

# ЭТОТ ТАИНСТВЕННЫЙ ДОЖДЬ

Почему ученые долгое время не могли разгадать механизмы формирования дождя? Из чего состоит городская морось? Как вызвать ливень? Сколько нужно литров воды, чтобы сварить чашку кофе? На все эти вопросы ответил физик-теоретик, специалист в области гидродинамики, профессор Института им. Вейцмана (Израиль) **Григорий Евсеевич Фалькович** в рамках научного кафе «Эврика!». Также исследователь объяснил, чем обусловлен аномальный град, случившийся этим летом в Новосибирске



## История изучения: шумерский дракон, господствующее заблуждение Аристотеля и турецкие бани

Почему идет дождь? Ответ на этот вопрос пытались найти уже в одном из самых старых из известных в истории текстов, написанном шумерами (древнее население Южной Месопотамии) примерно четыре тысячи лет тому назад. Книга начинается с концепции мироздания, гласящей: сначала был первобытный хаос — его люди представляли себе как воды в множественном числе, находящиеся в сложном движении и не имеющие абсолютно никакой структуры. Чтобы из этого всего возник мир, нужно было «отделить твердь от хляби». Представлялось это шумерам так: существовал некий герой Энлиль (каждая следующая цивилизация называла его своим именем — Мардук, Георгий Победоносец), который победил дракона и расчленил его тело на две части — из одной была сделана земля, из другой — небо. Обе они составляют наш мир, а первобытный хаос окружает со всех сторон. «Это потрясающе экономная теория, которая объясняет совершенно не связанные друг с другом факты: когда верхняя полусфера прорывается — идет дождь, но если прокопать колодец в нижней, мы наткнемся на ту же самую воду», — рассказывает Григорий Фалькович.

Перенесемся сразу на тысячу лет — в VIII век до нашей эры. Ветхозаветный пророк Амос вопрошает: «Кто призывает морские воды и проливает их на Землю»? Это высказывание — первая идея гидрологического цикла — в нем содержится мысль, что вода, приходящая к нам дождем — и есть та самая, которая находится в море. Оно показывает: в то время понятие гидрологического цикла уже существовало в умах.

Перенесемся еще на несколько столетий — в Древнюю Грецию. Родоначальники античной цивилизации придумали науку и рациональный метод обсуждения. Парадоксально, но при этом всё, что они говорили о дожде, было тотально неверно. Неспособность греков понять дождь заключалась в следующем — Аристотель сказал: «Чем выше от земли, тем теплее» (потому что ближе к Солнцу). Это сильно затормозило метеорологию, которая находилась в плену идей античного ученого более полутора тысяч лет. Его высказывание, на протяжении веков тщательно переписывающееся из книги в книгу, начисто блокировало понимание механизма возникновения дождя.

Первая внятная мысль о том, как на самом деле происходит круговорот воды в природе, пришла с Востока. В золотую эпоху исламской цивилизации в Басре

(нынешний Ирак) существовало анонимное общество любителей мудрости или, в переводе с арабского — «Товарищество чистых». В одном из их трудов написано: «Теплый воздух поднимает пар, и эти облака громоздятся, как горы взбитого хлопка. Если же холод приходит сверху, пары собираются в капельки воды, которые падают сквозь облако, объединяясь друг с другом, и выпадают оттуда большими каплями». «Эти люди фактически написали учебник современной метеорологии — осталось только облечь их слова в формулы. Однако опять парадокс: текст восточных мыслителей не повлиял на развитие науки. В следующие века до всего, ими сказанного, Европа доходила мучительным экспериментальным путем», — рассказывает Григорий Фалькович. В гениальном прозрении мудрецов из «Товарищества чистых» возможно есть влияние так называемой турецкой бани, в которой хорошо заметно, как капли образуются из пара.

В Европе первые опыты, показывающие как проходит процесс конденсации, были поставлены в XVII веке. Это сделал немецкий ученый Отто фон Герике, придумавший насос, способный создавать вакуум. Продвинуться в метеорологии дальше людям мешало знание того, что вода тяжелее воздуха. Было непонятно, как она может подняться на такую высоту?

*«Одна из причин, из-за которой я стал заниматься этой темой — очень личная. Мне было лет 6-7, каждый вечер мой отец гулял со мной, и мы беседовали о разных вещах. Однажды я спросил его, почему облако белое. Он объяснил, что оно состоит из маленьких капелек воды, каждая из которых представляет собой зеркальце, отражающее свет во все стороны. Я поинтересовался, отчего тогда облако не падает, и отец, который, казалось, знает все на свете, не смог ничего сказать. Долгое время меня мучило осознание, что я — уже дипломированный специалист, потом кандидат наук, доктор, до сих пор не знаю ответа на этот вопрос», — Григорий Фалькович.*

Сдвинул дело с мертвой точки Декарт — он (служивший одно время простым солдатом) сказал: «Маленькие частички воды поднимаются и взлетают так же, как дорожная пыль, поднимаемая ногами пешеходов, может долго висеть в воздухе. Когда наш взвод пройдет по проселочной дороге, пыль за нами может висеть часами». А дальше уже понадобился гений Ньютона, который в своей «Оптике» заметил, что воздух весит больше, чем молекулы воды.

## Дождь из автомобильных шин

Попробуем понять, как же на самом деле происходит рождение дождя. Сначала пары поднимаются вверх и из-за разницы температур там начинают конденсироваться. Самое важное здесь — найти центр образования капелек. Если взять очень чистый воздух и в нем сильно охладить пары, то они не будут превращаться в воду. В атмосфере должны быть маленькие пылинки. Из чего состоят частички, служащие основой для дождей, например, в Новосибирске? Из резины, стирающейся с автомобильных шин.

*Появление машинного транспорта полностью изменило картину дождей. Григорий Фалькович называет это явление «эффектом Лос-Анджелеса»: 100 лет назад большая часть осадков там выпадала прямо у берега. Сейчас же из-за загрязненности воздуха облака засеваются огромным количеством мелких частичек, на которых образуются микроскопические капли. В результате количество времени, необходимое им для того, чтобы посталкиваться друг с другом и превратиться в полноценные дождевики, возрастает, и туча прорывается уже не на берегу, а в долине.*

Рост капли из-за конденсации со временем становится все медленнее. Чтобы вырастить морось (имеющую размер примерно 100 микрон), понадобится около ста часов. Однако совершенно очевидно — дождь образуется быстрее. Документально зафиксировано, что в тропиках тучи могут собраться, пролиться и разойтись за 30—40 минут. То есть для получения осадков маленькие капли должны каким-то образом сливаться друг с другом, но, попадая в одно облако, они очень быстро «забывают» свой первоначальный размер, становятся одинаковыми, приобретают одну скорость и, по законам физики, сталкиваться не могут.

Идея о том, что необходимо принимать во внимание турбулентность, начала возникать в 80-е годы. «Ветер всегда дует с завихрениями. Частички воды, попадая в эти «центрифуги», довольно быстро «выплываюются» наружу, и возникает эффект неоднородного распределения (теперь уже всеми признанный и многократно померянный). Если облако представляет собой совокупность множества вихрей, капельки собираются не внутри них, а между — в результате частота столкновения «дождевиков», пропорциональная квадрату концентрации, многократно возрастает», — утверждает Григорий Фалькович.

Также ученые обнаружили, что в этом процессе имеет место еще одно интересное явление, которое они назвали эффектом пращи — частичка воды, крутящаяся в воздушной центрифуге, не просто равномерно продвигается к ее краю, а вылетает, как камень, пущенный из этого древнего оружия. Такая капля локально будет иметь очень большую скорость по сравнению с окружением. Ровно это и нужно для того, чтобы она столкнулась с другими. Эффект вихрей был описан учеными в 2002 году, и только в этом, несколько месяцев назад, в лаборатории Университета Макса Планка он был подтвержден экспериментально.

«Сейчас у нас есть ощущение, что на уровне механизмов эти процессы понятны, и осталось только подобрать числа, чтобы вписать их в формулы. Через десять лет может оказаться, что мы силь-

но ошибались, и нужно будет опять искать что-то качественно новое», — рассказывает Григорий.

Мы рассказываем о процессах, происходящих в одном кубическом сантиметре. На сегодняшний момент исследователи не имеют возможности построить в лаборатории настоящие облака — оно имеет величину порядка километра, а на этом масштабе именно размер имеет значение. Поэтому сейчас никому не под силу описывать микрофизику облака с учетом макрофизику фронтов. Возможно, этим займется уже следующее поколение ученых.

Но если исследовать настоящий дождь еще довольно проблематично, то вызывать его — уже вполне реально. «Я бы хотел построить платформу, которые бы дымили в пяти — шести км от Тель-Авива, так, чтобы облака, проливающиеся в трех — четырех км от города, дождили бы уже на берег. Конечно, эта идея не вызывает восторга у «зеленых» экологов. Однако в какой-то момент развития нашей цивилизации вода станет настолько дорогой, что, я думаю, мы будем управлять погодой таким образом. По моим оценкам, до наступления этого времени пройдет всего 30—40 лет», — утверждает исследователь.

*H<sub>2</sub>O скоро будет дороже нефти. Мало кто знает, но для того, чтобы вырастить количество зерна, необходимое для приготовления одной чашки кофе, требуется затратить 140 литров воды.*

Также нужно отметить, что облака делятся на теплые и холодные. Между ними есть огромная разница. Первые (в этой статье речь шла именно о них) состоят полностью из воды, в наших широтах в течение года их встречается всего 30%. Вторые, кружащие над Сибирью почти всю осень-зиму-весну, имеют в своих верхушках замерзшие частички и образуются по совершенно иному принципу.

В завершение лекции Григорий Фалькович попытался дать объяснение аномальному граду, прошедшему этим летом в Новосибирске, когда посреди жаркого дня с неба вдруг начали падать льдины размером с куриное яйцо: «Скорее всего, здесь произошла встреча двух фронтов: влажный теплый воздух встретился с холодным, последний нырнул вниз, а первый поднялся вверх, да настолько резко, что там моментально произошли сначала конденсация, а потом замерзание, в результате чего стремительно образовались огромные градины и повалились на землю».

Диана Хомякова  
Фото автора

