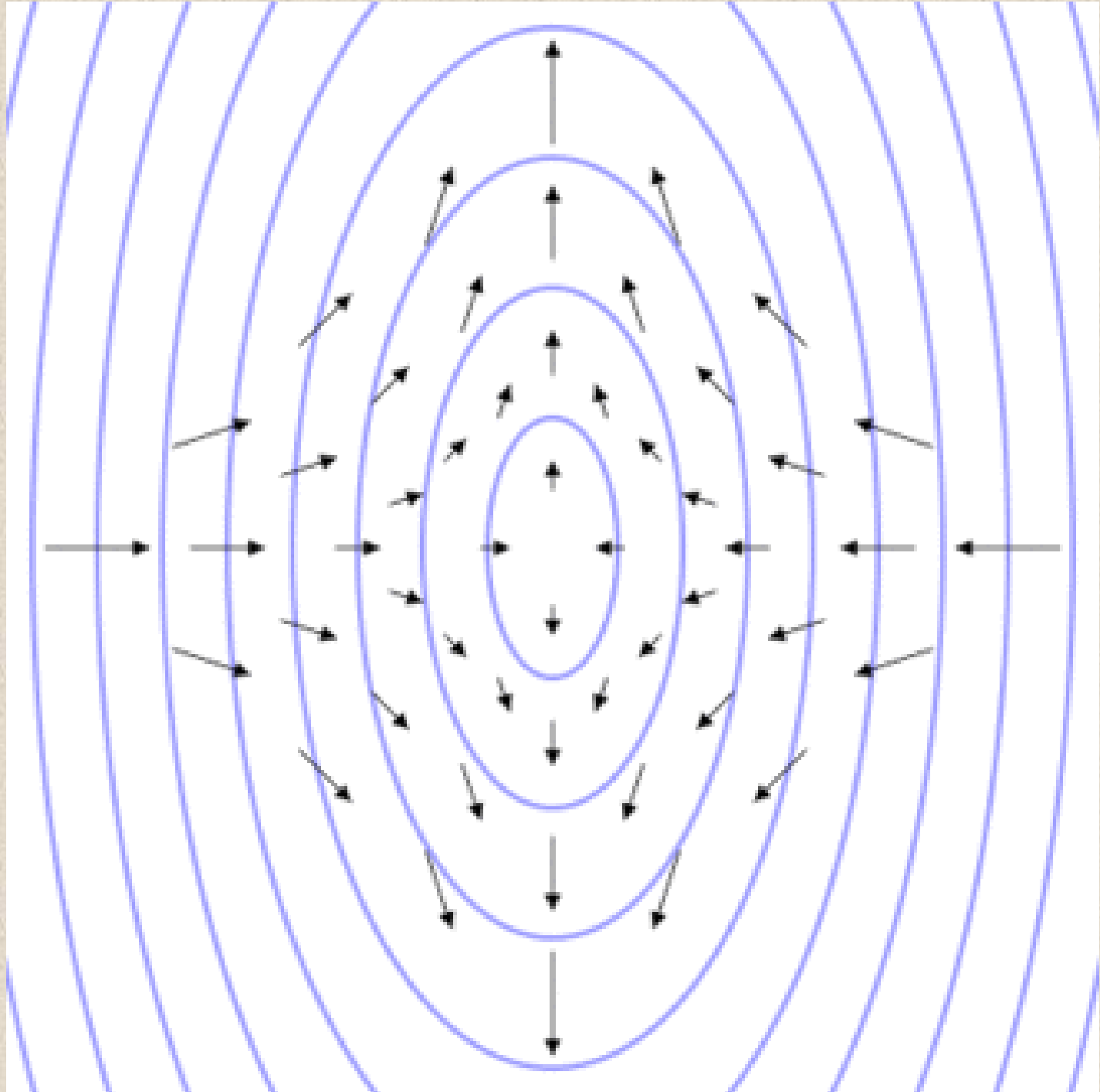
**В 1974 Рассел Халс и Джозеф Тейлор
обнаружили бинарную систему,
состоящую из пульсара на орбите вокруг
нейтронной звезды. Орбита пульсара медленно
сокращалась с течением времени, благодаря
выбросу энергии по-видимому в виде
гравитационных волн.**

**За обнаружение этого пульсара и демонстрацию
того, что его поведение может быть
объяснено излучением гравитационных волн,
Рассел Халс и Джозеф Тейлор
получили Нобелевскую премию по физике
в 1993 году.**

Откуда взялась идея гравитационных волн?



Предсказал А. Эйнштейн в общей теории относительности, в которой гравитация рассматривается как искривление пространства-времени, а гравитационные волны — бегущая по этому пространству со скоростью света «рябь».

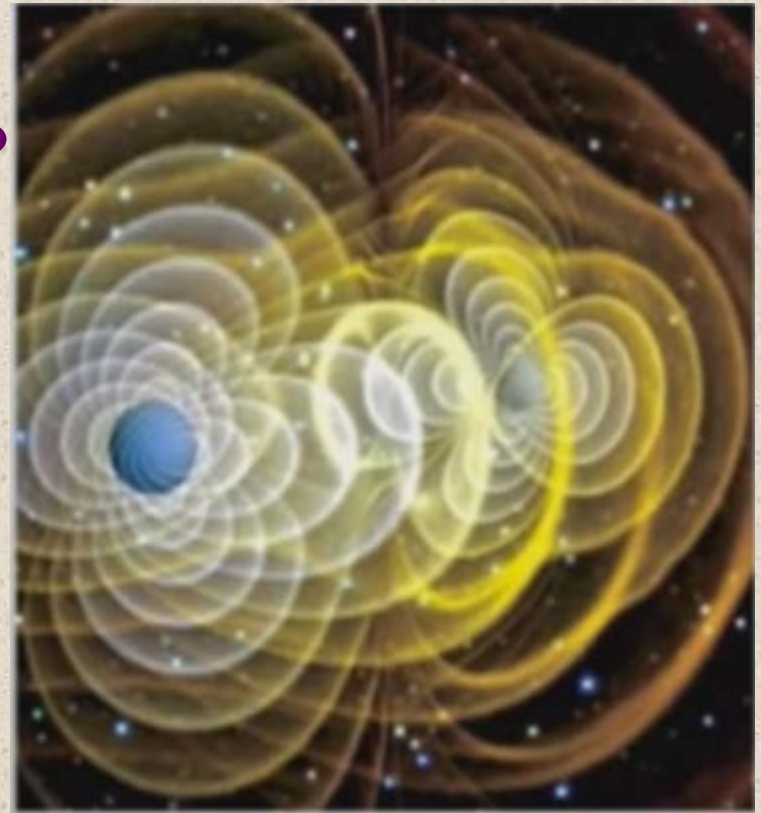


Что может испускать гравитационные волны?

Источниками гравитационных волн

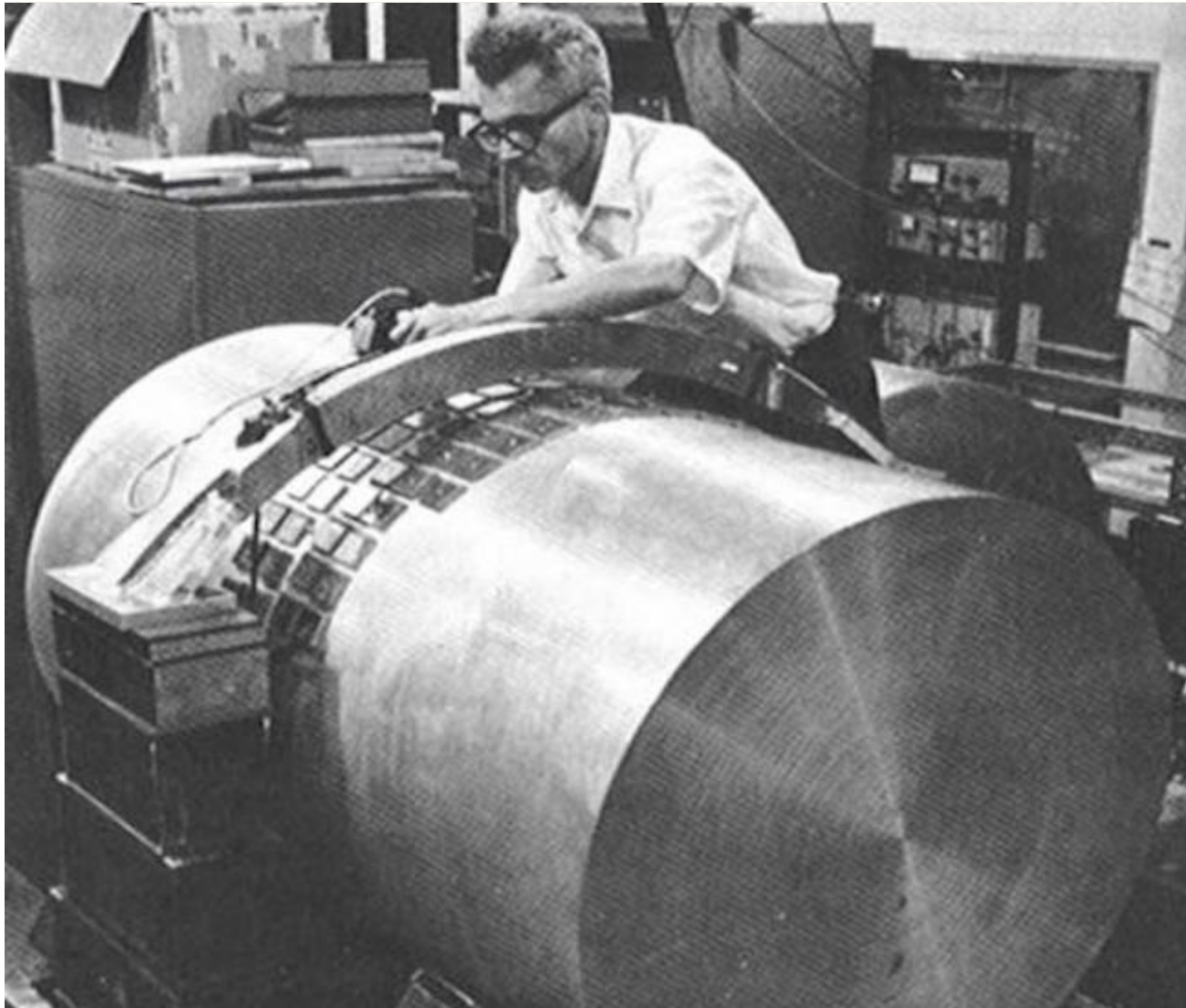
ндрович Фок):

1. коллапс черных дыр;
2. слияние нейтронных звезд или черной дыры и нейтронной звезды;
3. при вспышках сверхновых, при вращении нейтронных звёзд и при эволюции тесных двойных звезд.



Приемники гравитационных волн

1. Резонаторные детекторы гравитационных волн

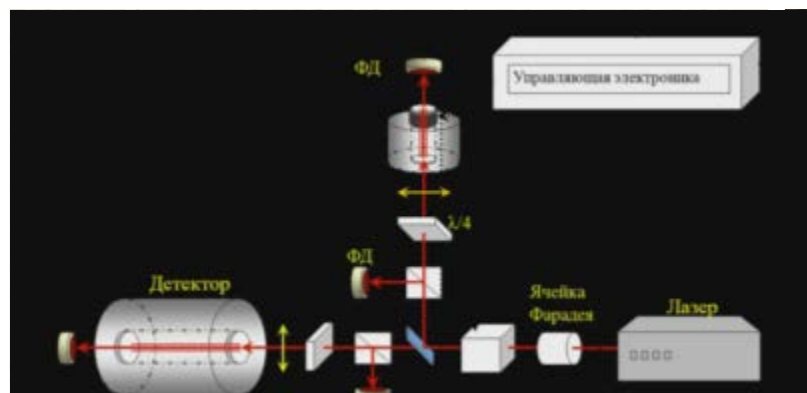


В 1969 году американский физик Джозеф Вебер объявил, что ему удалось поймать гравитационную волну с помощью детектора из алюминиевых цилиндров длиной в 1,5 метра, диаметром 0,6м, массой 1,5 т.



**Резонансный детектор
AURIGA, Италия**

**Голландский сферический детектор
гравитационных волн miniGRAIL**



**Оптическая система
резонансного детектора «АГРАН»,
МГУ, ГАИШ**



**Резонансный детектор «EXPLORER»,
ЦЕРН, Швейцария**

2. Лазерные интерферометры для обнаружения гравитационных волн

Журнал экспериментальной и теоретической физики

Т. 43

1962

Вып. 2(8)

К ВОПРОСУ ОБ ОБНАРУЖЕНИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН МАЛЫХ ЧАСТОТ

М. Е. Герцештейн, В. И. Пустовойт

Показано, что чувствительность электромеханических опытов по обнаружению гравитационных волн при помощи пьезокристаллов на 10 порядков хуже, чем по оценкам Вебера [1]. В области малых частот возможно обнаружение гравитационных волн по смещению полос оптического интерферометра; оценена чувствительность метода.

**Какие эксперименты
ищут гравиволны?**

**GEO-600, Ганновер,
Германия**

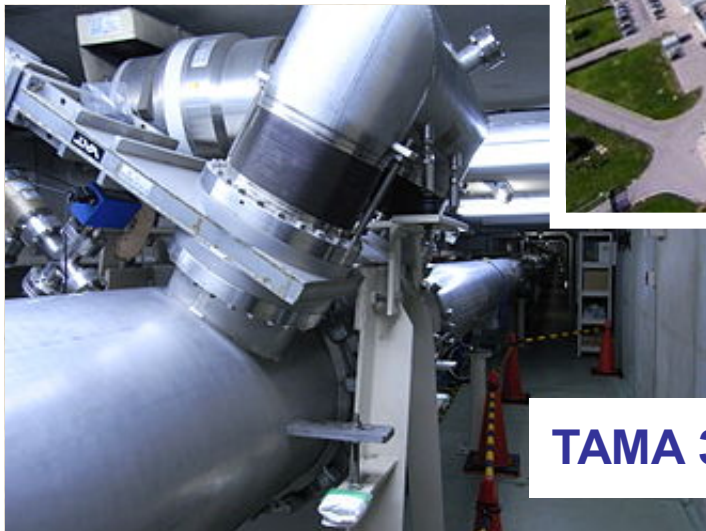


LIGO, Луизиана

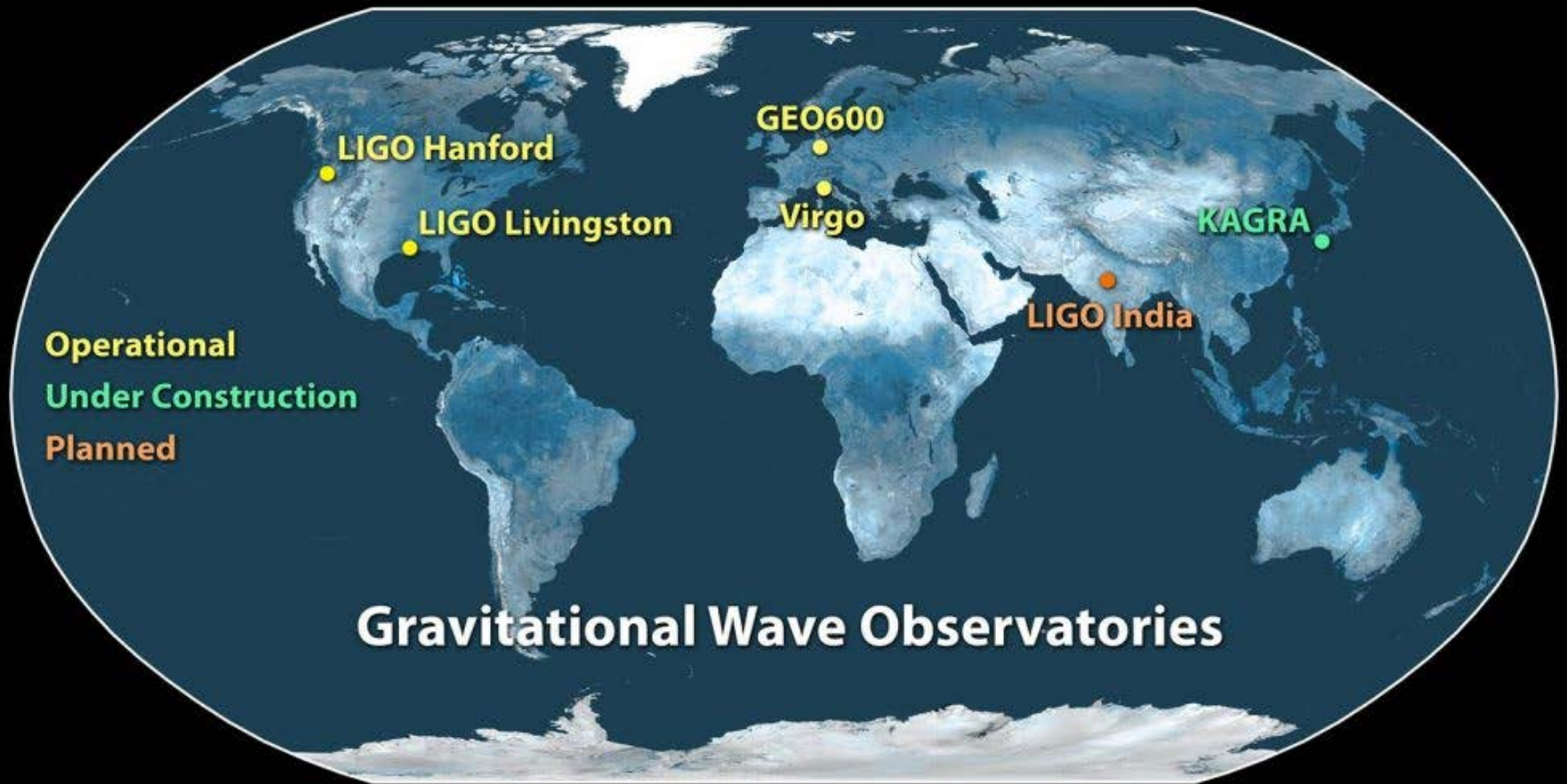
Virgo, Италия



LIGO, Вашингтон



ТАМА 300, Япония



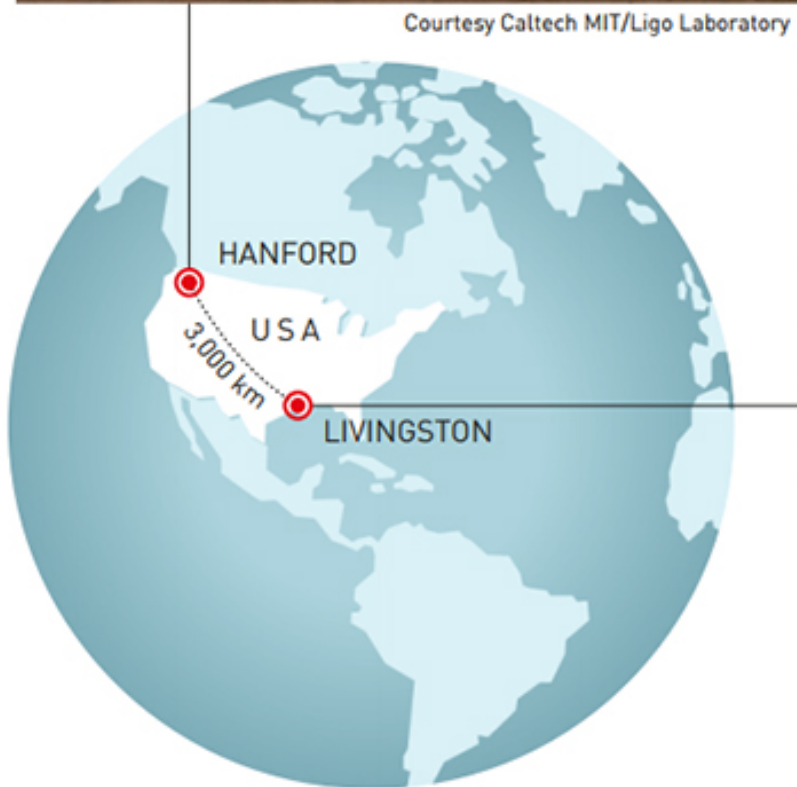


◀ The Hanford facility is on the steppes of the northwest USA, outside Hanford.

The Livingston facility is in Livingston in the southern swampland of Louisiana.



Courtesy Caltech MIT/Ligo Laboratory



Courtesy Caltech MIT/Ligo Laboratory

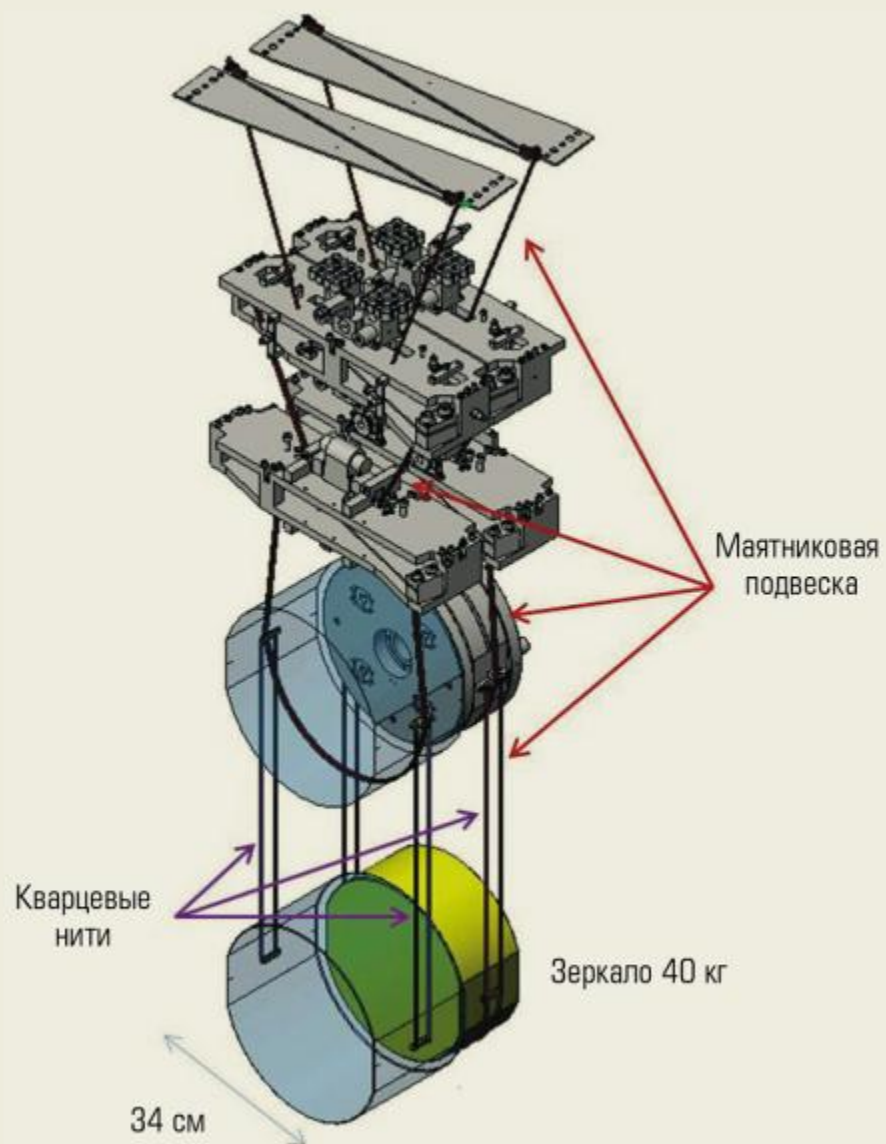
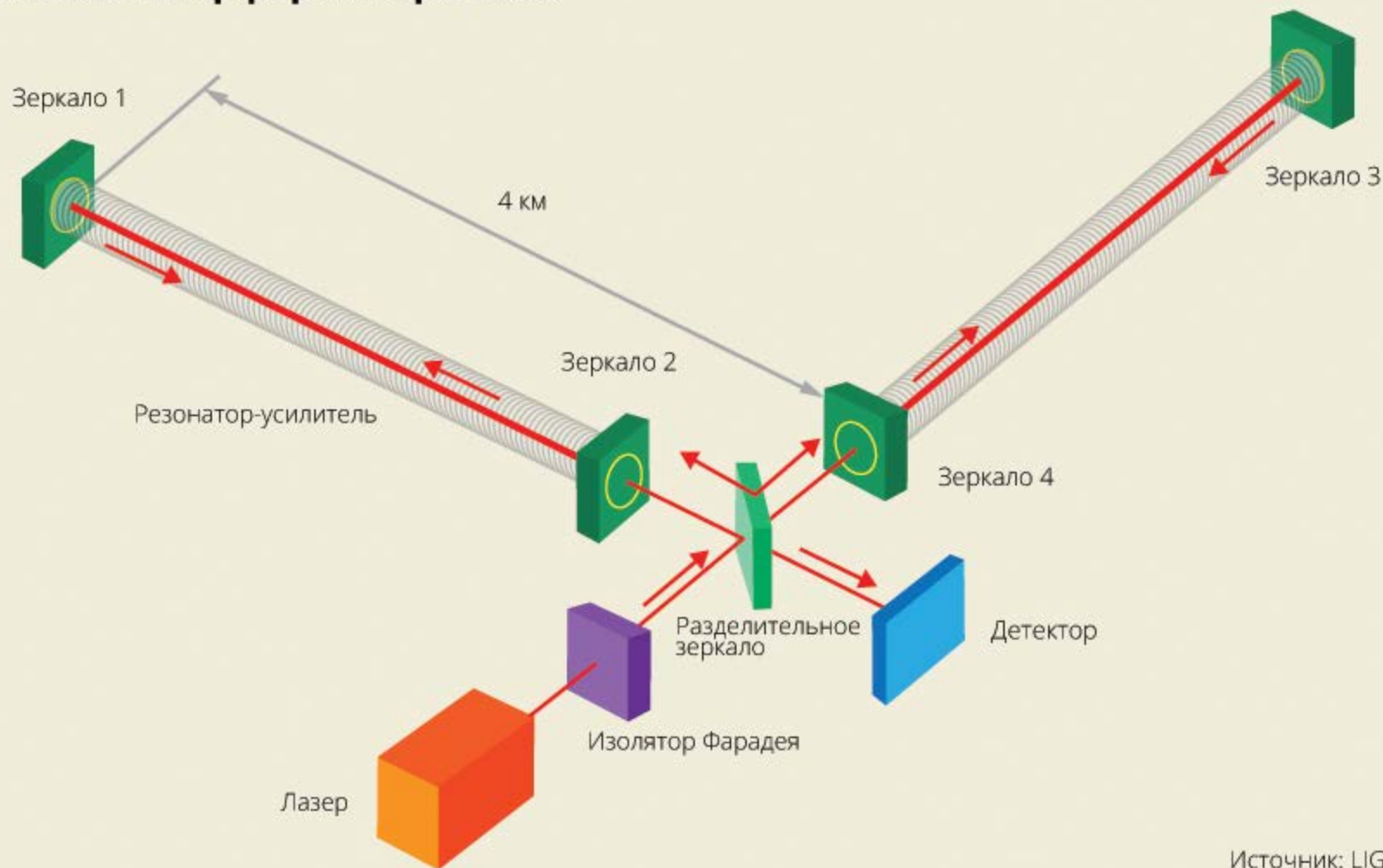
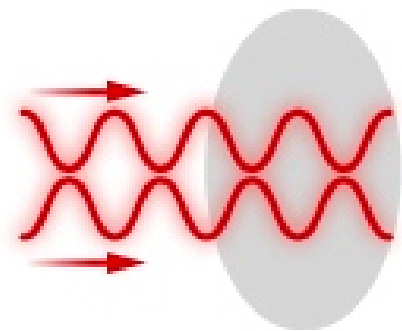
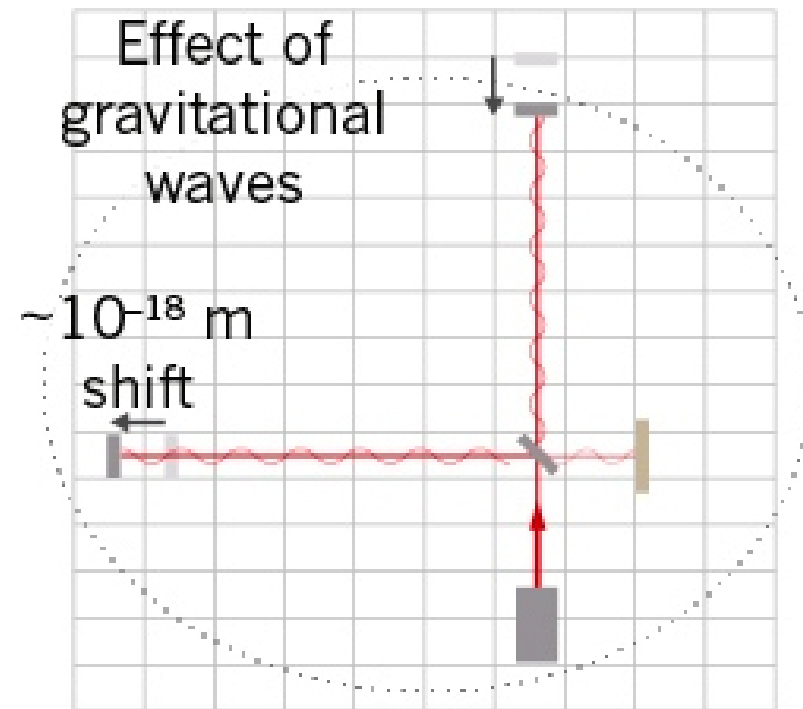
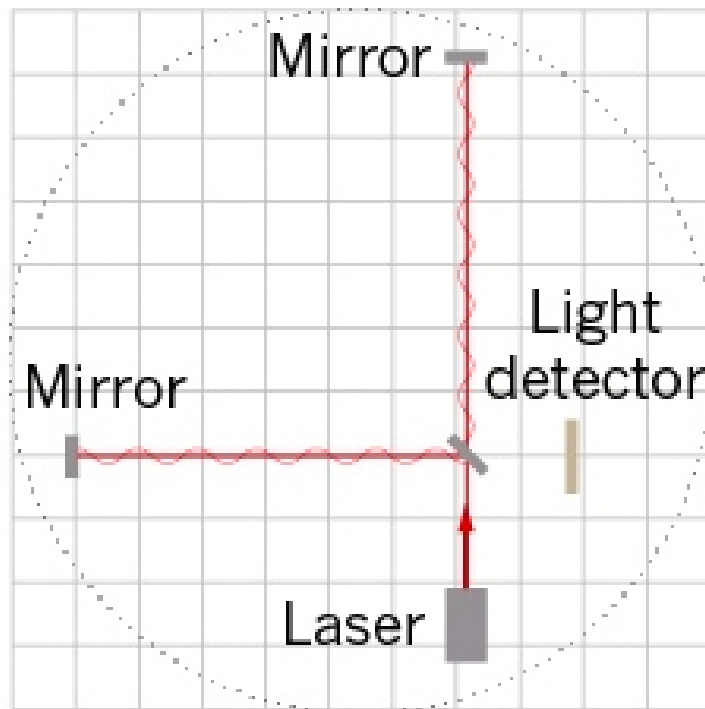


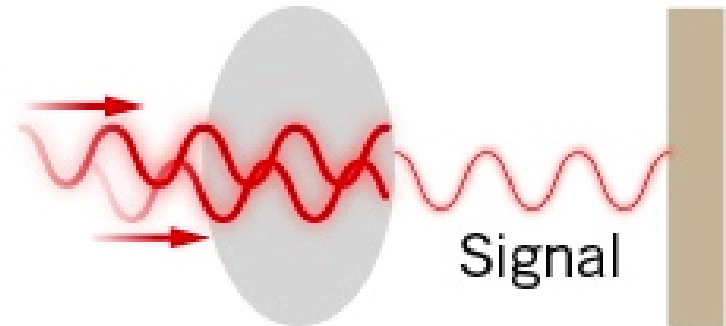
Схема интерферометра LIGO



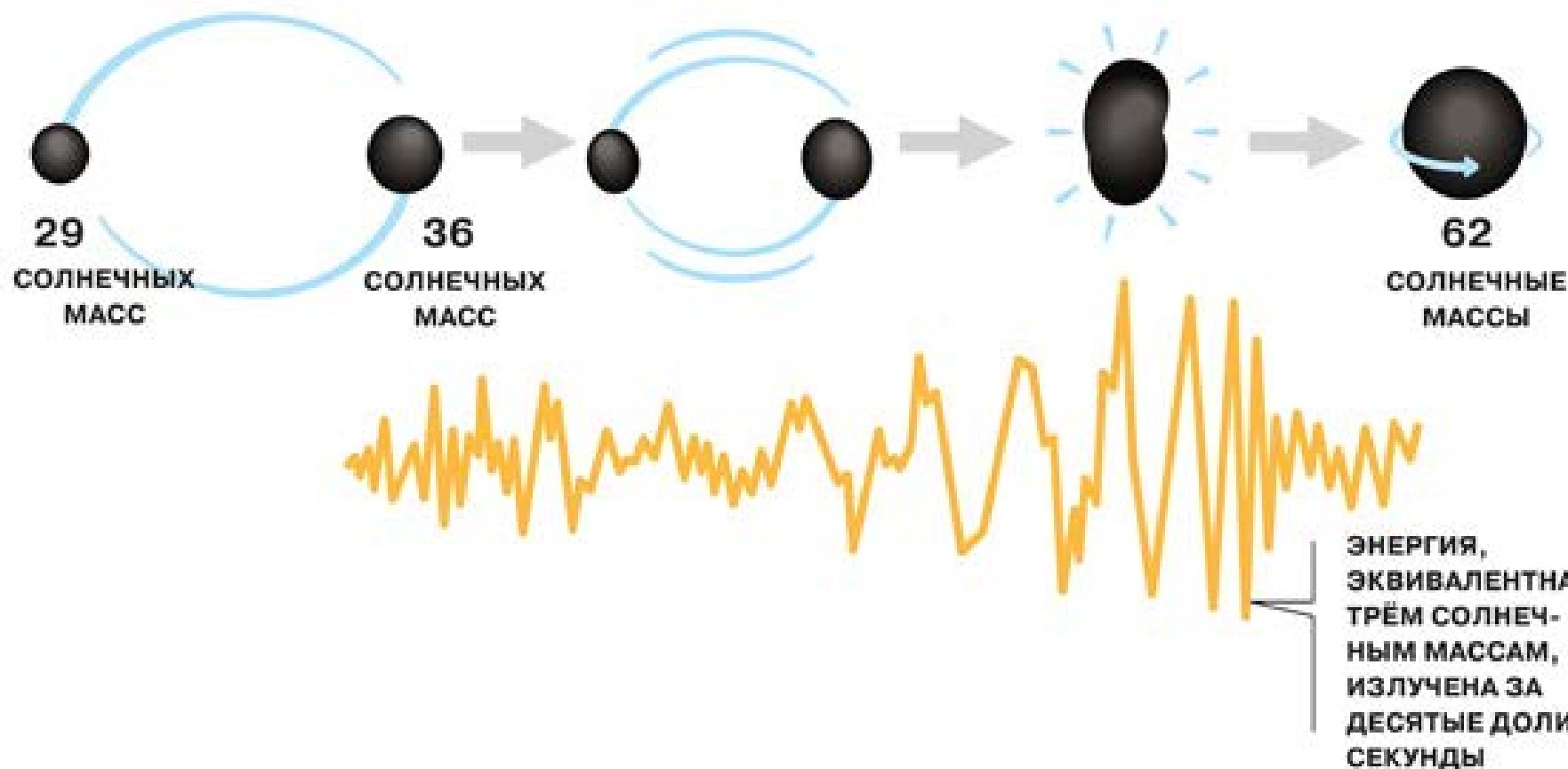
Источник: LIGO



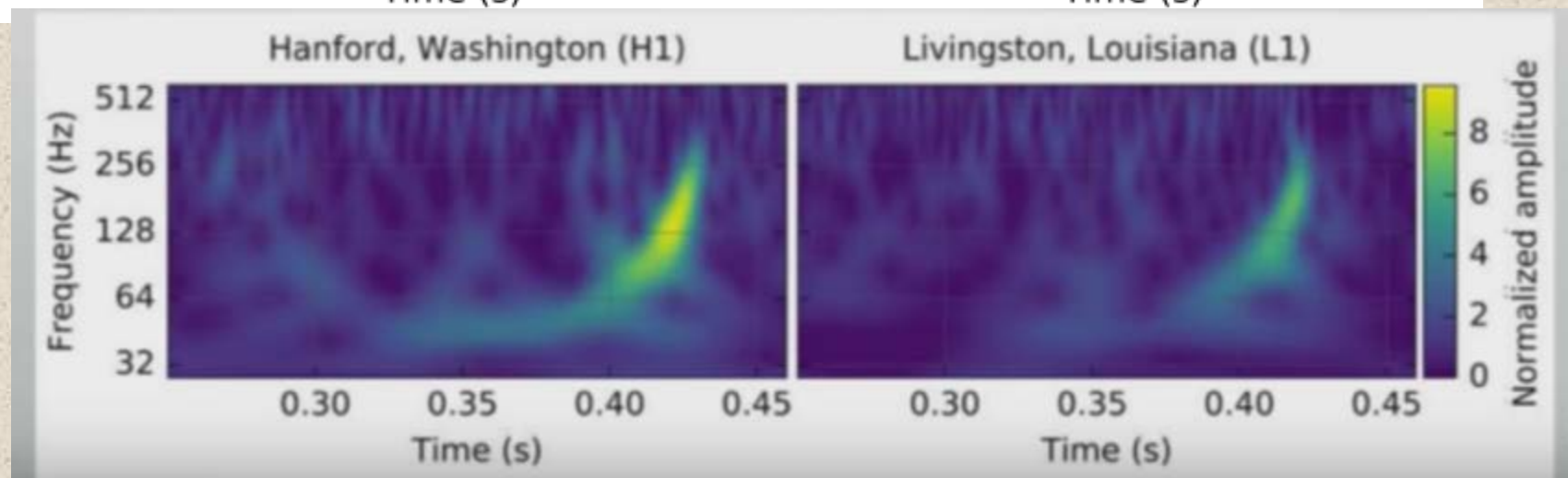
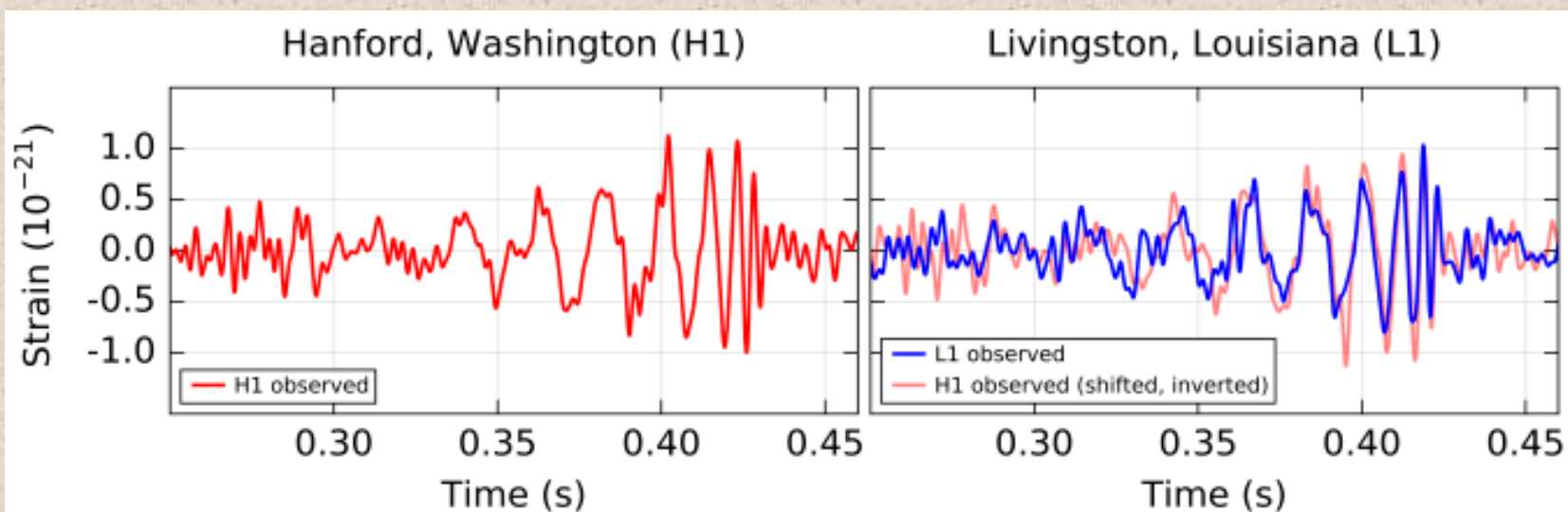
Detector



ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ



Зафиксированная обсерваторией LIGO в Хэнфорде гравитационная волна, возникшая при слиянии двух чёрных дыр, обращавшихся вокруг общего центра масс. Длительность приведённого сигнала около двух десятых секунды.



***Сигналы, полученные каждой из обсерваторий
14 сентября 2015 года, и их наложение.***

Мощность излучения

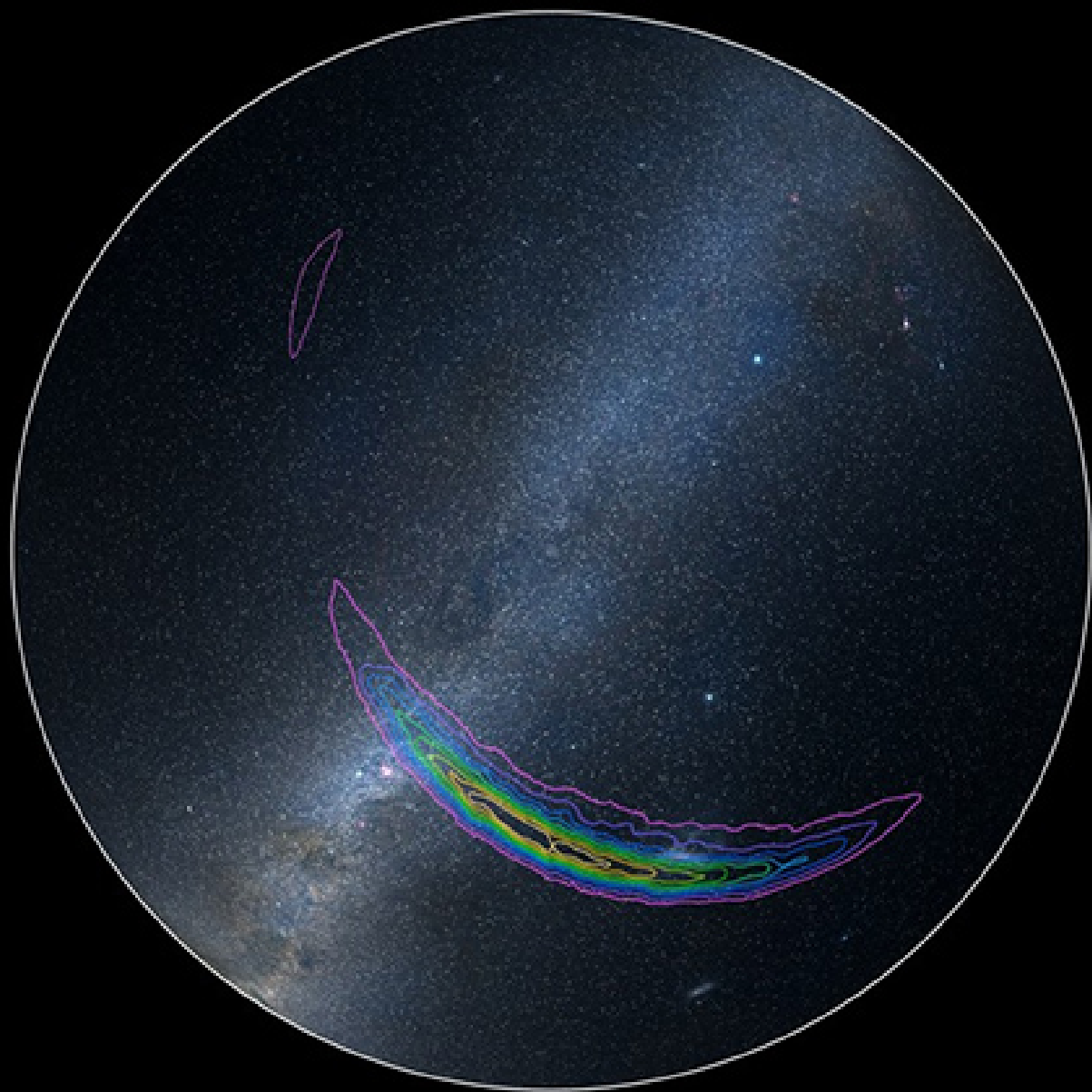
100 000 000 000 000 000 000 000 000 светимостей Солнца

Число волос на голове 100 000

Число людей на Земле 10 000 000 000

Число звезд в Галактике 100 000 000 000

Число звезд во Вселенной 100 000 000 000 000 000 000 000 000



Что дальше?

1. Как часто наблюдаются такие явления?

Частота наблюдений двойных черных дыр внутри сферы радиусом несколько сотен мегапарсек

($3 \cdot 10^{27}$ м) составит 3-100 в год для масс черных дыр до 100 солнечных масс.

2. Какие фундаментальные результаты можно ожидать?

Новое окно во вселенную, проверка ОТО

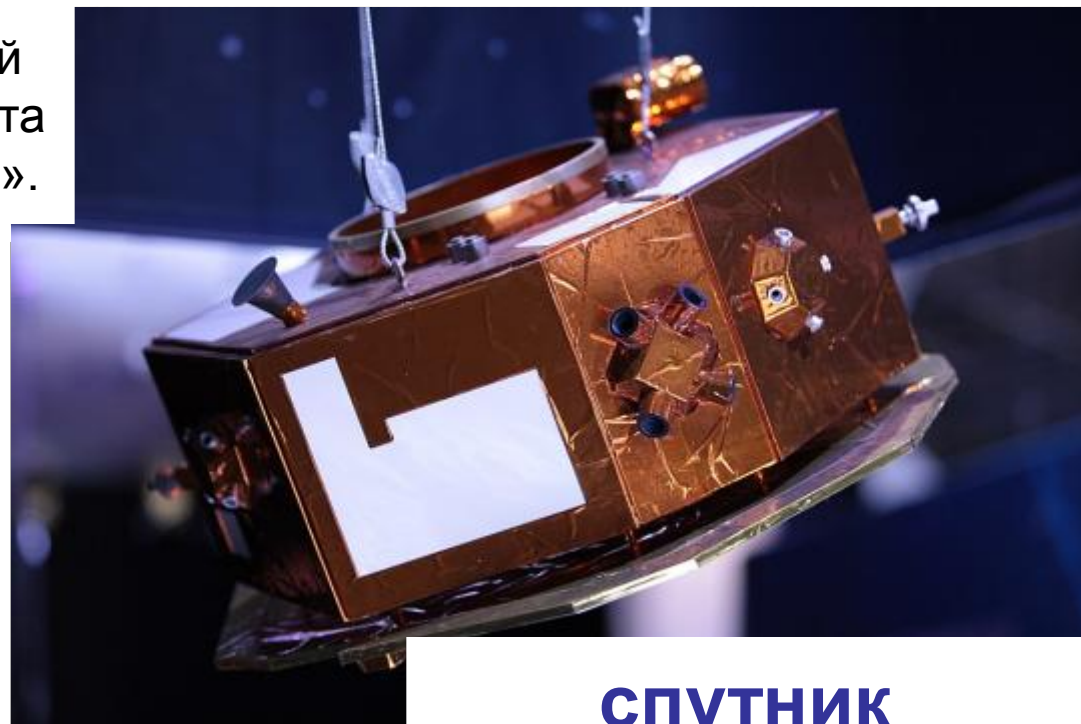
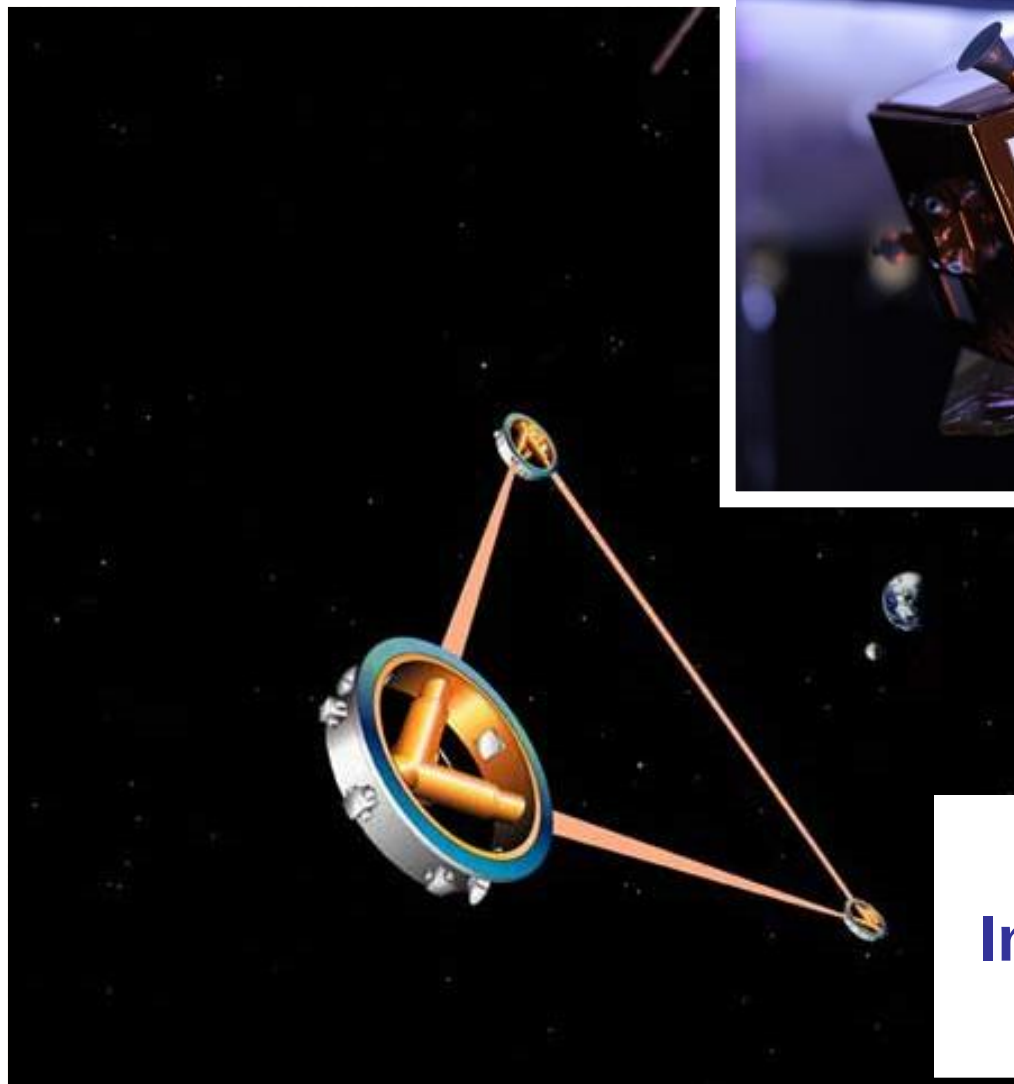
3. Как улучшить чувствительность лазерных интерференционных антенн?

Проблема зеркал, лазерный интерферометр в космосе, подземный интерферометр – Эйнштейновский телескоп.

4. Какие ещё другие применения лазерных интерференционных антенн возможны?

Геология, динамическая картина изменения гравитационного поля Земли.

астрофизик Богдан Пачинский
из Принстонского университета
«там доллары весят меньше».



**спутник
LISA Pathfinder**

**LISA — Laser
Interferometer Space
Antenna**