

ГЛАЗАМИ ФИЗИКА

УОЛТЕР ЛЕВИН /
УОРРЕН ГОЛЬДШТЕЙН



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	11
1. ОТ ЯДРА АТОМА К ОТКРЫТОМУ КОСМОСУ	21
2. ИЗМЕРЕНИЯ, ПОГРЕШНОСТИ И ЗВЕЗДЫ	45
3. ДВИЖУЩИЕСЯ ТЕЛА	65
4. МАГИЯ ПИТЬЯ ЧЕРЕЗ СОЛОМИНКУ	89
5. НАД И ПОД РАДУГОЙ — А ТАКЖЕ СНАРУЖИ И ВНУТРИ	111
6. ГАРМОНИИ ВЕТРА И СТРУН	137
7. ЧУДЕСА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА	163
8. ТАЙНЫ МАГНЕТИЗМА	191
9. СОХРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ. НИЧТО НЕ НОВО ПОД ЛУНОЮ...	213
10. РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ ИЗ КОСМОСА!	237
11. КАК МЫ НАЧИНАЛИ ИЗУЧАТЬ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ АЭРОСТАТОВ	251

12. КОСМИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ, НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ И ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ	271
13. ЗВЕЗДНЫЙ БАЛЕТ	291
14. ЗНАКОМЬТЕСЬ: РЕНТГЕНОВСКИЕ БАРСТЕРЫ!	307
15. СПОСОБЫ ВОСПРИЯТИЯ МИРА	323
Приложение I. Бедренная кость млекопитающего	337
Приложение II. Законы Ньютона в действии	339
Благодарности	345
Об авторах	349

Введение

Высокий и худой, одетый в голубую рабочую блузу с закатанными до локтей рукавами, брюки цвета хаки, сандалии и белые носки, профессор шагает туда-сюда в передней части лекционного зала, декламируя, жестикулируя и иногда ради усиления эффекта останавливаясь между длинными рядами классных досок и длинноногих лабораторных столов. Перед ним ряд за рядом возвышаются четыре сотни парт со студентами, которые время от времени ерзают на своих местах, однако глаза их словно прикованы к профессору; кажется, будто этот человек с огромным трудом сдерживает мощную энергию, пронизывающую все его тело. Высоким лбом, копной непослушных седых волос, очками и едва заметным европейским акцентом он довольно сильно напоминает дока Кристофера Ллойда Брауна из фильма «Назад в будущее» — такой же неугомонный, не от мира сего, слегка сумасшедший ученый-изобретатель.

Но это не гараж дока Брауна, а Массачусетский технологический институт (МТИ), самый известный технический университет США, возможно, даже мира, а лекцию сегодня читает профессор Уолтер Левин. Вот он останавливается и поворачивается к аудитории. «Итак, самое важное в любых измерениях — о чем, однако, *не упоминается ни в одном учебнике физики для высшей школы*, — профессор в негодовании широко разбрасывает руки

[12]

с растопыренными пальцами, — это их неточность». Он делает паузу и пару шагов, давая студентам время, чтобы обдумать услышанное, затем останавливается и продолжает: «Любые измерения, которые вы делаете, без учета неточности попросту *бессмысленны*». Руки опять резко разлетаются в стороны, рассекая воздух для пущей выразительности. Очередная многозначительная пауза.

«Я буду повторять это вновь и вновь. Я хочу, чтобы вы услышали мои слова сегодня, проснувшись в три часа ночи». Он приставляет указательные пальцы к вискам и крутит ими, будто желая просверлить отверстия в своем мозге. «Любое измерение, которое вы сделаете, не помня о его неточности, абсолютно *бессмысленно*». Студенты смотрят на него в полном восторге.

Идет одиннадцатая минута первой лекции «Физика 8.01», видимо, самого знаменитого университетского вводного курса в физику во всем мире.

В декабре 2007 года New York Times поместила на первой полосе статью об Уолтере Левине, в которой назвала профессора «веб-звездой» МТИ, потому что его лекции по физике были доступны не только на сайте MITOpenCourseWare, но и на YouTube, iTunes U и Academic Earth. Лекции Левина МТИ разместил в интернете одними из первых, и, как показало время, это было очень мудрое решение. Девяносто четыре лекции — три полных курса плюс семь отдельных лекций — ежедневно прослушивают около трех тысяч человек, что значит миллионы просмотров в год. В числе их активных слушателей сам Билл Гейтс, который, по его собственному признанию — кстати, отправленному Уолтеру обычной почтой! — просмотрел весь курс 8.01, «Классическая механика», 8.02, «Электричество и магнетизм», и с нетерпением ждет 8.03, «Колебания и волны».

Слова «вы изменили мою жизнь» довольно часто встречаются в электронных письмах, которые профессор Левин получает каждый день от людей всех возрастов со всех уголков планеты. Стив, флорист из Сан-Диего, например, пишет: «В моей походке появилась новая пружина, и теперь я смотрю на жизнь глазами цвета физики». Мохаммед, студент из Туниса, сетует: «К сожалению, здесь, в моей стране, профессора, в отличие от вас, не видят в физике никакой красоты, и я от этого сильно страдаю. Они просто хотят

научить нас решать типичные задачи, чтобы мы успешно сдали экзамен, и никогда не заглядывают дальше этого узкого горизонта». Иранец Сейед, уже получивший диплом магистра в двух американских университетах, признается: «Я никогда по-настоящему не радовался жизни, пока не узнал, как вы преподаете физику. Профессор Левин, вы действительно изменили мою жизнь. Ваше изложение предмета стоит в десятки раз больше, чем мы платим за обучение, и превращает НЕКОТОРЫХ, но не всех, преподавателей просто в кучку преступников. Потому что учить плохо — это *преступление, за которое надо наказывать*». Сиддхарт из Индии пишет: «Благодаря вам за всеми этими уравнениями я почувствовал физику. Ваши ученики, как и я, всегда будут помнить вас как очень-очень чуткого педагога, который сделал жизнь и учебу гораздо интереснее, чем они были в наших самых смелых мечтах».

[13]

Вышеупомянутый Мохаммед с энтузиазмом цитирует заключительную лекцию Левина по физике 8.01: «Надеюсь, вы всегда будете помнить из моих лекций то, что физика может быть невероятно интересной и красивой и что она повсюду, надо только научиться видеть и ценить ее красоту». Марджори, еще один фанат профессора, написала: «Я смотрю ваши лекции при любой возможности, иногда по пять раз в неделю. Я очарована вами, вашим чувством юмора, а больше всего — вашей способностью все доходчиво объяснять. В школе я ненавидела физику, но вы заставили меня полюбить ее».

Левин получает по несколько десятков таких писем каждую неделю, и на все он отвечает.

Знакомя слушателей с чудесами физики, Уолтер Левин творит волшебство. В чем же секрет профессора? «Я ввожу людей в их собственный мир, — говорит он, — мир, в котором они живут и который неплохо знают, хоть и не смотрят на него глазами физика... по крайней мере пока. Рассказывая, например, о волнах на воде, я прошу слушателей провести несколько экспериментов дома в ванной, чтобы они сами убедились, насколько тесно взаимодействуют с этим явлением. А еще с радугой. Именно за это я так сильно люблю физику: с ее помощью можно объяснить все что угодно. И это прекрасный, потрясающий опыт — и для моих слушателей, и для меня самого. Я прививаю своим студентам любовь к физике!

Иногда, когда удается по-настоящему заинтересовать аудиторию, просто физически ее чувствуешь».

[14]

Во время лекции Левин может вскарабкаться на верхушку высоченной лестницы и потягивать клюквенный сок из стоящей на полу мензурки через длинную соломинку, составленную из лабораторных трубок. Порой он рискует получить серьезную травму, когда подставляет голову под довольно мощный удар небольшого, но весьма опасного груза, раскачивающегося в миллиметре от его подбородка. Он палит из винтовки по наполненным водой банкам из-под краски, пропускает через собственное тело электрический заряд в 300 тысяч вольт с помощью устройства под названием генератор Ван де Граафа, очень напоминающего прибор из лаборатории безумного ученого, героя научно-фантастического фильма, в результате его и без того растрепанные волосы просто встают дыбом. Профессор использует собственное тело как элемент экспериментального оборудования, при этом он любит повторять: «В конце концов, наука требует жертв!» В ходе одной из таких демонстраций профессор забирается на крайне неудобный металлический шар, который привязан к концу веревки, подвешенной к потолку лекционного зала (он называет эту конструкцию матерью всех маятников), и качается взад-вперед, пока студенты хором ведут подсчет колебаний. И все это он делает ради того, чтобы наглядно показать им, что число колебаний любого маятника в любой заданный период времени не зависит от веса, привязанного к его концу.

Сын Уолтера Эммануил (Чак) Левин, посещавший лекции отца, вспоминает: «Однажды я видел, как он вдыхал гелий, чтобы изменить свой голос. Чтобы достичь нужного эффекта — ведь дьявол, как известно, кроется в деталях, — он чуть не довел себя до обморока». Опытный художник, истинный мастер мела и учебной доски, Левин с завидной легкостью рисует на ней геометрические фигуры, векторы, графики, астрономические явления и — животных. Его метод рисования пунктирных линий так сильно очаровал нескольких студентов, что они выложили на YouTube забавное видео под названием «Некоторые из лучших линий Уолтера Левина», состоящее из отрывков его лекций. В ролике профессор в разные моменты лекций курса 8.01 рисует на доске свои знаменитые

пунктиры. (Вы можете посмотреть это видео по адресу www.youtube.com/watch?v=raurl4s0pjU.)

Впрочем, Уолтер Левин не только на удивление харизматичен и обладает даром всецело завладеть вниманием слушателей — он настоящий эксцентрик, буквально одержимый физикой. Например, профессор постоянно носит в бумажнике два поляризатора — устройства, позволяющие в любой момент увидеть, поляризован ли некий источник света, например голубое небо, радуга или отражение от окна, — и показать это любому человеку.

[15]

А как насчет синих рабочих блуз, в которых профессор приходит на лекции? Оказывается, они не такие уж простые. Один раз в несколько лет Левин заказывает десяток таких рубаш у гонконгского портного, которые тот шьет из высококачественного хлопка по спецификации профессора. Нестандартного размера карман с левой стороны предназначен для календаря. И никаких карманных протекторов*: этот физик-актер-учитель явно имеет собственные постоянные предпочтения в моде. В связи с этим у многих, кто смотрит на Левина, возникает вполне резонный вопрос: интересно, а почему он носит брошь в виде пластиковой яичницы? Это странно для университетского профессора! Левин объясняет это очень просто: «Пусть уж лучше яичница будет у меня на рубашке, чем на лице»**.

А что делает на левой руке профессора огромное кольцо с розовым плексигласом? А что это за серебристая штукавина прицеплена к его рубашке в районе пупка, на которую профессор украдкой поглядывает во время лекций?

Каждое утро, одеваясь, Левин выбирает что-нибудь из сорока колец, тридцати пяти брошей и десятков браслетов и ожерелий. Тут его вкусовые предпочтения колеблются от эклектики (кенийские браслеты из бисера, ожерелье из крупных кусков янтаря, пластиковые броши в виде разных фруктов) до античности

* Карманный протектор — небольшой чехол с несколькими отделениями, которые смогут вместить все, что может понадобиться преподавателю, — от ручки и лазерной указки до флеш-накопителей и смартфонов. *Прим. ред.*

** To have egg on one's face (англ.) — в буквальном переводе «иметь яйцо на лице», что в переносном смысле означает «сесть в лужу», «опростоволоситься». *Прим. пер.*

[16]

(тяжелый серебряный туркменский браслет-манжета), от дорогих дизайнерских ювелирных изделий до простых и откровенно уморительных вещиц (например, ожерелье из лакричных конфет). «Я заметил, что студенты обращают на это внимание, — говорит он, — вот и решил надевать на каждую лекцию разные аксессуары. И конечно, я всегда делаю это, выступая перед детьми. Им очень нравится».

А что это за штуковина, похожая на зажим для галстука необычно большого размера, прикреплена к его рубашке? Оказывается, это специальные часы — подарок друга-художника — с перевернутым вверх тормашками циферблатом. Такое расположение позволяет профессору, глядя вниз, незаметно следить за временем.

Может показаться, что Левин — этакий классический рассеянный профессор. На самом деле он просто постоянно поглощен обдумыванием какого-то физического явления. Его жена Сьюзан Кауфман вспоминает: «Когда мы едем в Нью-Йорк, машину всегда веду я. Недавно вытаскиваю из бардачка карту — не помню уже, зачем, — и вижу на ее полях какие-то уравнения. Это Уолтер сделал во время нашей последней поездки — ему было скучно. Он думает о физике, о своих учениках и лекциях двадцать четыре часа в сутки».

По словам давнего друга Левина, историка архитектуры Нэнси Штибер, самая яркая черта его характера, пожалуй, «лазерно-точная направленность интереса. Он всегда так сильно поглощен тем, чем занимается в данный момент, что 90 процентов окружающего мира для него просто перестают существовать. Этот лазерный фокус исключает все малозначимые для Уолтера вещи. Он погружается в процесс так глубоко, что просто не видит ничего вокруг».

А еще профессор Левин — настоящий перфекционист: он фанатично одержим деталями. Он не только лучший в мире преподаватель физики, но и пионер в области рентгеновской астрономии. На протяжении двух десятилетий он создавал, тестировал и наблюдал за субатомными и астрономическими явлениями с помощью сверхчувствительного оборудования, предназначенного для сверхточных измерений рентгеновского излучения. Запуская в небо огромные сверхчувствительные аэростаты, плавно

скользящие в верхних слоях атмосферы Земли, Левин одним из первых начал изучать экзотический зверинец астрономических явлений, например рентгеновские вспышки. Открытия, сделанные им и его коллегами в этой области, помогли снять завесу тайны с природы смерти звезд в результате взрывов массивных сверхновых и подтвердили, что черные дыры действительно существуют.

[17]

Опыт научил Уолтера Левина проверять и тестировать все по несколько раз, чем в значительной мере объясняется не только его впечатляющий успех в астрофизике, но и потрясающая четкость и ясность, с которыми он раскрывает величие законов Ньютона, а также объясняет, почему струны скрипки издают столь мелодичные звуки и почему человек, едущий в лифте, теряет и набирает вес, пусть и на очень короткое время.

Каждую новую лекцию Левин обязательно репетирует в пустой аудитории по меньшей мере трижды; последняя репетиция проходит в пять утра в день лекции. «Думаю, его лекции настолько результативны потому, что он тратит на их подготовку довольно много времени», — говорит астрофизик Дэвид Пули, бывший студент профессора и некогда его ассистент в аудитории.

Когда в 2002 году физический факультет МТИ номинировал Левина на престижную педагогическую премию, многие из его коллег отмечали именно эти качества профессора. Ярче всех опыт изучения физики у Левина описал Стивен Либ, в настоящем профессор электротехники и компьютерных наук лаборатории электромагнитных и электронных систем МТИ, который в 1984 году прослушал курс лекций профессора «Электричество и магнетизм». «Он ворвался на сцену, — вспоминает Либ, — схватил нас за мозги и прокатил на американских горках электромагнетизма. Я до сих пор помню те невероятные ощущения в затылке! В учебной аудитории он гений и непревзойденный изобретатель простых объяснений сложных идей».

Однажды Роберт Халсизер, коллега Левина по физфаку, попытался смонтировать отрывки из видеодемонстраций профессора в нечто вроде рекламного ролика для других университетов, но быстро понял невозможность этой затеи. «Его демонстрации настолько тесно вплетены в ткань повествования, включая

[18]

кульминацию и развязку, что точно определить время их начала и конца просто нереально. Уолтер излагает учебный материал настолько богато и насыщенно, что его просто не удастся разделить на составные части».

Больше всего в подходе Уолтера Левина к знакомству слушателей с чудесами физики потрясает тот безграничный восторг, с каким он рассказывает о магии окружающего мира. Его сын Чак с нежностью вспоминает, как отец всегда старался донести это ощущение душевного подъема до него и его братьев и сестер: «Он умел заставить нас восхищаться совершенно простыми вещами, постоянно помешивая эту смесь радости, удивления и ликования. Я имею в виду рассказы о невероятных событиях, центром которых он был, а мы чувствовали себя абсолютно счастливыми только оттого, что жили и находились рядом с ним сейчас. Однажды мы ездили на каникулы в штат Мэн. Погода, помнится, была не очень хорошая, и мы просто слонялись без дела, как поступают все дети, когда им скучно. И вдруг отец где-то нашел маленький мячик и совершенно спонтанно придумал любопытную игру. Через минуту к нам присоединились дети из соседних пляжных домиков. И вот нас было уже четверо, пятеро, шестеро... Мы бросали и ловили мяч и хохотали. Помню, я испытывал тогда абсолютный восторг и счастье. Если подумать, в жизни меня мотивировали именно такие моменты всеобъемлющей радости, четкое видение того, какой должна быть счастливая жизнь и что она может дать. И все это я знаю благодаря отцу».

Зимой Уолтер Левин придумывал для своих детей игры, основанные на проверке аэродинамических свойств бумажных самолетиков, запуская их в большой гостиной с открытым камином. «К ужасу мамы, — вспоминает Чак, — мы выхватывали их из огня, полные решимости в следующий раз выиграть соревнование».

Когда у Левиных бывали гости, Уолтер председательствовал в игре под названием «Путешествие на Луну». Чак рассказывает: «Мы приглушали в комнате свет и барабанили кулаками по столу, имитируя шум запуска ракетного двигателя. Некоторые дети даже залезали для этого под стол. Достигнув открытого космоса, мы переставали стучать, а как только прилунялись, начинали двигаться по гостиной огромными замедленными шагами,

притворяясь, что на нас не действует сила земного притяжения. Кое-кто из гостей, должно быть, думал, что мы рехнулись. Но для нас, детей, это была настоящая фантастика! Путешествие на Луну!»

[19]

Вот уже более полувека Уолтер Левин отправляет своих студентов на Луну, начиная с того самого дня, как впервые вошел в учебную аудиторию. Навсегда очарованный тайной и красотой мироздания — от радуги и нейтронных звезд до бедренной кости мышцы и волшебных звуков музыки, — вдохновленный стараниями ученых и художников, которые пытались и все еще пытаются объяснить и в самом выгодном свете представить людям окружающий мир, Уолтер Левин — один из самых страстных, преданных и искусных из ныне живущих научных гидов по этому миру. В следующих главах вы сами почувствуете, с какой страстью, преданностью и мастерством профессор делится с читателем любовью всей своей жизни — любовью к физике. В добрый путь!

Уоррен Гольдштейн