

# СОДЕРЖАНИЕ

---

ПРОЛОГ. ГЕНИЙ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА .....	9
--	---

<b>ГЛАВА 1. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ СПАСАЕТ ФИЗИКУ .....</b>	<b>17</b>
---	-----------

*Физики XIX века столкнулись в своих исследованиях с серьезным вопросом: почему материя и свет ведут себя по-разному? Специальная теория относительности Эйнштейна разгадала эту загадку, изменив классические представления о времени и пространстве*

<b>ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ОТКРЫВАЕТ ГЕОМЕТРИЮ ВСЕЛЕННОЙ .....</b>	<b>57</b>
--	-----------

*Для Ньютона гравитация была некой силой, действующей в абсолютных пространстве и времени. Эйнштейн, создав общую теорию относительности, превратил ее в геометрическую характеристику Вселенной: искривление пространства-времени*

<b>ГЛАВА 3. КАК ПРОВЕРИТЬ ТЕОРИЮ ЭЙНШТЕЙНА .....</b>	<b>81</b>
--	-----------

*В физике, как и в других науках, получение новых знаний происходит в постоянных взаимодействиях теории с экспериментом (или с наблюдением за небесными явлениями в случае астрофизики). Если новая теория подтверждается большим количеством*

## СОДЕРЖАНИЕ

*экспериментальных результатов, как известных давно, так и вновь полученных, у нее есть все шансы быть принятой научным сообществом. Но по-настоящему интересной она становится, когда может предсказать те или иные явления лучше и адекватнее, чем другие теории, или когда предсказывает результаты, которые не вытекают ни из какой иной из существующих доктрин*

### **ГЛАВА 4. НАСТОЯЩАЯ КОСМИЧЕСКАЯ НАУКА ..... 99**

*Споры о природе Вселенной, когда-то бывшие лишь одним из направлений мифологии, после открытий Ньютона начали обретать все более научный характер. Но только теория относительности Эйнштейна придала космологии статус раздела физики*

### **ГЛАВА 5. ДОЛГАЯ ИСТОРИЯ ВСЕЛЕННОЙ ..... 123**

*Одновременно с астрономами, выдвинувшими идею расширения Вселенной, бельгийский физик предложил фундаментальную гипотезу, вытекающую из релятивистских уравнений Эйнштейна: Вселенная продолжает эволюционировать. Эта идея привела к созданию теории Большого взрыва и легла в основу современной космологии*

### **ГЛАВА 6. СВЕТ, КОТОРЫЙ ЛЕТИТ ИЗДАЛЕКА ..... 153**

*Открытие в 60-х годах XX века излучения, пронизывающего всю Вселенную, подтвердило правоту сторонников модели Большого взрыва. Его исследование привело к весьма важным выводам*

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ГЛАВА 7. КАК ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ПРОЯВЛЯЕТ СЕБЯ В КОСМОСЕ ..... 173**

*Когда мы имеем дело с мощным гравитационным полем, тут-то и становятся необходимы оригинальные выкладки теории относительности, проявляется ее отличие от ньютоновской физики. А некоторые небесные тела и астрофизические явления дают ей возможность показать себя в полном блеске*

### **ГЛАВА 8. ОХОТА ЗА НЕУЛОВИМЫМИ ГРАВИТАЦИОННЫМИ ВОЛНАМИ ..... 189**

*Новость была давно ожидаемой, но тем не менее ошеломила научный мир. Одиннадцатого февраля 2016 года команды LIGO и VIRGO сделали совместное заявление об обнаружении ими несколько месяцев назад, 14 сентября 2015 года, первой гравитационной волны. Явление получило код GW150914*

### **ЭПИЛОГ. ГЕНИЯ НЕИЗБЕЖНО СМЕНЯЕТ... НОВЫЙ ГЕНИЙ ..... 205**

### **БИБЛИОГРАФИЯ ..... 211**



## ПРОЛОГ

---

# ГЕНИЙ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

Гений Альберта Эйнштейна стоит у истоков революции в науке: прошло уже почти сто лет с того момента, как его имя стало синонимом выдающегося ума. Это получилось само собой, без каких-либо споров — люди почти сразу начали воспринимать Эйнштейна как одного из величайших ученых в истории человечества. Он произвел кардинальные перемены сразу в нескольких областях физики и является основоположником двух фундаментальных теорий XX века: специальной (1905) и общей (1915–1916) теорий относительности. Перевернув все прежние представления о времени, пространстве и материи, Эйнштейн произвел революцию, масштаб которой несопоставим со всем, что

## ПРОЛОГ

«САМОЕ НЕПОСТИЖИМОЕ  
В ЭТОМ МИРЕ — ЭТО ТО,  
ЧТО ОН ПОСТИЖИМ».

АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН, 1936

происходило до того в истории науки. И не только науки, но и философии.

Ученый родился 14 марта 1879 года в Германии и в раннем возрасте никак себя не проявил. Даже говорить он начал довольно поздно.

В школе будущему великому физику пришлось непросто, в основном из-за его презрения к любым навязанным извне авторитетам, которое он сохранит на всю жизнь. Учителя относились к нему как к легкомысленному нарушителю спокойствия. Но уже тогда он проявил сильный интерес к науке, к физике и математике, и по этим предметам оценки Эйнштейна всегда были безупречны.

В 17 лет со второй попытки он поступил в Высшее техническое училище (Политехникум) в Цюрихе. Первая попытка поступить годом ранее не удалась — Эйнштейн умудрился провалить экзамен по общей культуре. Однако его нонконформизм постоянно провоцировал критику со стороны преподавателей, и полученный в 1900 году диплом нельзя было назвать блестящим.

В течение двух последующих лет Эйнштейн усиленно занимался самообразованием. Тщетно он

## ГЕНИЙ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

пытался получить место в университете и в конце концов смирился, поступив на работу в Федеральное бюро интеллектуальной собственности в Берне на должность специалиста третьего класса. Его работой стала оценка достоинств подаваемых патентных заявок, и у молодого человека оставалось время для собственных исследований. Он мечтал о докторской степени. Обстоятельства сложились весьма благоприятно для юного Эйнштейна: он мог изучать труды великих физиков и философов и обсуждать их с друзьями. Несомненно, на его взгляды оказали влияние и некоторые патентные заявки.

1905-й стал для Эйнштейна «годом чудес»: в течение всего нескольких месяцев он опубликовал пять статей, значение которых трудно переоценить. В двух из них были сформулированы основные принципы специальной теории относительности; после них пространство и время потеряли «абсолютный характер», которым они доселе обладали. И в них же было опубликовано знаменитое уравнение  $E = mc^2$ . Одна из статей послужила основой для появления в будущем квантовой физики...

В январе 1906 года Эйнштейн получает степень доктора наук по физике, а 1908 году начинает работать в Бернском университете. И с этого момента

## ПРОЛОГ

его авторитет в научном сообществе неуклонно растет. Эйнштейн преподает и читает лекции, одновременно усиленно работает над расширением границ специальной теории относительности. Она кажется ему несовершенной, поскольку в ней никак не учитывается гравитация.

К концу 1915 года Эйнштейн заканчивает работу над общей теорией относительности, где гравитационные взаимодействия описаны совершенно иначе — в терминах геометрии, с учетом выводов специальной теории относительности 1905 года. К тому времени автор двух теорий уже стал профессором Берлинского университета, на тот момент — престижнейшего в мире.

Публикация выводов общей теории относительности в 1916 году, а особенно ее экспериментальное подтверждение 29 мая 1919 года, во время полного затмения солнца, принесли Эйнштейну мировую славу. Пресса и публика его обожают за величайший научный гений, за бунтарский дух, оригинальность, необычную внешность... В 1921 году американцы восторженно принимали Эйнштейна во время поездки по США.

Физики же восприняли общую теорию относительности с опаской: она им показалась слишком сложной и явно весьма далекой от какого-либо



## ГЕНИЙ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

практического применения. А Эйнштейн, применив свои выводы ко Вселенной в целом, создал релятивистскую космологию. Его идеи были подхвачены бельгийским физиком Жоржем Леметром, затем другими учеными. Однако прошло несколько десятилетий, прежде чем физики осознали, что произошло на самом деле.

Только в 60-х годах XX века общая теория относительности и релятивистская космология обрели окончательное признание в научном мире благодаря результатам астрономических наблюдений. Эйнштейн надолго опередил время в своей «трехступенчатой релятивистской революции» — специальная теория относительности, общая теория относительности, релятивистская космология!

Но и это еще не все — он был одним из создателей квантовой физики. Эта физическая теория действует в совершенно другом мире, там, где происходят взаимодействия между материей и энергией, в микромире, где все имеет исключительно малые размеры. Казалось бы, мир, весьма далекий от общей теории относительности и космологии... Впервые гипотезу о квантовой природе света Эйнштейн выдвинул в статье, датированной 1905 годом. И именно за эту теорию он получил Нобелевскую премию 1921 года (официально — «за заслуги

## ПРОЛОГ

перед теоретической физикой и особенно за открытие закона фотоэлектрического эффекта) — а за теорию относительности так и не был награжден!

Парадоксальным образом Эйнштейн весьма скептически относился к развитию квантовой физики. Начиная с 20-х годов XX века и до конца жизни он посвятил все свои силы разработке «единой теории поля», которая описывала бы в общих терминах гравитацию и электромагнетизм. Все его попытки провалились, однако с 50-х годов прошлого века до настоящего времени физики надеются объединить эти виды взаимодействий. И сегодня ведутся исследования, с помощью которых ученые стремятся объединить гравитацию и квантовую физику во что-то вроде «всеобщей теории поля».

Последний этап жизни Эйнштейна начался в 1932 году, незадолго до прихода к власти Гитлера: ученый покидает Германию и переселяется в Соединенные Штаты. Он становится профессором Университета Принстона, активно занимается борьбой с нацизмом и развитием идей пацифизма. В августе 1939 года Эйнштейн послал президенту Франклину Рузвельту письмо, ставшее знаменитым. В письме он объяснил, что уран, которым

## ГЕНИЙ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

владела Германия, может стать материалом для создания атомной бомбы. Это письмо призывало начать «проект Манхэттен», чтобы разработать американское ядерное оружие. А в 1945 году Эйнштейн вновь написал Рузвельту, умоляя его отказаться от страшного оружия. И после войны ученый посвятил все свои силы борьбе за запрещение ядерного оружия в мире.

Он умер в Принстоне 18 апреля 1955 года от разрыва аневризмы, работая над текстом выступления по единой теории поля. Наука и гуманизм были его верными спутниками до самого конца...



## ГЛАВА 1

---

# СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ СПАСАЕТ ФИЗИКУ

*Физики XIX века столкнулись в своих исследованиях с серьезным вопросом: почему материя и свет ведут себя по-разному? Специальная теория относительности Эйнштейна разгадала эту загадку, изменив классические представления о времени и пространстве.*



### НЕПРЕРЫВНОСТЬ И ПРОРЫВ

В Италии XVII века гениальный Галилео Галилей (1564–1642) открыл принцип, характеризующий движение материи, который позднее будет назван принципом относительности. В 1905 году юному

## ГЛАВА 1

Эйнштейну удалось расширить этот принцип на совершенно новую область — на распространение электромагнитных волн, то есть не только на область видимого света, но и на невидимые излучения: инфракрасные, ультрафиолетовые, радио.

Эйнштейн обосновал определяющую роль принципа относительности, развивая выводы Галилея. И в то же время он отверг ту теорию величайшего ученого Возрождения, которая описывала кинематику. Этот раздел физики описывает движение «свободных» объектов (на которые не действует никакая сила), в отличие от динамики, описывающей движение под влиянием различных силовых воздействий. Эйнштейн заменил кинематику Галилея новой, собственной кинематикой. Он разработал новую теорию, при этом радикально отбросив прежние представления о пространстве и времени, заменив их *пространством-временем*, некой единой сущностью с очень странными свойствами.

### **НОВЫЙ ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Так в чем же состоит принцип относительности, впервые обнаруженный Галилеем и потом развитый Эйнштейном? И тот и другой сформулировали его так: «Законы физики формулируются

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ СПАСАЕТ ФИЗИКУ

одинаково для различных наблюдателей (физиков, осуществляющих измерения), движущихся относительно друг друга».

Однако есть одно обязательное и важное условие, чтобы этот принцип выполнялся: наблюдатели должны быть инерционными, то есть не подвергаться воздействию внешней силы и двигаться исключительно по причине собственной инерции. Из этого принципа выпадает, например, космонавт, запущенный в космос с помощью ракетных двигателей, или планета, втянутая в орбиту Солнца силой гравитации... Все инерционные наблюдатели движутся относительно друг друга равномерно, то есть по прямой и с постоянной скоростью (это, кстати, изложение другого принципа — *принципа инерции*).

Наблюдатель в состоянии покоя (который не движется) тоже считается инерционным. Принцип относительности, таким образом, требует, чтобы все законы физики формулировались для инерционного наблюдателя так, будто он находится в состоянии покоя! В этом и состоит сущность принципа, сформулированного Галилеем в виде красивой формулы «*движение [равномерное] равно состоянию покоя*».

Именно такой подход определил использование термина «относительность». Принцип требует, чтобы все инерционные наблюдатели играли