



Научная жизнь

ЭЙНШТЕЙН, ПУАНКАРЕ И СОВРЕМЕННОСТЬ: БЕСЕДА*

П. Галисон, Д. Бернет

Ньютон, прости меня...
А. Эйнштейн. Автобиографические заметки

Питер Л. Галисон только что завершил свою новую книгу «Часы Эйнштейна, карты Пуанкаре» («Einstein's clocks, Poincare's maps»), содержание которой и легло в основу этого диалога. Галисон является профессором физики и истории науки Гарвардского университета с 1992 г., он член Американской академии наук. В других своих книгах, включая книги «Образ и логика» («Image and logic», 1997) и «Чем заканчиваются эксперименты» («How experiments end», 1987), он исследует взаимодействие между основными субкультурами физики XX в. – экспериментированием, инструментированием и теорией, а также пересечения физики и других областей знания.

Д. Грэхэм Бернет – доцент истории в рамках программы истории науки в Принстонском университете. Он написал книги «Властелины изученного» («Masters of all they surveyed», 2000) и «Суд присяжных» («A trial of jury», 2001), а также является одним из редакторов книги «История картографии» («The history of cartography», 1987).

Бернет: Питер, в 1997 году на встрече Общества историков науки ты прочел лекцию «Непреклонный историцизм: машины и метафизика». Я хорошо помню эту лекцию, в которой ты впервые представил широкому кругу историков и философов науки свое исследование по Эйнштейну, относительности и материальной культуре конца столетия. И у многих людей ты изменил представления. Ты рассуждал примерно так:

* Galison P., Burnett D. Einstein, Poincare and modernity: a conversation // Daedalus. – 2003. – Spring. – P. 41–55. Здесь публикуется с разрешения издателя. Перевод с английского В.В.Целищева.

© Галисон П., Бернет Д., 2004.

© Целищев В.В., перевод, 2004.

в основе написанной в 1905 году переломной статьи Эйнштейна о специальной теории относительности, статьи, которая потрясла основания ньютоновской физики, лежал «мысленный эксперимент», касающийся синхронизации часов и проблемы одновременности, и здесь, говоря о поездах, прибывающих на станцию, и наблюдателях, сверяющих свои часы, Эйнштейн бросил непреодолимый вызов ньютоновскому понятию абсолютного времени (и абсолютного пространства). Все это мы знали. Но затем разговор стал более острым: ты указал, что этот мысленный эксперимент не мог быть просто мысленным экспериментом, так как синхронизация часов в пространстве представляла собой нечто большее, чем просто глубокомысленную теоретическую физику конца XIX и начала XX века. Это было совершенно реальное, обычное занятие железнодорожных компаний, государств и военных. Все более увеличивающаяся скорость движения железнодорожных составов во второй половине XIX века потребовала кодификации по всему земному шару «временных зон» – зон условной одновременности, внутри которых люди могли бы не принимать во внимание местное время, скажем полдень, и устанавливать этот полдень по своим часам. Это весьма тонкое, но важное новшество, позволяющее людям перемещаться на земном шаре из одного времени в другое. Нет другого способа организации движения на железной дороге. Больше того, проектирование и производство электромеханических систем, «распределяющих» это заново скоординированное время, т.е. сети часов, идущих синхронно, составляли основную часть промышленности в области точных приборов. Рассмотренный в этом ключе, мысленный эксперимент Эйнштейна имел безусловное сходство с множеством практических экспериментов, которые осуществлялись вокруг Эйнштейна и даже у него под носом, поскольку он служил в патентном бюро Берна и проводил экспертизу точно таких же устройств распределения времени. В тот день ты поставил перед нами вопрос, можем ли мы действительно понять статью Эйнштейна 1905 года, если не поймем, как возникли конвенции о международном времени и технологии промышленной синхронизации времени. И вот ты написал книгу «Часы Эйнштейна, карты Пуанкаре: империи времени», в которой формулируешь этот вопрос и развиваешь свое собственное представление в отношении данной проблемы. Придется ли объяснять читателю, для которого все это вновь, что делают часы и поезда в знаменитой статье Эйнштейна?

Галисон: Конечно, придется. Вероятно, величайшим успехом физики XIX века было предсказание (и последующее доказательство)

существования «электрических волн». Свет представляет собой не что иное, как такую волну. Внезапно древняя наука оптика стала просто разделом электромагнетизма. В то же самое время это потрясающее открытие поставило физиков перед проблемой: они были уверены, причем вполне обоснованно, что волны должны распространяться в чем-то. В конце концов волны на море суть волны, распространяющиеся в воде, звуковые волны распространяются в воздухе и т.д. Но свет мог распространяться в вакууме, т.е. практически в пустом пространстве. Это почти всех привело к мысли, что должна существовать особая, все пронизывающая субстанция (которая пока была неизвестна) – «эфир», заполняющий собой все, даже вакуум. Но экспериментаторы так и не смогли обнаружить эту неуловимую субстанцию. Знаменитая статья Эйнштейна 1905 года об относительности начинается с этого момента. Осознав тщетность попыток «увидеть» эфир (или, точнее, получить какие-либо свидетельства того, что Земля движется сквозь этот эфир), Эйнштейн решил вовсе отказаться от эфира и заняться проблемой распространения света в различных направлениях. Прежде всего он постулировал, что все законы физики, включая законы электричества и магнетизма, являются одинаковыми во всех системах отсчета, движущихся с постоянной скоростью. Затем он добавил кажущееся простым (и скромным) предположение о том, что свет распространяется с одинаковой скоростью независимо от движения его источника. Для любого, кто размышляет над свойствами эфира, это предположение не было странным: подвигайте руками с какой-либо разумной скоростью в пространстве со спокойным воздухом, хлопните ими, и звуковые волны будут распространяться в этом пространстве с одной и той же скоростью независимо от скорости движения ваших рук. Может быть, и свет ведет себя так же: лампа, движущаяся сквозь эфир, просто возбуждает световые волны, которые распространяются во всех направлениях с одинаковой скоростью независимо от движения лампы. И все же два этих разумных предположения противоречили друг другу. Пусть лампы движутся с различными скоростями и в некоторой системе отсчета световой луч от этих ламп будет распространяться со скоростью 300 тысяч километров в секунду, как это и предсказывается уравнениями электродинамики. Не будет ли казаться, что луч света движется с другой скоростью, если за ним наблюдать с другой движущейся системы отсчета? Если бы это было так, тогда уравнения электродинамики были бы правильными только для одной системы отсчета и нарушился бы первый принцип Эйнштейна. Именно для того чтобы разрешить это против-

речие, Эйнштейн предпринял наиболее смелый шаг: он раскритиковал саму идею времени в ее обычном понимании. В частности, он без устали исследовал, что означает «одновременность». Только через критику фундаментальных понятий времени и пространства можно было согласовать две части теории, а именно, то, что законы физики одни и те же во всех системах отсчета, движущихся с постоянной скоростью, и то, что свет распространяется с одинаковой скоростью независимо от движения его источника. И именно здесь на сцене появляются поезда и часы. Эйнштейн рассуждал следующим образом. Предположим, что вы хотите узнать, в какое время поезд прибывает на станцию. Сделать это достаточно легко: вы смотрите на часы на своей руке, замечая то время, когда поезд проходит мимо вас. Но что если вы захотите узнать, когда поезд прибывает на отдаленную станцию? Откуда вы знаете, является ли это событие одновременным с событием, происходящим здесь? Эйнштейн утверждал, что необходима процедура фиксации одновременности, определенная система обмена сигналами между станциями, которая учитывала бы время, требуемое для прохождения сигнала от одной станции к другой. Разрабатывая эту идею, Эйнштейн обнаружил, что два события, одновременные в одной системе отсчета, не будут одновременными в другой системе отсчета. Больше того, поскольку измерение длины включает в себя определение положения начала и конца объекта в одно и то же время, постольку относительность одновременности означает, что относительной является также и длина. Устранив абсолютные пространство и время, Эйнштейн перестроил современную физику.

Бернет: Таким образом, ставкой тут была не только идея универсального эфира, субстрата космоса, но также и идея времени, этого абсолютного, вечно разворачивающегося, неизменного потока, платоновского времени, обломками которого были все обычные часы. Это было такое понятие времени, которое Ньютон полагал необходимым условием своей физики и которое он вынес за пределы просто человеческого постижения, – это время текло в «чувствовалище Бога».

Галисон: Одним только требованием фиксации процедуры одновременности, основанной на обмене сигналами, Эйнштейн порвал с ньютоновской идеей времени. С точки зрения Ньютона, время было абсолютным, истинным, математическим временем, отсчитывающим моменты для всех наблюдателей одинаково. Часы (всех видов) были лишь бледной тенью, приближением к этой метафизической длительности. Но Эйнштейн отклонился от ньютоновского представления

о времени более радикально, так как если принять его предположение, то это ведет к очень серьезным следствиям. Например, если поезд проходит через нашу станцию, а машинист и вожатый замыкающего вагона посылают световые сигналы в середину поезда (в те моменты, которые для нас, находящихся на станции, считаются одновременными), мы можем спросить, что происходит в поезде. Стоя на платформе, мы говорим: кондуктор среднего вагона движется по направлению к месту, откуда посылает свой сигнал машинист, и от того места, откуда посылает свой сигнал вожатый замыкающего вагона. Поэтому, говорим мы – наблюдатели, находящиеся на станции, кондуктор среднего вагона сначала получает световой сигнал от машиниста. Так как, по предположению, кондуктор среднего вагона считает, что две вспышки света распространяются с одинаковой скоростью, он заключает (и это неизбежно так же, как день неизбежно сменяется ночью), что два этих сигнала были посланы не одновременно. Поэтому две вспышки, которые были одновременными в системе отсчета станции, не были одновременными в движущейся системе отсчета. Одновременность определяется относительно системы отсчета, она не абсолютна. Опираясь на кажущиеся прозаическими соображения о часах, поездах и световых сигналах, Эйнштейн сокрушил один из краеугольных камней классической физики.

Бернет: Эйнштейна окружают мифы и легенды, его изображают таким странствующим на границах метафизики рыцарем, который сразил последнюю химеру в кристальных сферах. Искатель в сфере чистого разума, он разведал чувствилище Бога и обнаружил, что оно пусто. И ты напомнил нам, что этот образ совершенно искажает характер подлинного Эйнштейна, то, что он думал и делал, как подходил к проблемам. Не так ли?

Галисон: Эйнштейн несомненно является самым известным ученым всех времен и народов и занимает удивительно прочное место в культуре. Он, похоже, никогда не становится модным и не выходит из моды, каждое новое поколение просто приспособливает его для своих целей. Но из Эйнштейна сделали некую икону: величайший ум, великий отшельник, не от мира сего. Без сомнения, сам Эйнштейн до некоторой степени ответствен за этот образ, так как в последние годы своей жизни он ностальгически размышлял об одиночестве, изоляции и творчестве. Например, он писал, что хотел бы быть зрителем маяка, чей мир заключался бы в незамутненном мышлении. Поэтому мы

считаем его человеком, который не мог бы ориентироваться в физическом мире, и связываем эту неспособность с романтичностью научного гения. А это предполагает очередное переописание его образа жизни и его работы.

Бернет: Не было ли его патентное бюро этим самым маяком?

Галисон: Это известная история: в патентном бюро Эйнштейн был гением на службе. В лучшем случае это был для него источник заработка, в худшем – работа отвлекала его от науки, но по-серьезному эта работа никак не соотносилась с его научными поисками.

Бернет: Когда ты почувствовал, что эта история могла бы быть рассказана по-другому?

Галисон: Как-то раз я стоял на железнодорожной станции в одном месте на севере Европы и восхищался часами, установленными в ряд на платформе. Я заметил, что на всех часах минутные стрелки находились на одинаковой отметке. Я подумал: «Это волшебные часы. Разве не впечатляет, что они могут идти с такой точностью?». Потом я заметил, что секундные стрелки также идут синхронно, что было уже совсем удивительно, и подумал: «Часы не могут быть столь точными. Не может быть, чтобы часы показывали совершенно одинаковое время, если только они не синхронизированы специально. Иначе они просто показывали бы немного разное время». И внезапно мне пришло в голову: а не мог ли Эйнштейн обратить внимание на синхронизированные часы на железнодорожных станциях? Если обратил, тогда это обстоятельство придало бы весьма ощутимый смысл всем мысленным экспериментам, о которых говорится в его статье 1905 года. Это сделало бы его шаг к критике концепции абсолютного пространства и абсолютного времени одновременно метафорическим и буквальным. После этого я стал рыться в литературе и обнаружил, что в конце XIX века существовал целый океан работ об измерении времени и часах. Как ты знаешь, тогда стояла серьезная технологическая проблема координирования времени на железных дорогах. Больше того, европейский центр прецизионного измерения времени находился в Швейцарии, и коль скоро вся эта отрасль базировалась в Швейцарии, там же должна была быть и патентная служба. Я пошел в патентный офис и обнаружил огромное число патентов со схемами часов, связанных сигналами. Там были даже заявки на патенты и статьи в технических журналах, касающиеся часов, связанных радиоволнами. Все это было чрезвычайно близко к тому виду материализации времени, которым занимался Эйнштейн. Конечно, заводы по производству часов и изо-

бретатели не проявляли интерес к «системам отсчета» или к «физике эфира». Но важность распределения одновременности электромагнитными средствами была очевидна всем. Итак, существовала техническая проблема, она была локализована в Швейцарии, конкретно – в Берне, и связанные с ней идеи концентрировались в патентном бюро, где работал Эйнштейн. Это показалось весьма примечательным обстоятельством, и именно оно дало начало моей работе.

Бернет: И тем не менее Эйнштейн не был единственным среди физиков, кто в начале XX века был занят проблемой времени...

Галисон: Вовсе нет. На самом деле, когда я работал над темой «Эйнштейн в патентном бюро» (и подготовил упомянутую тобой статью), меня все время занимал вопрос: а кто еще мог бы заниматься этой проблемой? Кто из физиков мог заниматься проблемой одновременности? И действительно, был еще один человек, который размышлял над проблемой одновременности по крайней мере столько же, сколько и Эйнштейн, и занялся он этой проблемой раньше Эйнштейна. Это Анри Пуанкаре. Он определенно видел, что координация часов имела существенное значение для того, что называлось одновременностью.

Бернет: Имя Эйнштейна у всех на слуху, чего нельзя сказать о Пуанкаре.

Галисон: Я считаю, что «имя на слуху» – понятие относительное, так же как относительны понятия времени и относительности. Во Франции Пуанкаре долгое время был героем. Известный своими открытиями в области количественного исследования хаотических систем, изобретением топологии, вкладом в математическую физику и философией конвенционализма, Пуанкаре несомненно был в конце XIX и начале XX века наиболее известным французским ученым. И во Франции того времени он был весьма яркой фигурой, его книги о науке, философии и морали были невероятно популярны. Он писал увлекательно, в том числе о новой теории относительности, в которую и сам внес серьезный вклад. Чрезвычайно важным для понимания идеи одновременности, предложенной Пуанкаре, является то обстоятельство, что в начале 1890-х годов он занимался проблемой распределения временных сетей.

Бернет: В Бюро географических координат?

Галисон: Да, и он несколько сроков был президентом Бюро географических координат. И чрезвычайно важным является то обстоятельство, что астрономы и географы Бюро интенсивно работали над

телеграфной передачей времени. Эта работа велась не для местных железных дорог, – по крайней мере, не они были главными заказчиками. Инженеры и ученые добивались гораздо более высокого уровня точности. Им нужно было определить одновременность так, чтобы отдаленные наблюдатели могли определять свою относительную долготу.

Бернет: Для картографических целей, поскольку измерение долготы является измерением времени?*

Галисон: Именно. Их целью было составить карту государства, империи, а затем и большей части мира. В частности, они стремились найти точки отсчета, например в Северной Африке, Сенегале, Эквадоре и Вьетнаме, от которых можно было вести дальнейшее картографирование. Карты были крайне нужны для добычи полезных ископаемых, военного господства, прокладки дорог и проектирования железнодорожных линий. Железнодорожные линии предполагали все большее количество проводов, а это требовало все более подробных карт и т.д. Это была крупная техническая программа, великий национальный проект. И время было восхитительным. Пуанкаре начиная примерно с 1887 года стал по-настоящему публичной фигурой. А к 1892 году он уже участвовал в работе Бюро географических координат, где приступил к решению проблем временных конвенций – от децимализации часа до согласования точек отсчета в обсерваториях Гринвича и Парижа. Я вспоминаю, как внимательно просматривал отчеты начиная с 1890-х годов, пытаюсь понять, что же делали в Бюро географических координат разработчики способов фиксации времени через телеграф, и ожидая, что обнаружу, что, как и в случае с патентным бюро Эйнштейна, фиксация одновременности была весьма грубым процессом. Но вместо этого я увидел, что для астрономов-инженеров учет времени прохождения сигнала от одного места до другого был совершенно обычным делом. Но раньше-то я считал, что этим занимались исключительно физики и это имело отношение исключительно к их «относительности». Однако оказалось, что коллеги Пуанкаре по Бюро географических координат были весьма озабочены этим вопросом, что становится ясно как божий день, если посмотреть на

* Каждый день Земля делает один оборот вокруг своей оси, т.е. поворачивается на 360 градусов за 24 часа, или на 15 градусов за час. Долгота измеряется относительно некоторой нулевой линии, скажем меридиана Парижа. Поэтому если мы знаем, что Солнце стоит прямо над нашими головами (в том месте, где мы находимся, полдень), и получаем телеграфное сообщение из Парижа, где говорится, что полдень там был час назад, то мы знаем, что находимся на 15 градусов западнее Парижа.

их отчеты. Разделы в официальных отчетах носили название «Время передачи». Инженеры даже посылали сигналы по кругу, чтобы компенсировать ошибки. Чем больше я знакомился со всем этим, тем более определенными казались связи. Таким образом, когда в январе 1898 года Пуанкаре написал свою знаменитую статью «Измерение времени», в которой было введено понятие конвенции при определении одновременности с использованием метафоры обнаружения долготы с помощью телеграфа, он имел в виду не только абстракцию, но также и совершенно конкретную процедуру. Процедуру, которая была совсем рядом.

Бернет: Так что вся схема «релятивистской» физики заключена в реальной материальной сети телеграфных передач (созданной для геодезических целей). Как сформулировано в твоей книге, «одновременность есть конвенция, это не что иное, как координация часов путем взаимного обмена электромагнитными сигналами, учитывающая время прохождения сигнала». Это физика, но это также и технология на рубеже веков. И все же Пуанкаре не был тем «парнем», который «получил» физику относительности. Или, по крайней мере, о нем говорят примерно так: он был совсем близок к тому, чтобы получить относительность, но свернул с пути радикальной интерпретации явления и настоящее открытие досталось Эйнштейну. Не так ли?

Галисон: В статье, опубликованной в январе 1898 года, Пуанкаре представил идею, что в принципе одновременность есть не что иное, как обмен сигналами между часами и учет времени прохождения электромагнитного сигнала или света между часами. Это философский вопрос (статья опубликована в «Review of Metaphysics and Morals»), но, с моей точки зрения, он имеет также глубоко технологическую суть. Между 1898 и 1900 годами Пуанкаре не применял эту схему к физике, — он полагал, что поправки к ньютоновской физике будут слишком незначительными, чем-то вроде еще одного точного обнаружения долготы. И причина того, что, на его взгляд, речь шла просто еще об одной ошибке, состояла в том, как эта проблема трактовалась его коллегами из Бюро географических координат. Позднее, в конце 1900-х годов, Пуанкаре был приглашен выступить на собрании в честь Лоренца, вероятно, ведущего физика-теоретика того времени, одного из создателей электродинамики движущихся тел. Лоренц был близким другом Пуанкаре, а Эйнштейн относился к нему как к отцу, — столь яркой была звезда Лоренца, сиявшая в физике конца XIX века. Пуанкаре готовил выступление, будучи занятым своими повседневно-

ными делами в Бюро географических координат (и одновременно активно знакомя с идеей координации времени философов), и внезапно увидел, что можно переинтерпретировать чисто математическую идею времени в лоренцевской физике как физическую процедуру координации. Другими словами, Пуанкаре взглянул с формальной стороны на те проблемы, с которыми имел дело Лоренц, и сказал себе: «Не может быть! Да ведь это та самая проблема телеграфа, которую два года назад я описал с философской стороны!». Начиная с декабря 1900 года Пуанкаре применял процедуру координирования времени в своей физике. Он писал об этом, читал лекции о философском значении физики координации времени. Оказалось, что и Пуанкаре, и Эйнштейна интересовали философская природа времени, технические способы использования часов для распределения времени и, наконец, физика того, каким образом время должно входить в теории электродинамики движущихся тел.

Бернет: И все же физики и историки науки потратили немало чернил, объясняя, почему Пуанкаре «упустил» приоритет в открытии теории относительности: Пуанкаре был слишком консервативным, он был слишком математиком. В своей книге ты оставляешь в стороне этот вопрос, поместив обоих физиков в более широкий контекст – контекст истории о том, как одновременность на самом деле была осуществлена в начале XX века, а также о том, какие это имело технические и культурные последствия, а в заключении ты вновь описываешь различные перспективы этих людей. Поскольку с этим до сих пор нет полной ясности, не так ли? Даже если учесть, что они оба были погружены в одну и ту же пучину – оба занимались проблемами «империи времени» в сфере технологии, физики и даже метафизики, то как же случилось так, что они пришли к финишу со столь разным «уловом»? Как я это понимаю, твой ответ состоит в том, что надо отказаться от идеи, что Эйнштейн был «современным», а Пуанкаре «отставал от своего времени». По сути дела, ты даже предложил в одном месте, чтобы мы считали их представителями двух «современностей», одна из которых сменила другую. Не скажешь ли ты пару слов об этой соблазнительной идее?

Галисон: После 1905 года Эйнштейн и Пуанкаре работали над одними и теми же проблемами, при этом оба демонстрировали высочайшие достижения в своей профессии, оба интенсивно переписывались со своими коллегами и друзьями (включая Лоренца). Оба глубоко интересовались философией науки и писали популярные статьи для широкой

публики. Это были ученые, во многих отношениях похожие друг на друга, и тем не менее на протяжении всей своей жизни они даже не обменялись почтовой открыткой. И никто из них ни разу, даже в сносках не упомянул работы другого. В этой связи вспоминается, как Фрейд относился к Ницше: в чем-то они были очень близки, но в то же время чужды друг другу. Для Фрейда было просто невыносимо обращаться к работам своего предшественника. По поводу специальной теории относительности ни Эйнштейн, ни Пуанкаре не спорили друг с другом – они просто действовали, как будто жили в параллельных, не пересекающихся мирах. Теперь Пуанкаре часто изображают как реакционера, который был слишком обращен в прошлое, чтобы полностью понять радикальные идеи Эйнштейна. Это, я полагаю, абсолютно неверная оценка ситуации. И Эйнштейн, и Пуанкаре занимались новой современной физикой и новым современным миром. Пуанкаре писал очерки и читал много лекций о новой механике, всегда делая упор на огромную новизну этих изменений в физике. Просто невозможно изображать его как консерватора, пытающегося восстановить старую физику. Но представление о том, что нужно изменить, у него было другим, нежели у Эйнштейна.

Бернет: В одном месте ты охарактеризовал Пуанкаре как человека, который занимается улучшением того, что его окружает (ameliorist).

Галисон: Да, я полагаю, что он был именно таким человеком. Его племянник как-то сказал по другому поводу, что его дядя хотел «заполнить белые пятна на картах». На самом деле это было очень важно. В своей работе, будь то математика (например, открытие хаоса, когда он буквально создал новый вид карты для математиков – «карты Пуанкаре»), или управление (например, прослеживание деталей несчастных случаев в шахтах), или геодезия (например, инструкции землемерам, размечавшим территорию), он всегда старался привести вещи в порядок, делая это с громадной верой в науку. Он был ученым Третьей Республики в наивысшем смысле этого слова, он верил в прогресс, пропагандировал применение науки в технологии, верил в возможность улучшения мира и разрешения мировых кризисов. Пуанкаре считал, что он «реформирует» время во имя спасения выдающейся новой теории Лоренца.

Бернет: И это связано с его инженерной деятельностью, не так ли? Что весьма важно для той характеристики, которую ты ему даешь...

Галисон: Да, современность Пуанкаре – это современность именно прогрессивного инженера конца XIX века – человека, который считает все проблемы разрешимыми начиная от проблем социальных и поли-

тических и кончая проблемами научными и техническими. Пуанкаре даже сыграл важную техническую роль в оправдании Дрейфуса, когда подверг проверке «доказательства» того, что Дрейфус был автором инкриминируемой ему расчетной записи. Современность Пуанкаре поощряла научно-интуитивное понимание (и в математике, и в физике эфира) и полностью избегала каких-либо ссылок на духовное или мистическое. Эта современность воплотилась в убеждении, что Франция возглавит рациональное и в конечном счете интернациональное преобразование всех вещей – от принятия стандартной системы мер и до высших материй. Что касается Пуанкаре, то, с его точки зрения, в физике часто происходили кризисы – и каждый раз она разрешала их. Так было с пространством и временем. Для того чтобы эти концепции смогли выжить, их надо было «подремонтировать». Сам Пуанкаре полагал, что изменение концепции времени сможет «подремонтировать» теорию, точно так же как Лоренц «подремонтировал» концепцию пространства, предположив, что движущиеся объекты сокращаются в направлении движения. Но Пуанкаре придерживался мнения о существовании фундаментального различия между «истинным временем» (в системе отсчета эфира) и «кажущимся временем», которое измеряется в любой другой системе отсчета. И конечно, он разделял представление об эфире, который, с его точки зрения, необходим для продуктивной, интуитивной физики. Поэтому для Пуанкаре переинтерпретация времени была заплатой, нужной для поддержания теории Лоренца в рабочем состоянии. Это была одна из набора идей-инструментов, с помощью которых следовало починить сломанный двигатель физики.

Бернет: А Эйнштейн?

Галисон: Ну, у Эйнштейна было другое представление о том, какой должна быть современная физика. Идеалом Эйнштейна не были ни машина, которую мы должны починить, ни множество предпосылок, которые должны максимизировать нашу способность к конструированию теории. Вместо этого Эйнштейн стремился перестроить физику так, чтобы порядок в теории был отражением порядка в мире. Если мир феноменов не показывает наблюдаемого различия между системами отсчета, тогда, с точки зрения Эйнштейна, этого не должна показывать и теория. То есть симметрия в феноменах должна проявляться как симметрия в теории. Эйнштейн никогда не употреблял терминов «кажущееся время» и «истинное время». Идеалом физической теории для него была термодинамика, которая основана на двух простых посылах: во-первых,

предполагается постоянство энергии и, во-вторых – увеличение беспорядка системы, т.е. ее энтропия. Из этих основных положений можно получить всю остальную термодинамику. С точки зрения Эйнштейна, термодинамике присуща классическая простота: два ее краеугольных камня поддерживают все остальные элементы сооружения. И Эйнштейн желал, как в этой, так и в других своих работах, таким же образом сооружать свои теории, опираясь на принципы. Он также выбрал два исходных положения для теории относительности: во-первых, для всех наблюдателей, движущихся с постоянной скоростью, законы физики будут одинаковы; во-вторых, скорость света постоянна независимо от того, как быстро и в каком направлении движется источник света. Для согласования этих двух положений, утверждал Эйнштейн, необходимо поставить основные идеи, касающиеся пространства и времени, на прочное и отнюдь не произвольное основание. Поэтому эйнштейновская идея времени лежит в основании его теории, и служит она упрощению, унификации и рационализации теории. Теория Пуанкаре отличалась от теории Эйнштейна эпистемологически, она в меньшей степени имела дело с такими вопросами, как вопросы о том, что мы знаем о внешнем мире и как мы можем гарантировать истинность знания. Скорее, Пуанкаре стремился подремонтировать теорию, так чтобы она правильно предсказывала феномены и при этом была максимально удобной. Современность Пуанкаре предполагала всеохватный технический ремонт, а современность Эйнштейна – очищающую переформулировку. Пуанкаре делал упор на простоту-для-нас, усердно избегая ссылок на что-либо, что превосходит возможности человека. Современность Эйнштейна выражалась в глубине наших представлений о мире и их соответствии этому самому миру не только в плане предсказаний, но и на более глубоком уровне самой теории. Действительно, в конце своей жизни Эйнштейн любил говорить о том, какой выбор стоял перед Богом до сотворения мира (не личностным Богом, а вездесущим порядком). Пуанкаре никогда не скользил по тонкому льду такой метафизики. На фоне того, что уже сказано, было бы крайне неверным рассматривать Пуанкаре как реакционера или как неудачника, проигравшего Эйнштейну. Современность Пикассо не есть современность Поллока, и думать, что разрыв с прошлым может идти в русле одной лишь линии прогресса, значит утратить понимание истории.

Бернет: Здесь кроется настоящая ирония. Хотя никто не считает Эйнштейна лохматым радикалом, тем не менее забавно, что он рас-

крывается нам в своей концепции физики как глубокий сторонник «классицизма».

Галисон: Ну, в некотором смысле Эйнштейн является самым классическим из всех классических физиков. Сам он считал, что очищает физику, упрощает ее и делает симметричной, выявляя элементы менее барочной физики. В его жизни было много моментов – очень известных моментов, когда он выступал против тех направлений, которые принимала физика, особенно в случае квантовой механики. Исследуя соотношения различных областей классической физики, углубляя их, увязывая различные области мысли, которые до него трактовались раздельно, Эйнштейн, я полагаю, считал себя таким радикальным классицистом.

Бернет: И тем менее, сам того не желая, он подложил бомбу под классическую традицию.

Галисон: Я полагаю, что именно здесь можно найти объяснение необычному и сокровенному извинению Эйнштейна перед Ньютоном – «Newton, vergeih mir»: стремясь очистить классическую физику, Эйнштейн разрушил ее. В некотором смысле это разговор о себе, раздумья о собственной жизни, о тех переменах, к которым привела попытка углубить и рационализировать классическую традицию.

Бернет: Читая твою книгу, можно подумать, что ты обнаружил «дымящийся пистолет» на месте преступления, на месте этих самых перемен, который оказался уликой для самой теории относительности. Эйнштейн сидит за столом в своем патентном бюро, глядя на схемы электромеханических сетей распределения времени по железнодорожным линиям. «Эврика!» – восклицает он и принимается за записи, чтобы разрушить абсолютное время и пространство. Я знаю, тебе все равно, что читатели могут понять дело и так, но сама по себе эта история весьма интересна...

Галисон: Но это абсолютно не так ни в отношении Эйнштейна, ни в отношении Пуанкаре. Почти все мои работы имеют дело со странными сочетаниями очень абстрактного и очень конкретного. Эта постановка вопроса никоим образом не ограничивается физикой, но в случае физики становится абсолютно ясным внезапный переход от символов к материальности. В книге «Часы Эйнштейна, карты Пуанкаре» я хотел отойти от двух широко распространенных идей. Во-первых, от представления о том, что наука делается через восхождение к платоновским сущностям, посредством очищения материального до абстрактного. Материальные отношения не выталкивают идеи и не производят их подобно ряби на

поверхности глубинных процессов. И скоординированные часы не заставили Эйнштейна ввести процедуру синхронизации. Телеграфное картирование долгот не привело Пуанкаре к открытию процедуры установления одновременности. И наоборот, физика не делается путем чистой конденсации, – было бы в высшей степени ошибочным считать, что физика начинается со сферы чистых идей, постепенно обретая материальность, пока не воплощается в объекты повседневной жизни. Физика конца XIX и начала XX века представляет несомненный интерес в том отношении, что она не является демонстрацией какого-то одного стиля – перехода от абстрактного к конкретному или от конкретного к абстрактному. Именно по данной причине я выбрал этот момент истории физики. Вместо этого имеют место поразительные колебания туда и обратно между абстрактным и конкретным. Мне нравится эта смесь – это сильнейшее взаимопроникновение материальных технологий, физики и философии. Каждая из этих отраслей активно участвует в деле, и в каждой области на кону стоит одновременность: в лоренцевском математическом «локальном времени», в технологическом обмене сигналами во времени и в философской критике абсолютного времени. Пуанкаре и Эйнштейн каждый по своему читали философские работы, работали над техническими проектами, штурмовали электродинамику. Эйнштейн определенно знал кое-что из того, что сделал Пуанкаре (сколько именно и когда узнал – это другая история). Затем в декабре 1900 года настало время Пуанкаре (и в мае 1905 года – Эйнштейна), когда утверждения об одновременности внезапно стали точкой пересечения всех трех областей.

Бернет: Технология, метафизика, физика.

Галисон: Меня во всей этой истории заинтересовало то, что уж точно невозможно начать рассказывать ее, если рассматривать все с одной точки зрения или же полагать, что все коренится лишь в одной из этих областей. Вдруг мы видим, что весьма ограниченный фрагмент истории становится просто немотивированным, даже непостижимым. Поэтому если рассказывать историю координации времени как историю одних лишь идей, тогда ссылка Пуанкаре на телеграфию и долготы оказывается...

Бернет: Несвязной...

Галисон: Несвязной, а точнее, они кажутся полностью абстрактными мысленными экспериментами со случайно выбранными предметами (основания метафор). Но вот что для меня было интересным: по мере того как мы рассказываем историю, независимо от того, откуда мы

начали ее (а у нас есть выбор, откуда начинать), нам требуются другие уровни. В противном случае история содержит произвольные элементы: почему, например, статьи Пуанкаре о процедуре координации времени публикуются в журнале по философии метафизики и морали, в «Трудах Бюро географических координат» и в физических журналах? Я думаю, что очень быстрые скачки из одной области в другую на самом деле указывают на многомерность истории, которая попросту исчезает, если мы пытаемся изложить ее в рамках единого повествования. Тема моей работы как раз и заключается в том, что метафорическое и буквальное неотделимы друг от друга: буквальное всегда связано с метафорическим, а метафорическое – с буквальным. Вопросы об истории физики ведут к ключевым моментам как материальных обстоятельств, так и вечных проблем метафизики. В книге я все время избегал историографии как возгонки, так и конденсации. Вместо этого я обнаружил интересное состояние пара и воды, называемое «критической опалесценцией», которое может служить лучшей метафорой для соотношения абстрактного и конкретного. При определенных давлении и температуре пар вновь превращается в жидкость, а жидкость – в пар, причем этот процесс происходит на всех уровнях – от уровня молекул до уровня всей системы. Свет, падающий на опалесцентную смесь, отражается многими цветами. В конце XIX века синхронизированное время было похоже на это состояние. Дискуссии о синхронизации, т.е. дискуссии о конвенциональности самого времени, имели место на всех уровнях – на уровне дома, квартала, города, страны, планеты, тогда как те же самые споры о времени заполняли философские и физические журналы. И я хотел понять, причем весьма определенно, каким образом такое простое высказывание, как «время (одновременность) есть не что иное, как координация часов с учетом времени на передачу электрических сигналов между ними», могло быть совместимым с такими областями, как физика, метафизика и технология.

Бернет: В которых кто-то действительно делал это понятие реальным, создавая синхронизированные зоны, скоординированные часы, и в то же время это самое высказывание трансформировало наше понимание физического мира и, вероятно, нашего места в нем.

Галисон: Совершенно верно. В 1899 году Пуанкаре обсуждал с астрономами из Гринвича, как синхронизировать их часы. Он прочел лекцию, в которой дал новую интерпретацию концепции времени

Лоренца и представил свои доводы против концепции абсолютного пространства и времени. И все это произошло одновременно: ни одна область не тянула за собой другую. Так что одновременность всего этого бросает историкам два вызова. Один состоит в том, чтобы показать, как эти области сошлись вместе, а другой – в том, чтобы выявить квазистабильность каждого из этих дискурсов, игры, традиций.

Бернет: И для того чтобы сделать это, мы должны «смотреть вверх, чтобы видеть низ, и вниз – чтобы видеть верх».

Галисон: Соприкосновения, связи – все это исторические вопросы. Сейчас в кругу разработчиков теории струн принято думать о «совместной поступи» физики и алгебраической геометрии, а 25 лет назад это было совсем не очевидно. В те поворотные полтора десятка лет на стыке XIX и XX веков было вполне обыденным делом смешивать машины и метафизику. Для нас близость вещей и мыслей, по-видимому, устранена, по крайней мере в отношении времени. Когда Пуанкаре и Эйнштейн размышляли над деталями электрической инженерии, когда они смотрели на генераторы, радиоприборы и кабели, они видели в них критические проблемы физики и философии. И наоборот, едва ли они могли бы рассматривать философские вопросы пространства и времени, не задаваясь при этом вопросами о главных проблемах физики или технологии.

Бернет: Оглядываясь назад, мы можем сказать, что открыли свои собственные «философские машины». Есть искушение сказать, что компьютер для нас является тем, чем часы были для науки, – это машина для мышления.

Галисон: Моменты критической опалесценции в истории науки, т.е. моменты, когда затрагивается огромное число различных иерархий, не так часты. Но возникновение современного компьютера представляет собой как раз такой момент, его можно сравнить с появлением в XIX веке синхронизированных часов. Например, невозможно рассказать историю информатики, не привлекая историю вычислений. И наоборот, не может быть связной истории электронного вычисления без демонстрации в деталях того, как история аппаратных средств пересекается с развитием теорий информации, или теорий работы мозга.

Бернет: Давай вернемся на минуту к нашей проблеме. Как история, которую ты представил в своей книге, совмещается с более широкими историями, касающимися эволюции часов и измерения време-

мени? Является ли релятивистское время Эйнштейна «просто» временем? Является ли эта теория апофеозом классической истории технологического повествования о времени – восхитительного повествования о прогрессивных усилиях человека, направленных на то, чтобы очистить время от грязи и травы, от крови и ежедневных и сезонных органических циклов и создать вместо этого абстрактное, бестелесное, «чистое» время – поток, который можно было бы контролировать устройствами такой невысказанной точности, что они стали бы критически важной частью исследования природы, открывая и измеряя по ходу времени колебания и мерцания космоса? В случае эйнштейновского времени, вероятно, эта абстракция в определенном смысле превзойдет себя и вернется на землю, к нам, в наши случайности. Имеет ли все это смысл?

Галисон: Можно рассказать ту историю о ранней физике времени: время пришло из мира, в котором подлунные сферы мыслились как материальные, в другой мир, который находился за пределами лунной сферы, к недостижимым пикам ньютоновского, математического времени. Хотя уже история физики XIX века говорит о том, что здесь присутствует абстрактное и конкретное время. Конвенционализация времени посредством обмена сигналами поместила сотворенность (made-ness) времени в область видимого: временные зоны оставили печать на техническом сотворении одновременности в повседневной жизни. Физики, философы, психологи, астрономы – все обсуждали, как сделать время, как его точно измерить и переместить с места на место. Когда Пуанкаре и Эйнштейн ввели техническое, инженерное время в электродинамику, они весьма обдуманно отставили в сторону указание на ньютоновские абсолюты. Они привнесли абстрактное в конкретное – не отвергая мир идей в пользу Солнца и времен года, а присоединив материальное к абстрактному. Можно сказать, что современность времени стала видимой через отсутствие времени-в-себе, через отсутствие времени-как-абсолюта.

Бернет: В некотором смысле традиционная история времени и его измерения, культивируемая, в частности, историками науки и технологии, была историей «демифологизации» времени. Конечно, люди продолжали использовать образ времени в дидактических или символических целях. Но история времени в науке и технологии была историей абстрагирования этого чистого и точно измеренного потока из разросшихся его «значений». И тем не менее продукты такого прогрессивного

очищения всегда вновь интегрируются в сферу человеческого творения значений. Например, возникшая в XVIII и XIX веках концепция «геологического времени» быстро интегрировалась в систематическую теологию и деистическое понятие естественного закона: дают ли камни представление о вечности? Такого рода бесконечное «разворачивание» отношений между наукой и обыденными значениями слов приводит к вопросу: было ли (и есть ли сейчас) дидактическое или символическое значение у эйнштейновского времени?

Галисон: К этому вопросу можно подойти с двух сторон. Можно рассмотреть специфику подхода Эйнштейна и его собеседников к понятию времени, а можно исследовать, как время воспринималось в более широкой культурной среде. Например, Эйнштейн очень интересовался «парадоксом близнецов», согласно которому один из близнецов путешествует туда и обратно с релятивистскими скоростями и оказывается гораздо более молодым, чем его брат (Эйнштейн называл это «самой восхитительной вещью»). Но мыслями Эйнштейн был в другом месте, его подлинной страстью были обнаруженные им инварианты (например, абсолютность скорости света, тождество законов для всех инерциальных систем отсчета). Он гораздо больше интересовался этими аспектами теории, чем различными точками зрения исследователей пространства и времени. Но широкая-то публика была заинтригована как раз относительностью времени. От шуток до искусства и этики – везде имя Эйнштейна привлекалось для того, чтобы подтвердить принцип, гласящий, что самые фундаментальные понятия «просто относительны».

Бернет: И все же (и это обстоятельство читатель-неспециалист может легко проглядеть) «относительность» приписывается космическому и универсальному абсолюту.

Галисон: Тут действительно заключена большая ирония, так как Эйнштейн предпочитал рассматривать свою работу как «теорию инвариантов», но хорошо понимал, что вряд ли сумеет убедить публику отказаться от названия «теория относительности».

Бернет: Тогда как публика зацепилась за относительность времени, что же физики получили от вмешательства Эйнштейна?

Галисон: Критический подход Эйнштейна к понятию времени привел к тщательному пересмотру и других концепций. Эйнштейн сделал так, что время и одновременность перестали находиться за пределами опыта и экспериментальной процедуры. Далее физики захотели узнать, как такая перестройка понятий может быть распро-

странена на квантовую теорию: что такое причинность? что значит для частицы иметь положение и момент движения? В последующие десятилетия физические концепции одна за другой свергались с метафизических высот на землю, где они (вкуче с другими концепциями) подвергались экспериментальной проверке. Обратимость времени, т.е. то, что время, как в кино, можно прокручивать вперед и назад, казалось, не является априорным законом. Не существует также парной обратимости (зеркальное отражение феномена всегда должно быть физически возможным). Глядя из отдаленной философской перспективы, можно сказать, что критика, например, причинности была даже более сильной, чем критика со стороны Пуанкаре и Эйнштейна ньютоновской концепции абсолютного пространства и времени. Но критика времени имела место раньше, и после 1905 года она серьезным образом направляла перестройку всего физического знания. И причина этого в том, что реформация времени не была изменением конкретной доктрины («время лучше измерять таким-то, а не таким-то способом»). Решался вопрос о том, что значит быть физической концепцией вообще.

Бернет: И вопрос о том, как получить доступ к такой концепции, не так ли? Ведь «абстракция», или, как ты ее называешь, «сублимация», – это не просто способ исторического повествования. Это также способ размышления о природе, размышления о самой науке и о том, как ею заниматься. И тем не менее исследование времени, которое осуществлял Эйнштейн, привело одновременно к апофеозу и обращению в более общую историю времени в науке и технологии. То, что он сделал, есть одновременно и абстракция, и как это ни странно, некое овеществление.

Галисон: Понимание истории времени всегда предполагает анализ соотношения абстрактного и конкретного, и, в представлении Эйнштейна, понимание самого времени также требует анализа этого соотношения. Примечательной для конца XIX века, с моей точки зрения, была не только теория относительности, – примечательным было и то, что все культурное окружение, категории времени и пространства демонстрировали абстрактную конкретность (или конкретную абстрактность). Когда французы в 1889 году наконец убедили мировое сообщество «санкционировать» метр, они провели тщательно организованную церемонию с ритуальным «захоронением» стандарта. Когда сановники и ученые запечатали иридиево-платиновый стержень в специальную камеру (и из-

бавились от ключей), этот специально изготовленный стержень стал «метром» – объектом, который мог мерить, но не мог быть измеренным. Практично? Конечно, так как промышленность отчаянно нуждалась в стандартном метре. Но символично ли? Как можно ответить на этот вопрос отрицательно?

Бернет: Когда люди начинают играть с абсолютами, когда они начинают проделывать с ними фокусы, они делают (т.е. мы делаем) очень странные вещи. Это весьма странное занятие – обращать абсолюты в случайности нашего бытия и локальности человеческой жизни. Можно быть уверенным при этом, что люди начинают странно жестикулировать, вынимать ключи и закрывать шкапулки, закапывать вещи в землю и производить странные звуки...

Галисон: И в частности, так было в Третьей Республике, где религиозный символизм превращался в научно-техническую процедуру. Время тоже было конкретно-абстрактным. Например, в 1890-х годах Пуанкаре вошел в комиссию по децимализации времени. С одной стороны, это было совершенно практическое дело, так как администрация железных дорог приводила пылкие доводы в пользу такой системы, имея в виду простоту: скажем, пассажиры могли бы вычислить разницу между 9,56 часа или 23,34 часа простым вычитанием. С другой стороны, это носило совершенно символический характер: реанимировался дух рациональности, которая страстно пропагандировалась во время Французской революции и которая проявила себя в международном признании метрической системы мер в 1880-х годах. Размышления о времени носили подобный же характер – практический и даже более чем практический, т.е. в высшей степени утилитарный, и при этом в высшей степени символический.

Бернет: Отсюда практическая полезность «физического времени», которое обитало во всех местах, в чувствилище Бога. Это к разговору о практическом и более чем практическом. Но меня по-прежнему интересует: спустили ли Пуанкаре и Эйнштейн время назад на землю? Изъяли ли они его из сферы первых и последних вещей?

Галисон: И да, и нет. Действительно, они изъяли время из области чисто абсолютного. Верно и то, что они втянули его в процедуры электрохронологической координации. Но они определенно не отделили время от его более широких и глубоких связей с современностью. Сочинения обоих ученых о «новой механике» (с ее неабсолютным временем) читали художники, философы, писатели. И тот, и другой, хотя

и по-разному, рассматривали относительность как фундаментальную составляющую новой физики.

Бернет: Значение часов никогда не будет прежним.

Галисон: Да, конечно, часы никогда не были набором шестеренок и стрелок. Иногда часы были вмонтированы в средневековые башни, и тогда они утверждали власть собственности и превосходство веры. В живописи часы символизировали посланцев смерти. В конце XIX века, возвышаясь на фабричных зданиях, обсерваториях и биржах, они символизировали современные стремления к регулируемой жизни, четко расчерченной территории – и мимолетность современной жизни. Относительность заявила о себе на фоне 700-летней истории часов, и последствия этого не могли быть незаметными.

Бернет: Весьма говорливые историки много рассказывали о конфликте между «церковным временем» и «купеческим временем» в позднее средневековье: часы на башне противопоставлены часам на фабричном здании. С одной стороны, время Бога, с другой – время труда и денег. Твою историю об Эйнштейне и Пуанкаре, о часах и картах в конце XIX века я полагаю, будут читать с удовольствием как повествование об окончательном столкновении двух хронометрий европейской цивилизации: в 1905 году чувствилище Бога было привязано к линиям железных дорог...

Галисон: Но современность не есть, или лучше сказать – есть «не просто» крушение поезда! В этой истории мы можем видеть другое: величайшие метафоры времени (поезда и карты), выбранные Эйнштейном и Пуанкаре, являются наиболее впечатляющими из всех мысленных экспериментов и в то же самое время это самые обыденные технологии в современном мире.