

ГАЛИЛЕЙ И ПЛАТОН¹

Имя Галилео Галилея неразрывно связано с научной революцией XVI в., одной из наиболее глубоких — если не самой глубокой — революций человеческой мысли после открытия Космоса греческой мыслью; эта революция означала коренной интеллектуальный «сдвиг», выражением и продуктом которого является физическая наука Нового времени².

Эту революцию иногда характеризуют (и в то же время принимают эту характеристику в качестве объяснения) как некоторого рода духовное восстание, как полное преобразование всей фундаментальной установки человеческого разума; *деятельная жизнь* (*vita activa*) замещает *жизнь созерцательную* (*theoria, vita contemplativa*), которая до этого рассматривалась как ее высшая форма. Человек Нового времени стремится к господству над природой, в то время как усилия средневекового или античного человека были сосредоточены на ее созерцании. Следовательно, именно исходя из этого стремления к господству, к действию следует объяснять механистическую направленность классической физики — физики Галилея, Декарта, Гоббса, — активную, деятельную науку, которая³ должна была сделать человека «хозяином и господином природы»³; такую науку следует рассматривать просто как вытекающую из этой установки, как приложение к природе категорий мышления *человека искусного* (*homo faber*)⁴. Декартова — и особенно Галилеева — наука есть, как это принято говорить, не что иное, как наука ремесленника или инженера⁵.

Должен признать, что такое объяснение не представляется мне полностью удовлетворительным. Разумеется, верно, что философия Нового времени, так же как этика или религия, особое место уделяет деятельности, *praxis*'у в гораздо большей степени, чем это делала античная или средневековая мысль. Это столь же верно и в отношении науки Нового времени: я имею в виду картезианскую физику, принятые в ней сравнения с блоками, веревками и рычагами. Однако только что описанная нами установка, скорее всего, была установкой Ф. Бэкона, роль которого в истории науки является ролью иного порядка⁶, нежели Галилея или Декарта. Их наука не является делом ремесленников и инженеров, но делом

людей, творчество которых редко выходит за рамки теории⁷. Новая баллистика была выработана не ремесленниками или артиллеристами, но — вопреки им. И Галилей *своему* делу выучился не у людей, которые трудились в арсеналах или на верфях Венеции. Скорее наоборот: это он обучил этих людей *их делу*⁸. Кроме того, эта теория вообще мало что объясняет. Вызывающее удивление развитие науки XVII в. она объясняет развитием технологий. Однако уровень развития этой последней был бесконечно более низким, чем первой. Кроме того, эта теория предаст забвению технические достижения средневековья, не учитывает стремления к могуществу и богатству, вдохновлявшего алхимию на протяжении всей ее истории.

Другие ученые отмечают борьбу Галилея против авторитетов и традиции, в частности традиции Аристотеля, иначе говоря, против научно-философской традиции, которую поддерживала церковь и в соответствии с которой шло обучение в университетах. Они подчеркивают роль наблюдения и эксперимента в новой науке о природе⁹. Разумеется, совершенно верно, что наблюдение и экспериментирование составляют одну из характерных черт науки Нового времени, что в трудах Галилея встречается бесчисленное множество призывов к наблюдению и эксперименту и горькая ирония в адрес людей, которые не верят свидетельствам глаз своих, так как то, что они видят, противоречит учениям авторитетов, или, что еще хуже, отказываются смотреть (как Кремопини) в телескоп Галилея из боязни увидеть нечто, противоречащее их теориям и традиционным верованиям. Именно созданием телескопа и использованием его для тщательного наблюдения Луны и планет, в результате чего были открыты спутники Юпитера, Галилей нанес смертельный удар традиционной в его время астрономии и космологии.

Однако не следует забывать, что наблюдение или опыт в смысле спонтанного опыта здравого смысла не играли преимущественной роли — а если такое и случалось, то это была негативная роль некоторого препятствия — в основании науки Нового времени¹⁰. Физика Аристотеля, а еще больше физика парижских номиналистов Буридана и Николая Орема была, согласно Таннери и Дюгему, более близка к опыту здравого смысла, чем физика Галилея и Декарта¹¹. Не «опыт», а «экспериментирование» сыграло — но только позже, — существенно положительную роль. Экспериментирование состоит в методическом задавании вопросов природе; это задавание вопросов предполагает и включает в себя некоторый язык, на котором формулируются вопросы, а также некоторый словарь, позволяющий нам читать и интерпретировать ответы. Известно, что, согласно Галилею, языком, на котором мы должны обращаться к природе и получать ее ответы, являются кривые, круги и треугольники — математический или, точнее, *геометрический* язык (а не язык здравого смысла или чистых символов). Выбор языка, решение его применять не могут определяться

экспериментом, ибо сама возможность проведения последнего определяется использованием языка. Источник этого выбора и решения следует искать в чем-то другом.

Другие историки науки и философии¹² предприняли более скромную попытку охарактеризовать новую физику именно как физику по некоторым ее примечательным чертам, например по той роли, которую в ней играет принцип инерции. И вновь точно подмечено: в противовес механике древних в классической механике принцип *инерции* занимает важное место. Он в ней играет роль фундаментального закона движения; он господствует неявно в физике Галилея, но совершенно явно в физике Декарта и Ньютона. Но ограничиться только этой характеристикой представляется мне несколько поверхностным. По-моему, недостаточно установить некоторый факт, нужно его попятить и объяснить, — почему *новая* физика оказалась способной принять этот принцип; понять, как и почему принцип инерции, который представляется нам столь простым и ясным, столь правдоподобным и даже очевидным, обретает статус априорной очевидности и истинности, тогда как для греков, равно как и для средневековых мыслителей, идея, согласно которой некоторое тело, будучи однажды приведенным в движение, будет все время продолжать двигаться, представлялась, очевидно, ошибочной и даже абсурдной¹³.

Я не собираюсь приводить здесь соображения о причинах, вызвавших духовную революцию XVI в. В нашем случае достаточно описать, охарактеризовать духовную или интеллектуальную установку новой науки двумя взаимосвязанными чертами, а именно: 1) разрушение Космоса и, как следствие, исчезновение из науки всех основанных на этом *понятии*¹⁴ рассуждений; 2) геометризация пространства, т. е. замена однородного и абстрактного пространства евклидовой геометрии концепцией качественно дифференцированного и конкретного пространства предгалилеевой физики. Резюмируя эти две характеристики, можно выразить их следующим образом: математизация (геометризация) природы и, следовательно, математизация (геометризация) науки.

Распад Космоса означал крушение идеи иерархически упорядоченного, наделенного конечной структурой мира, — мира, качественно дифференцированного с онтологической точки зрения; она была заменена идеей открытой, безграничной и даже бесконечной Вселенной, объединенной и управляемой одними и теми же законами; Вселенной, в которой все вещи принадлежат одному и тому же уровню бытия, в противовес традиционной концепции, различавшей и противопоставлявшей друг другу два мира — земной и небесной. Земные и небесные законы отныне были слиты воедино. Астрономия и физика стали взаимозависимыми и даже объединенными в единое целое¹⁵. Это предполагает исключение из научного обихода всех суждений, основанных на качественных оценках, понятиях совершенства, гармонии, образности и намерениях¹⁶. Они исчезают в бесконечном пространстве

новой Вселенной. В этой новой Вселенной, в этом новом мире реализованной геометрии законы классической физики обнаруживают свою значимость и применимость.

Распад Космоса — повторяю — вот, на мой взгляд, в чем состоял наиболее революционный переворот, который совершил (или который претерпел) человеческий разум после изобретения Космоса древними греками. Эта революция была столь глубока и вызвала такие далеко идущие последствия, что в течение столетий люди — за редким исключением в лице, например, Паскаля — не сумели осознать ее значения и смысла; еще и сегодня она зачастую не осознается во всей своей полноте*.

Следовательно, задача, стоявшая перед основоположниками новой пауки, в том числе и перед Галилеем, состояла не в том, чтобы критиковать и громить определенные ошибочные теории с целью их исправления или замены лучшими теориями. Им предстояло сделать нечто совершенно другое, а именно: разрушить один мир и заменить его другим. Необходимо было реформировать структуры самого нашего разума, заново сформулировать и пересмотреть его понятия, представить бытие новым способом, выработать новое понятие познания, новое понятие пауки — и даже заменить представляющуюся столь естественной точку зрения здравого смысла другой, в корне от него отличной¹⁷.

Это объясняет нам, почему открытие вещей, законов, которые сегодня представляются такими простыми и легкими, что становятся предметом школьного обучения — законов движения, закона падения тел, — потребовало столь длительного, столь мучительного, часто безрезультатного напряжения сил таких величайших гениев человечества, как Галилей и Декарт¹⁸. Этот факт, как представляется, сводит на нет сегодняшние попытки преуменьшить и даже отрицать оригинальность или по крайней мере революционный характер мышления Галилея; он также делает ясным, что кажущаяся непрерывность развития физики от средневековья к Новому времени (непрерывность, которую Каверин и Дюгем столь энергично подчеркивают) является иллюзорной¹⁹. Конечно, верно, что прерванная традиция приводит от трудов парижских номиналистов к трудам Бенедетти, Бруно, Галилея и Декарта²⁰. Однако вывод, который отсюда делает Дюгем, ошибочен: революция, даже хорошо подготовленная, остается все-таки революцией. и вопреки тому факту, что сам Галилей в юности (как одно время и Декарт) разделял взгляды и изучал теории средневековых критиков Аристотеля, новая наука, рождение которой связано с его усилиями и открытиями, *не является* результатом воздействия «парижских предшественников Галилея»; с самого момента своего появления она располагается на совершенно ином уровне. — на уровне, который я предпочел бы назвать архимедовым. Истинным предшественником новой физики не является ни Буридан, ни Николай Орем, ни даже Жан Филонов; им является Архимед²¹.

Историю научной мысли средневековья и Ренессанса, которую мы только сейчас начинаем понимать по-настоящему, можно разделить на два периода²². Или, скорее, поскольку хронологическая последовательность соответствует этому подразделению лишь очень приблизительно, можно было бы, вообще говоря, выделить в истории научной мысли три этапа, или эпохи, которые в свою очередь соответствуют трем различным типам мышления. Это прежде всего аристотелевская физика, затем физика «импетуса», вытекающая, как и все остальное, из греческой мысли и разработанная в течение XIV в. парижскими номиналистами, и, наконец, новая, математическая физика, физика архимедовского или галилеевского толка.

Эти этапы мы обнаруживаем в работах молодого Галилея: они не только раскрывают перед нами историю — или предысторию — формирования его мышления, руководивших им и вдохновлявших его импульсов и мотивов, но в то же время собирают в единое целое, так сказать, «высветляют» через замечательный разум их автора поразительную и глубоко поучительную картину всей истории предгалилеевской физики. Наметим кратко эту историю начиная с физики Аристотеля.

Физика Аристотеля была, конечно, ложной и полностью отжившей свой век. Тем не менее это была «физика», т. е. прекрасно разработанная наука, хотя она и не была математической²³. Она не являлась ни плодом детской фантазии, ни топорно сколоченной системой словопрений здравого смысла; это была теория, т. е. некоторое учение, которое, естественным образом исходя из данных здравого смысла, подвергала их чрезвычайно связному и систематическому истолкованию²⁴.

Факты, или данные, которые служили основанием для этой теоретической деятельности, чрезвычайно просты, и в делах повседневной практики мы их воспринимаем точно так же, как их воспринимал Аристотель. Все мы всегда считаем «естественным», что тяжелые тела падают «вниз». И не менее Аристотеля или св. Фомы мы были бы поражены, узрев самопроизвольно взмывающим ввысь что-либо тяжелое — будь то камень или бык. Это показалось бы нам достаточно «противоестественным»²⁵, и мы попытались бы объяснить этот феномен наличием некоторого скрытого механизма.

Точно так же мы находим вполне естественным, что пламя спички устремлено «вверх» и что кастрюлю надо ставить «на» огонь. Мы были бы удивлены и принялись бы за поиски объяснения, увидев, например, совершившее некий курбет и устремившееся «вниз» пламя. Оценим ли мы эту концепцию или, скорее, позицию как детскую или как упрощенную? Возможно. Мы могли бы также отметить, что, согласно самому Аристотелю, наука как раз и начинается с попытки объяснить вещи, кажущиеся естест-

венными. Однако, когда термодинамика провозглашает в качестве принципа, что «тепло» переходит от нагретого тела к холодному, а не наоборот, не говорит ли просто-напросто ее устами интуитивно ясная убежденность здравого смысла в том, что некоторое «теплое» тело «по природе» становится холодным, но что холодное тело «по природе» теплым стать не может? И даже когда мы заявляем, что центр тяжести системы стремится занять наименее положение и сам по себе не поднимается, не выражаем ли мы тем самым просто-напросто ту же самую интуитивную убежденность здравого смысла, которую выражала, аристотелевская физика, отличая движение «по природе» от движения «насильственно-го»²⁶?

Кроме того, аристотелевская физика еще больше, чем термодинамика, не удовлетворяется простым выражением на своем языке упомянутого нами «факта» здравого смысла; она его транспонирует: различие между движением «по природе» и движением «насильственным» вписывается в целостную концепцию физической реальности, концепцию, основными чертами которой, как представляется, являются следующие: а) вера в существование качественно различных «природ»; б) вера в существование Космоса; говоря общо, вера в существование принципов порядка, в силу которых множество реальных существ образует иерархически упорядоченное целое.

Целое, космический порядок, гармония: эти понятия предполагают, что во Вселенной вещи распределены и располагаются (или должны быть распределены и должны располагаться) в некотором определенном порядке, что их локализация не является безразличной ни для них самих, ни для Вселенной, а, наоборот, любая вещь в соответствии со своей природой обладает своим собственным, однозначно определенным «местом» во Вселенной²⁷. Единственное место для каждой вещи — и каждая вещь на своем месте: понятие «естественное место» выражает это теоретическое требование аристотелевской физики.

Понятие «естественное место» основано на чисто статическом понятии порядка. Действительно, если каждая вещь была «в порядке», она будет находиться в своем естественном месте и, само собой разумеется, в нем останется и пребудет в нем навсегда. Должна ли она его будет покинуть почему-либо? Наоборот, она будет оказывать сопротивление любой попытке удалить ее из этого места. Последнее можно осуществить лишь в результате того или иного вида *принуждения*, и, если в результате этого *принуждения* тело окажется вне «своего» места, оно будет стремиться в него возвратиться.

Таким образом, всякое движение вызывает своего рода космический беспорядок, нарушение равновесия Вселенной, так как оно есть либо прямой результат *принуждения*, либо, наоборот, результат некоторого усилия со стороны бытия, направленного на противодействие этому *принуждению*, чтобы восстановить свой

порядок, свое потерянное и нарушенное равновесие, чтобы вернуть вещи в их естественные места, в которых они должны покоиться и пребывать. Все это восстановление порядка и является как раз тем, что мы назвали движением «по природе»²⁸.

Нарушить равновесие — вновь восстановить порядок; совершенно ясно, что порядок составляет прочное и длительное состояние, которое само по себе стремится пребывать безгранично. Следовательно, состояние покоя в объяснении не нуждается, по крайней мере пребывание некоторого тела в состоянии покоя в свойственном ему естественном месте; это объясняется его собственной природой, которой, например, объясняется тот факт, что Земля покоится в центре мира. Точно так же очевидно, что движение с необходимостью является переходящим состоянием: движение по природе заканчивается естественным образом, достигнув своей цели. Что касается насильственного движения, то Аристотель является слишком большим оптимистом, чтобы допустить, что это аномальное состояние может быть продолжительным; более того, насильственное движение — это беспорядок, порождающий беспорядок; поэтому предположение, что оно может продолжаться неопределенно долго, означало бы на деле отказ от самой идеи абсолютно упорядоченного Космоса. Следовательно, Аристотель поддерживает внушающее доверие мнение, что ничто из того, что «является противоестественным, не может быть бесконечным и непрерывным»²⁹.

Таким образом, как только что было сказано, движение в аристотелевской физике есть существенно переходящее состояние. Однако, взятое буквально, это утверждение будет некорректным и даже вдвойне некорректным. Истина состоит в том, что, хотя для *каждого из движущихся тел* или по крайней мере для каждого из тел подлунного мира и для подвижных объектов нашего повседневного опыта движение с необходимостью является переходящим и эфемерным состоянием, тем не менее для мира в целом оно является феноменом необходимо вечным и, следовательно, вечно необходимым³⁰, — феноменом, который мы не можем объяснить, не открыв его начала и причины как в физической, так и в метафизической структуре Космоса. Такой анализ покажет, что онтологическая структура материального бытия мешает ему достичь состояния совершенства, включающего понятие абсолютно покоя, и позволит нам увидеть конечную физическую причину временных, эфемерных и изменчивых движений подлунных тел в непрерывном, равномерном и вечном движении небесных сфер³¹. В то же время движение не является в собственном смысле слова некоторым *состоянием*: это некоторый процесс, поток, *становление*, в котором и посредством которого вещи конституируются, актуализируются, и собственно в нем они-то и о-веществляются³². Совершенно верно, что бытие есть предел становления, а покой — цель движения. Однако недвижимый покой полностью актуализовавшегося существа есть нечто совершенно отличное от прочной

и неиссякаемой неподвижности некоторого существа, которое неспособно к самодвижению; первое есть нечто позитивное, «завершенность и *действие*», второе — лишь некоторая «утрата»³³, Следовательно, движение — *процесс*, становление, изменение — с онтологической точки зрения располагается между обеими крайностями. Это есть бытие всего того, что изменяется, всего того, чье бытие есть изменение и преобразование и что *существует* лишь изменяясь и преобразовываясь. Известное аристотелевское определение движения — «действие существа в возможности и постольку, поскольку оно в возможности»³⁴ (которое Декарт считал совершенно недоступным пониманию³⁴) — чудесным образом выражает тот факт, что движение есть бытие или *действие* всего того, что не есть бог.

Таким образом, двигаться — значит изменяться, изменяться в себе самом и по отношению к другим. Это, с одной стороны, предполагает наличие некоторого референтивного предела, по сравнению с которым тело меняет свое бытие или свое отношение; применительно к местному движению³⁵ это означает наличие некоторой фиксированной, неподвижной точки, по отношению к которой подвижное движется; такой точкой, очевидно, может быть лишь центр Вселенной. С другой стороны, тот факт, что каждое изменение, каждый процесс для своего объяснения нуждается в причине, предполагает, что каждое движение нуждается в двигателе, который произвел бы его и поддерживал движение столько времени, сколько оно длится. Действительно, движение поддерживается совсем другим образом, нежели покой. Покой — состояние утраты — для объяснения того, почему пребывает, не нуждается в действии некоторой причины. Подобным действием не может быть ни движение, ни изменение, ни любой другой процесс осуществления или распада, даже непрерывный. Изымите причину — движение остановится³⁶.

В случае движения «по природе» такой причиной, двигателем является природа самого тела, его «форма», которая стремится вернуть его в свойственное ему место и таким образом поддерживает движение. Наоборот, насильственное движение, движение «против природы», предполагает в течение всей своей длительности *непрерывное* действие связанного с движущимся телом двигателя. Изымите двигатель — движение остановится. Прервите связь движущегося тела с двигателем — движение также остановится. Как известно, Аристотель не допускал действия на расстоянии³⁷; с его точки зрения, всякая передача движения предполагает соприкосновение. Следовательно, существуют только два вида такой передачи: для перемещения тела его необходимо либо толкать, либо тащить. Других средств нет.

Таким образом, аристотелевская физика образует великолепную, совершенно связанную теорию, которой, по правде говоря, присущ лишь один недостаток (помимо того, что она в целом ложная): в нее не укладывается повседневно наблюдаемый факт

движения брошенного с силой тела. Но истинный теоретик, заслуживающий этого звания, не даст сбить себя с толку какому-то отдельному, извлеченному из сферы здравого смысла противоречию. Если ему попадается такой не вмещающийся в рамки его теории «факт», он просто-напросто игнорирует его существование. Если же игнорировать невозможно — он его объясняет. Именно в объяснении этого повседневно наблюдаемого факта, когда брошенное тело продолжает свое движение вопреки отсутствию «двигателя» — факта, явно несовместимого с его теорией, — в полной мере раскрывается гениальность Аристотеля. Феномен наблюдаемого движения брошенного с силой тела при отсутствии двигателя Аристотель объясняет реакцией окружающей среды — воздуха или воды³⁸. В теоретическом плане это гениальный ход. К несчастью (помимо того, что такое объяснение неверно по существу), это абсолютно невозможно с точки зрения здравого смысла. Удивительно ли поэтому, что критика аристотелевской динамики так или иначе всегда сводилась к роковому для нее вопросу: чем движется брошенное с силой тело?

II

В соответствующем месте мы еще вернемся к этому «роковому вопросу», но вначале необходимо рассмотреть другой момент аристотелевской динамики — отрицание наличия какой-либо пустоты и движения в пустоте. Действительно, в этой динамике пустота отнюдь не облегчает движению возможность его протекания — наоборот, она делает его совершенно невозможным; и это в силу ряда очень веских доводов.

Мы уже говорили, что в аристотелевской динамике каждое тело наделено стремлением пребывать в свойственном ему естественном месте и возвратиться в это место, если оно насильно из него извлечено. Этим стремлением объясняется естественное движение тела: это движение, которое возвращает его в свойственное ему естественное место наикратчайшим и наиболее быстрым путем. Отсюда следует, что всякое естественное движение происходит по прямой линии и что каждое тело проходит путь к свойственному ему природному месту настолько быстро, насколько это возможно, т. е. с такой скоростью, с какой это позволяет противостоящая движению тела и сопротивляющаяся ему окружающая среда. Следовательно, если на пути нет препятствия, если окружающая среда не оказывает никакого сопротивления процессу его движения (что будет в случае пустоты), тело проделает путь к «своему» месту с бесконечно большой скоростью³⁹. Но такое движение будет мгновенным, что с полным основанием является для Аристотеля невозможным. Вывод очевиден: движение (естественное) не может происходить в пустоте. Что же касается насильственного движения, например в случае броска, движение в пустоте

будет равносильно движению без двигателя: очевидно, пустота не является физической средой и не может воспринимать, передавать и поддерживать движение. Кроме того, в пустоте, как в пространстве евклидовой геометрии, нет привилегированных мест и направлений. В пустоте нет и не может быть «естественных» мест. Следовательно, помещенное в пустоту тело не будет знать, куда ему двигаться, у него не будет никакого повода, понуждающего его направиться скорее в одном направлении, чем в другом, и, следовательно, не будет никакого повода вообще сдвинуться с места. И наоборот, если однажды движение все-таки начнется, у него больше не будет повода остановиться здесь или там и, следовательно, никакого повода остановиться вообще⁴⁰. Обе гипотезы совершенно абсурдны.

И все-таки, повторяю, доводы Аристотеля весьма резонны. Пустое (геометрическое) пространство полностью разрушает концепцию космического порядка: в пустом пространстве не то что не существует естественных мест⁴¹ — в нем вообще *места* не существует. Идея пустоты несовместима с пониманием движения как изменения и процесса; быть может, она несовместима даже с пониманием конкретного движения конкретного «реального», чувственно воспринимаемого тела, я хочу сказать, тела из нашего повседневного опыта. Пустота является неким нонсенсом⁴²; помещение вещей в подобный нонсенс уже само по себе есть абсурд⁴³. Одни только геометрические тела могут быть «помещены» в геометрическое пространство.

Физик исследует реальные вещи; геометр имеет дело с абстрактными объектами. Следовательно, утверждает Аристотель, нет ничего более опасного, чем путать геометрию с физикой и применять чисто геометрические метод и рассуждение к исследованию физической реальности.

III

Как я отметил выше, аристотелевская динамика вопреки, а может быть, по причине своего теоретического совершенства была большей помехой ввиду своей абсолютной неправдоподобности, полнейшей невероятности и неприемлемости для грубого здравого смысла и находилась в явном противоречии с наиболее распространенным повседневным опытом. Поэтому нет ничего удивительного в том, что она никогда не пользовалась широким признанием и что критики и противники аристотелевской динамики всегда выдвигали то несовместимое со здравым смыслом обстоятельство, что движение продолжается при отделении двигателя, первоначально его породившего. Классические примеры подобного движения — продолжающееся вращение колеса, полет стрелы, бросок камня — всегда выдвигались в качестве аргумента против этой динамики, начиная с Гиппарха и Жана Филопона, Жана Бу-

ридапа и Николая Орема и вплоть до Леонардо да Винчи, Бепедетти и Галилея⁴⁴.

Я больше не измерен анализировать традиционные аргументы, которые, начиная с Жапа Филонова⁴⁵, повторялись сторонниками его диалектики. В общем виде их можно разделить на две группы: а) к первой относятся аргументы материального порядка; они подчеркивают, насколько невероятным является допущение, согласно которому большие и тяжелые тела — мяч, вращающийся жернов, летящая против ветра стрела — могут двигаться благодаря реакции воздуха; б) аргументы второй группы носят формальный характер и отмечают противоречивый характер приписывания воздуху двойной роли — сопротивляющейся среды и двигателя, так же как и иллюзорный характер всей теории: она лишь перемещает проблему с тела на воздух и потому вынуждена приписывать воздуху то, в чем отказано другим телам, а именно способность поддерживать движение, отделенное от внешней причины. Если это так, то спрашивается, почему не предположить, что двигатель передает движущемуся телу или запечатляет в нем нечто, дающее этому телу возможность двигаться и именуемое по-разному — *ουναυτις*, *virtus motiva*, *virtus impressa*, *impetus*, *impetus impressus*, иногда *forza* и даже *motio* — и всегда представленное как некоторый вид мощности или силы, передающейся от двигателя *движущемуся телу*, и после этого продлевающее движение или, лучше сказать, производящее движение в качестве его причины.

Очевидно, как это признает сам Дюгем, мы вернулись к здравому смыслу. Сторонники физики «импетуса» выражают в специальных терминах повседневный опыт. Не правда ли, мы должны приложить некоторое *усилие*, проявить и затратить силу, чтобы привести в движение некоторое тело, например сдвинуть с места воз, бросить камень или натянуть лук? Не ясно ли, что это есть та сила, которая движет тело или, точнее, заставляет его двигаться? Что это есть сила, получаемая телом от двигателя, которая наделяет тело способностью преодолевать сопротивление (например, воздуха) и преодолевать препятствия?

Средневековые сторонники динамики «импетуса» долго и безнадежно обсуждают его онтологический статут. Они пытаются включить его в состав аристотелевской классификации, интерпретировать как некоторую разновидность *формы* или *свойства* (*habitus*) или разновидность такого качества, как тепло (Гиппарх и Галилей). Эти дискуссии свидетельствуют лишь о неясной, умозрительной природе теории, являющейся прямым продуктом или, если можно так выразиться, сгустком, концентрированным выражением здравого смысла.

В такой интерпретации эта теория еще лучше, чем в аристотелевском понимании, согласуется с «фактами» — реальными или воображаемыми, — составляющими экспериментальную основу средневековой динамики, в частности, с хорошо известным «фак-

том», согласно которому всякое с силой брошенное тело вначале наращивает скорость и спустя некоторое время после отделения от двигателя эта скорость достигает максимума⁴⁶. Всем известно: чтобы перепрыгнуть через некоторое препятствие, надо «произвести разбег»; воз, который толкают или тянут, медленно трогается с места и постепенно набирает скорость — он тоже совершает свой разбег и вбирает в себя движущую его живую силу; и точно так же всякому — даже бросающему мяч ребенку — известно: для того чтобы с силой поразить цель, надо отойти от нее на некоторое расстояние, минимально необходимое для того, чтобы брошенный мяч набрал скорость. При объяснении этого феномена физика «импетуса» не испытывает никаких затруднений: с ее точки зрения вполне естественно, что «импетусу» необходимо некоторое время для того, чтобы «овладеть» *движущимся* телом, точно так же, как, например, теплу необходимо некоторое время, чтобы распространиться по всему телу.

Концепция движения, служащая поддержкой и опорой для физики «импетуса», в корне отличается от концепции движения аристотелевской теории. Движение больше не интерпретируется как процесс актуализации. Однако это всегда изменение, и в качестве такового его следует объяснять действием некоторой силы или определенной причины. «Импетус» как раз и является этой имманентной причиной, производящей движение, которое в свою очередь есть произведенный ею эффект. Таким образом, *impetus impressus производит* движение; он *движет* тела. Но в то же время он играет и другую очень важную роль: преодолевает сопротивление, которое окружающая среда оказывает движению.

При такой неясной и двойственной роли понятия «импетус» вполне естественно, что эти два аспекта и функции смешались и что некоторые сторонники динамики «импетуса» вынуждены прийти к заключению, что — по крайней мере в определенных частных случаях, таких, как круговое движение небесных сфер, или, более общо, в случае качения круглого тела по плоской поверхности, или, наконец, в еще более общем виде, во всех случаях, когда движение не встречает никакого внешнего сопротивления, как это имеет место при движении в *вакууме*, — «импетус» не ослабевает, а пребывает «бессмертным». Эта точка зрения представляется очень близкой к закону инерции, П1 в связи с этим особенно интересно и важно отметить, что Галилей, в работе которого «О движении» представлено одно из лучших изложений динамики «импетуса», решительно отрицает законность такого предположения и весьма настойчиво утверждает, что «импетус» по природе является существенно преходящим.

Очевидно, утверждение Галилея вполне резонно. Если понимать движение как действие «импетуса», рассматриваемого в качестве его причины — причины имманентной, по отношению не внутренней на манер некоторой «природы», — нелогичным и абсурдным было бы не сделать вывода, что производящая это движение

причина или сила должна неизбежно уменьшаться и в конце концов исчерпать себя в процессе этого производства. Она не может оставаться без изменения в течение двух последовательных моментов, значит, производимое ею движение неизбежно должно замедлиться и угаснуть⁴⁷. Таким образом, юный Галилей преподает нам очень важный урок, а именно: хотя физика «импетуса» согласуется с движением в *вакууме*, она — как это имеет место в физике Аристотеля — *несовместима* с принципом инерции. Это не является единственным уроком, преподанным нам Галилеем по поводу физики «импетуса». Другой урок такого рода почти столь же ценен, сколь и первый. Он свидетельствует о том, что, как и динамика Аристотеля, динамика «импетуса» несовместима с математическим методом; она никуда не ведет, и путь этот безысходен.

В течение тысячелетия, отделяющего Жана Филопона от Бенедетти, физика «импетуса» прогрессировала крайне незначительно. Однако в трудах этого последнего мы обнаруживаем решительные попытки — выраженные с большой ясностью и более осознанным образом, чем в трудах молодого Галилея, — применения к этой физике принципов «математической физики»⁴⁸, попытки, предпринятые под несомненным влиянием «Архимеда-сверхчеловека»⁴⁹.

Нет ничего более поучительного этой попытке — или, точнее, этих попыток — и их краха. Они свидетельствуют о том, что невозможно математизировать, т. е. превратить в точную, математическую концепцию, грубую, неопределенную и расплывчатую теорию «импетуса». Необходимо отбросить эту концепцию с тем, чтобы создать математическую физику в перспективе статики Архимеда⁵⁰. Необходимо создать и развить новое и оригинальное понятие движения. Этим новым понятием мы обязаны Галилею.

IV

Мы так хорошо знакомы с принципами и понятиями новой механики или, точнее, так к ним привыкли, что нам почти невозможно усмотреть те трудности, которые необходимо было преодолеть, чтобы установить эти принципы и понятия. Эти принципы представляются нам столь простыми, столь естественными, что мы не замечаем содержащиеся в них парадоксы. Однако уже того простого факта, что такие величайшие умы человечества, как Галилей и Декарт, должны были бороться за то, чтобы отстоять их, самого по себе достаточно, чтобы показать, что с этими ясными и простыми понятиями — понятиями движения и пространства — не все обстоит так ясно и просто, как кажется на первый взгляд. Иначе говоря, они представляются ясными и простыми с одной-единственной точки зрения — как часть определенной системы понятий и аксиом, вне которой они вовсе не являются простыми. Или, быть может, они слишком ясны и просты — так ясны и просты, что, как и все начальные понятия, они трудноуловимы.

Движение, пространство... Попробуем забыть на миг о том, что **МЫ** учили в школе; попробуем представить себе, что они означают в механике. Поставим себя на место какого-нибудь современника Галилея, человека, свывкшегося с понятиями аристотелевской физики, которые *он* усвоил в *своей* школе, — человека, который впервые сталкивается с новым понятием движения. Что это такое? Действительно, какая-то странная вещь, никоим образом не влияющая на тело, которое наделено им: находиться в движении или покоиться для движущегося или покоящегося тела одно и то же, это его никоим образом не изменяет. Тело как таковое совершенно безразлично как по отношению к одному, так и по отношению к другому⁵¹. Следовательно, мы не можем приписывать движение некоторому определенному телу, взятому само по себе. Некоторое тело находится в движении лишь по отношению к какому-либо другому телу, которое мы полагаем покоящимся. Всякое движение относительно. И поэтому мы можем его приписывать по своему усмотрению либо одному, либо другому из этих двух тел⁵².

Таким образом, бытие движения предстает в виде некоторого отношения. Но движение в то же время является некоторым *состоянием*, точно так же, как и покой является *состоянием*, но — целиком и полностью противоположным первому. Кроме того, оба они суть *преобладающие состояния*⁵³. Знаменитый первый закон движения, закон инерции, гласит, что тело, предоставленное самому себе, вечно пребывает в своем состоянии движения либо покоя и что для преобразования состояния движения в состояние покоя, и *наоборот*, необходимо приложить некоторую силу⁵⁴. Однако атрибутом вечности наделен не всякий вид движения, а только равномерное движение по прямой линии. Как известно, современная физика утверждает, что если некоторое тело приведено однажды в движение, то последнее сохраняет вечно свое направление и скорость, разумеется при условии, что оно не подвергается воздействию никакой внешней силы⁵⁵. Более того, на возражение аристотелика, что фактически ему известно только одно вечное движение — круговое движение небесных сфер, однако он никогда не встречал пребывающее прямолинейное движение, современный физик отвечает: разумеется! Равномерное прямолинейное движение абсолютно невозможно, ибо может происходить только в пустоте.

Подумаем об этом, и тогда, быть может, не будем столь строги в отношении аристотелика, который чувствует себя не в силах уловить и принять это невероятное понятие, — понятие некоторого субстанционального, пребывающего отношения — состояния, которое само по себе представляется ему столь же темным и столь же невозможным, сколь и нам злосчастные субстанциональные формы схоластиков. Так что не удивительно, что аристотелик будет чувствовать себя ошарашенным и введенным в заблуждение такой ошеломляющей попыткой объяснить действительность посредством чего-то невозможного, или, что то же,

объяснить реальное бытие посредством бытия математического. Ибо, как я уже сказал, тела, движущиеся по прямым линиям в бесконечном пустом пространстве, являются не *реальными* телами, перемещающимися в *реальном* пространстве, а *математическими* телами, перемещающимися в *математическом* пространстве.

Повторяю: мы так свыклись с математической наукой, математической физикой, что нам больше не кажется странным рассмотрение бытия с математической точки зрения, но кажется странным парадоксальное дерзновение Галилея, заявившего, что книга природы написана математическими знаками⁵⁶. Нам все это представляется само собой разумеющимся, по совсем иначе обстояло дело для современников Галилея. Следовательно, истинным предметом «Диалога о двух главнейших системах мира» в гораздо большей степени является противоположность между правоматематической наукой, математического объяснения природы и ее нематематическим истолкованием со стороны здравого смысла и аристотелевской физики, чем противоположность между двумя астрономическими системами. Как я попытался показать в своих «Этюдах о Галилее», не вызывающим сомнения фактом является то, что «Диалог» — это не столько книга о науке, в том смысле, который мы придаем этому слову. сколько книга о философии (или, чтобы быть совсем уж точным, прибегнем к вышедшему из употребления, но все еще пользующемуся почтением слову: книга о *философии природы*). хотя бы просто потому, что решение астрономической проблемы зависит от создания новой физики; а это в свою очередь требует решения философского вопроса о роли математики в создании науки о природе.

На деле вопрос о роли и месте математики в науке не столь уж нов. Скорее наоборот: в течение более чем двух тысячелетий он являлся предметом размышлений, исследований и философских дискуссий. И Галилей, несомненно, знал об этом, что отнюдь не удивительно. Еще в период пребывания студентом в Пизанском университете из лекций своего учителя Франческо Буонамичи он вполне мог вынести убеждение, что именно в ответе на «вопрос» о роли и природе математики обнаруживается коренная противоположность между Аристотелем и Платоном⁵⁷. И несколько лет спустя, когда Галилей вернется в Пизу, на этот раз в качестве профессора, он сможет узнать от своего друга и коллеги Джакопо Маццони, автора книги о Платоне и Аристотеле, что «никакой другой вопрос не породил столько самых благородных и самых прекрасных рассуждений, ...как вопрос о том, является ли использование математики в физике в качестве инструмента доказательства и решающего средства последнего благоприятным или нет; иначе говоря, является ли оно для нас полезным или, наоборот, опасным и вредным». «Хорошо известно, — продолжает Маццони, — что Платон верил в особенную пригодность математика для физических исследований и потому неоднократно к ней

прибегал при объяснении загадок физики. Но Аристотель придерживался совершенно противоположной точки зрения и объяснял ошибки Платона его слишком большой приверженностью математике»⁵⁸. Мы видим, для научного и философского сознания эпохи — а Буонамичи и Маццони выражали лишь *общее мнение* — оппозиция или, точнее, водораздел между аристотелизмом и платонизмом не вызывает никакого сомнения. Если вы отстаиваете высший статус математики, если, более того, вы ей приписываете реальное значение и реальное положение в физике, вы — платоник. Если, наоборот, вы усматриваете в математике абстрактную науку и, следовательно, считаете, что она имеет меньшее значение, чем другие — физические и метафизические — науки, трактуемые о реальном бытии, если, в частности, вы утверждаете, что физика не нуждается ни в какой другой базе, кроме опыта, и должна строиться непосредственно на восприятии и что математика должна довольствоваться второстепенной и вспомогательной ролью простого подсобного средства, вы — аристотелик.

Если здесь что и ставится под вопрос, так это не достоверность — ни один аристотелик никогда не подвергал сомнению геометрические теоремы или доказательства, — но бытие; не само применение математики в физике — ни один аристотелик никогда не отрицал право измерять все, что измеримо, и считать то, что поддается счету, — но структура науки и, следовательно, структура бытия.

Вот на эти-то дискуссии и намекает Галилей по ходу своего «Диалога». Так, в самом начале аристотелик Симплично подчеркивает, что «в вопросах, касающихся природы, не всегда следует искать математические доказательства»⁵⁹. На что Сагрето, которому доставляет удовольствие непонятливость Симпличио, замечает: «Пожалуй, в тех случаях, когда этого нельзя достигнуть; но если доказательство имеется, почему вы не хотите им воспользоваться?» Естественно. Если возможно при рассмотрении вопросов, касающихся природных вещей, достичь доказательства, наделенного математической строгостью, то почему мы не должны попытаться этого сделать? Но возможно ли это? Такова проблема, и Галилей на полях книги подводит итог дискуссии и выражает истинно аристотелевскую мысль: «При доказательствах, касающихся природы, — говорит он, — не следует стремиться к математической точности».

Не следует стремиться. Почему? Ибо это невозможно. Ибо природа физического бытия является качественной и неопределенной. Она не конформна строгости и точности математических понятий. Это всегда — «более или менее». Следовательно, как объяснит нам позже аристотелик, философия, которая есть философия реального, не нуждается ни в том, чтобы исследовать детали, ни в том, чтобы прибегать к численным определениям при формулировании своих теорий движения. Все, что она должна сделать, это перечислить основные категории (естественное,

насильственное, прямолинейное, круговое) и описать их общие, качественные и абстрактные черты⁶⁰.

Для современного читателя это, вероятно, далеко не убедительно. Ему трудно допустить, что «философия» должна довольствоваться абстрактным и неопределенным обобщением и не пытаться установить всеобщие точные и конкретные законы. Современному читателю непонятен истинный смысл такой необходимости, но современники Галилея осознавали ее очень хорошо. Они знали, что качество, так же как и форма, будучи по природе не математическим, не может анализироваться в математических терминах. Физика не является прикладной геометрией. Земная материя еще ни разу не создавала и не демонстрировала нам строго математические формы; «формы» никогда не «пн-формируют» ее полностью и совершенно. Всегда налицо некоторый зазор. На небесах же, само собой разумеется, все обстоит иначе; следовательно, математическая астрономия возможна. Но астрономия — это не физика. Ошибка Платона и его сторонников состоит в том, что они упустили из виду этот момент. Бесполезно пытаться создать математическую философию природы. Это предприятие обречено на неудачу еще до того, как к нему приступили. Оно ведет не к истине, а к ошибке.

«Все эти математические тонкости, — объясняет Симпличио, — истинны лишь *абстрактно*. Но, будучи приложенными к чувственной и физической материи, они не функционируют»⁶¹. В самой природе нет ни кругов, ни треугольников, ни прямых линий. Следовательно, бесполезно изучать язык математических фигур: последние по своей сути не являются вопреки Галилею и Платону теми знаками, которыми написана книга природы. На деле это не только бесполезно, но и чревато негативными последствиями: чем больше разум приучен к точности и строгости геометрического мышления, тем менее он будет способен уловить разнообразие подвижного, изменяющегося, качественно определенного бытия.

В этой позиции аристотелизма нет ничего смешного⁶². Мне, например, она представляется совершенно осмысленной. Вы не сможете создать математическую теорию качества, возражает Аристотель Платону, как не сможете создать и математической теории движения. В числах нет движения. А не познав движения, не познаешь природы. Аристотелик времен Галилея мог бы добавить, что величайший из платоников, сам *божественный* Архимед⁶³, так и не смог создать ничего, кроме статики. Никакой динамики. Одна лишь теория покоя. Никакого движения.

Аристотелик совершенно прав. Невозможно применительно к количеству использовать математическую дедукцию. Нам хорошо известно, что Галилей, как несколько позднее и по той же причине Декарт, был вынужден упразднить понятие качества, объявить его субъективным, изгнать из области природы⁶⁴. Одновременно это вынудило его упразднить чувственное восприятие как источник познания и объявить, что интеллектуальное познание и

даже познание априорное является для нас одним-единственным средством познания сущности реального.

Что касается динамики и законов движения, «мочь» должно быть доказано не иначе как через «есть»; чтобы показать, что можно установить математические законы природы, это надо сделать. Другого средства нет, и Галилей это полностью осознает. Следовательно, лишь давая математическое решение конкретных физических проблем — проблемы падения тела, проблемы движения с силой брошенного тела, — он вынуждает Симпличио признать, что «желать исследовать проблемы природы без математики — это все равно что пытаться сделать некую вещь, которую сделать невозможно».

Теперь, как представляется, мы готовы к тому, чтобы понять смысл знаменитого высказывания Кавальери, который в 1630 г. в работе «Зажигательное стекло» пишет: «Все, что привносят (прибавляют) математические науки, рассматривавшиеся знаменитыми школами пифагорейцев и платоников как крайне необходимые для понимания физических вещей, вскоре, я надеюсь, ясно проявится после предания гласности новой науки о движении, обещанной великолепным испытателем природы Галплео Галилеем»⁶⁵.

Таким вот образом мы узнаем о славе платоника Галилея, который в своих «Рассуждениях и математических доказательствах» заявляет, что «развивает совершенно новую науку в связи с одной очень старой проблемой» и что докажет некоторые вещи, до сих пор никем не доказанные, согласно которым движение падения тел подчиняется численному закону⁶⁶. Движение, управляемое числами: наконец-то аристотелевское возражение оказывается отвергнутым.

Очевидно, для Галилея, так же как и для его старших современников, математизм был синонимом платонизма. Следовательно, когда Торичелли говорит, что «среди свободных искусств геометрия *единственная* упражняет и заостряет ум и делает его способным быть украшением города в мирное время и защищать его в военное время» и что «при прочих равных условиях разум, тренированный геометрической гимнастикой, наделен особенной и *мужественной* силой»⁶⁷, он не только кажется верным учеником Платона, но сам признает себя таковым и провозглашает во всеуслышание. Провозглашая это, он остается верным учеником своего учителя Галилея, который в своем «Ответе на философские эзерсисы Антонио Рокко», адресуясь к последнему, предлагает ему самому судить о значении двух соперничающих методов — метода чисто физического и эмпирического, с одной стороны, и метода математического — с другой, — и добавляет: «И одновременно решите, кто рассуждал лучше, Платон, говоривший, что без математики невозможно изучить философию, или Аристотель, упрекавший Платона в слишком большом увлечении геометрией»⁶⁸.

Я только что назвал Галилея платоником. Думаю, никто не станет этого оспаривать⁶⁹. Больше того, он сам говорит об этом. Первые страницы «Диалога» содержат высказывание Симпличио о том, что Галилей, будучи математиком, испытывает, вероятно, симпатию к числовым спекуляциям пифагорейцев. Это позволяет Галилею заявить, что он считает их абсолютно лишены смысла, и в то же время оговориться: «То, что пифагорейцы выше всего ставили науку о числах и что сам Платон удивлялся уму человеческому, считая его причастным божеству только потому, что он понимает природу чисел, я прекрасно знаю и готов присоединиться к этому мнению»⁷⁰.

Да и могло ли быть у него другое мнение, у него, который верил, что в математическом познании человеческий ум достигает совершенства божественного разума? Не говорит ли он, что «экстенсивно, то есть по отношению ко множеству познаваемых объектов, а это множество бесконечно, познание человека — как бы ничто, хотя оно и познает тысячи истин, так как тысяча по сравнению с бесконечностью — как бы нуль; но если взять познание интенсивно, то поскольку термин «интенсивное» означает совершенное познание какой-либо истины, то я утверждаю, что человеческий разум познает некоторые истины столь совершенно не с такой абсолютной достоверностью, какую имеет сама природа; таковы чистые математические науки, геометрия и арифметика; хотя божественный разум знает в них бесконечно больше истин, ибо он объемлет их все, но в тех немногих, которые постиг человеческий разум, я думаю, его познание по объективной достоверности равно божественному, ибо оно приходит к пониманию их необходимости, а высшей степени достоверности не существует»⁷¹.

Галилей мог бы добавить, что человеческий разум есть творение господина столь совершенное, что с самого начала он обладает теми простыми и ясными идеями, сама простота которых является гарантией истинности, и что ему достаточно оборотиться на самого себя, чтобы обнаружить в своей «памяти» истинные основания науки и познания, азбуку, т. е. элементы языка — математического языка, — на котором говорит сотворенная богом природа. Необходимо найти истинное основание *реальной* науки, науки о *реальном* мире; не той науки, которая касается лишь чисто формальной истины, — истины, присущей разуму и математической дедукции, истины, на которую не окажет никакого влияния отсутствие в природе изучаемых им объектов; очевидно, Галилей еще больше, чем Декарт, не удовольствовался бы таким «эрзацем» науки и реального познания.

Это в отношении такой науки, науки истинного «философского» познания, которое является познанием сущности самого бытия, Галилей говорит:

«Я же говорю вам, что, если кто-либо не знает истины сам от себя, невозможно, чтобы другие заставили его это узнать; я могу прекрасно учить вас вещам, которые ни истинны, ни ложны, но

то что истинно, т. е. необходимо, чему невозможно быть иным,— это каждый заурядный ум знает сам до себе, или же невозможно, чтобы он это вообще узнал»⁷².

В трудах Галилея столь частые намеки на Платона, повторяющееся упоминание Сократовой майевтики и учения о воспоминании не являются внешними украшениями, источник которых — желание приноровиться к литературной моде с оглядкой на интерес, проявляемый к Платону ренессансной мыслью. Их целью не было также ни привлечение к новой науке «среднего читателя», которого утомила и которому приелась сухость аристотелевской схоластики, ни борьба против Аристотеля в одеждах его учителя Платона. Совсем наоборот: эти намеки носят совершенно серьезный характер и должны восприниматься такими, как они есть. Чтобы никто не имел ни малейшего сомнения в том, что касается его философской точки зрения, Галилей (Сальвиати) утверждает⁷³:

«Сальвиати. Опровержение его зависит от некоторых вещей, известных вам не менее, чем мне, и разделяемых нами обоими, но так как вы их забыли, то не находите и опровержения. Я не буду учить вас им (так как вы их уже знаете) и путем простого напоминания добьюсь того, что вы сами опровергнете возражение.

Симпличио. Я много раз присматривался к вашему способу рассуждать, который внушил мне мысль, что вы склоняетесь к мнению Платона, будто *nostrum scire sit quoddam reminisci* (Наше знание есть некоторый род воспоминания. — *Прим. перев.*); прошу вас поэтому, разрешите это мое сомнение, изложив вашу точку зрения.

Сальвиати. То, что я думаю о мнении Платона, я могу подтвердить и словами, и фактами. При рассуждениях, имевших место до сих пор, я не раз прибегал к объяснению при помощи фактов; буду придерживаться того же способа и в данном частном случае, который затем может служить вам примером для лучшего уяснения моего понимания приобретения знания, о чем мы поговорим в другой день, если у нас останется время...»

«Существующие» исследования—это не что иное, как дедукция фундаментальных положений механики. Мы уже предупреждены, что Галилей решает сделать нечто большее, чем просто объявить себя адептом и сторонником платоновской эпистемологии. Кроме того, применяя эту эпистемологию, открывая истинные законы физики, заставляя Сагрето и Симпличио, т. е. *самого читателя, нас самих*, выводить их, он полагал тем самым «на деле» показать истинность платонизма. «Диалог» и «Беседы» раскрывают перед нами историю мысленного эксперимента — эксперимента весьма убедительного, ибо он завершается исполненным сожаления признанием аристотелика Симпличио, который соглашается с необходимостью изучения математики и выражает свое огорчение по поводу того, что сам не изучил ее в молодости.

«Диалог» и «Беседы» сообщают нам об истории открытия плп, лучше сказать, об открытии заново языка, на котором говорит природа. Они объясняют способ, каким следует задавать ей вопросы, т. е. теорию того научного экспериментирования, в кото-

рой формулирование постулатов и выведение из них следствий предшествует переходу к наблюдению и руководит им. Это также, по крайней мере для Галилея, является доказательством «на деле». Согласно Галилею, новая наука является экспериментальным доказательством платонизма.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Коуге А. Galilée et Platon. — In: Коуге А. Les études d'histoire de la pensée scientifique. Paris, Presses Universitaires de France, 1966, p. 147—175.

² См.: Randall J. H., Jr. The making of the modern mind Boston, 1926, p. 220 ff., 231 ff.; Whitehead A. N. Science and the modern World. New York, 1925.

³ Декарт Р. Избр. произв. М., Государственное издательство политической литературы, 1950, с. 305.

⁴ Не следует путать эту широко распространенную концепцию с концепцией Бергсона, для которого вся физика, как аристотелевская, так и ньютоновская, в конечном счете является творением homo faber.

⁵ По выражению одного из исследователей творчества Декарта, это «физическая наука по использованию вещей» (La berthonnierre L. Etudes sur Descartes. Paris, 1935, II, p. 288 ff., 297, 304).

⁶ Ф. Бэкон является глашатаем, *провозвестником* новой науки, но отнюдь не одним из ее творцов.

⁷ Наука Декарта и Галилея, разумеется, имела исключительно важное значение для инженеров и техников; она в конце концов вызвала техническую революцию. Однако она не была создана и развита ни инженерами, ни техниками, а теоретиками и философами.

⁸ «Декарт-ремесленник» — такова концепция картезианства, которую развивал Леруа в книге "Descartes social" (Paris, 1931) и которую Ф. Боркенау довел до абсурда в своей работе "Der Uebergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild" (Paris, 1934). Возникновение картезианской науки и философии Боркенау объясняет возникновением новой формы экономического производства, т. е. мануфактуры. Ср. критику книги Боркенау в более интересной и поучительной, чем сама критикуемая книга, работе: Grossman H. Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur. — In: Zeitschrift für Sozialforschung. Paris, 1935.

Что касается Галилея, то о его связи с традициями ремесленников, конструкторов, инженеров и т. д. эпохи Возрождения пишет Л. Олшкки. См.: Olschki L. Galileo und seine Zeit. Halb, 1927, также см.: Zilsel E. The sociological roots of science. — In: The American Journal of Sociology, XLVII, 1942. Э. Цильзель подчеркивает роль, которую играли «квалифицированные ремесленники» эпохи Возрождения в развитии научного мышления Нового времени. Верно, конечно, что художники, инженеры, архитекторы и т. д. этого периода играли важную роль в борьбе против аристотелевской традиции и что некоторые из них, такие, например, как Леонардо да Винчи или Бенедетти, пытались даже развить новую, антиаристотелевскую динамику; последняя, однако, как убедительно показал П. Дюем, в своих основных чертах совпадала с динамикой парижских номиналистов, с динамикой «импетуса» Жана Буридана и Николая Орема. И если Бенедетти вдали от этих самых выдающихся «предшественников» Галилея иногда превосходит уровень динамики «парижан», то происходит это не в силу его инженерных или артиллерийских занятий, а потому, что он изучил Архимеда и решил применить «математическую философию» к исследованию природы.

⁹ Совсем недавно один критик дружески упрекнул меня в отрицании этого аспекта учения Галилея (см.: Olschki L. The scientific Personality of Galileo. — In: Bulletin of the History of Medicine, XII, 1942). Должен со-

знаться, я не уверен, что заслужил этот упрек, хотя глубоко верю, что наука по своей сущности является теорией, а не собранием «фактов».

¹⁰ Э. Мейерсон в работе «Тождество и реальность» весьма убедительно показывает отсутствие согласия между «экспериментом» и принципами физики Нового времени (см.: Meuseron E. Identité et réalité. 3-е éd. Paris, 1926, p. 156).

¹¹ «В самом деле, представляется, что динамика столь удачно приспособилась к текущим наблюдениям, что не преминула с самого начала вменить себе в обязанность согласие с этими наблюдениями, оперируя силами и движениями... Для того чтобы физики могли отбросить динамику Аристотеля и создать новую динамику, им необходимо было понять, что факты, с которыми они ежедневно сталкиваются, ни в коей мере не являются простыми, элементарными, к которым непосредственно применимы фундаментальные законы динамики; что движение судна, которое тянут бурлаки, так же как и движение катящего по дороге конного экипажа, необходимо рассматривать как чрезвычайно сложные движения; одним словом, что в качестве принципа науки о движении необходимо рассматривать с помощью абстрагирования от прочих моментов некоторое тело, которое под действием одной силы движется в пустоте. Однако, исходя из своей динамики, Аристотель пришел к заключению, что движение в пустоте невозможно» (Duhem P. Le système du monde. Paris, 1913, I, p. 194 ff.).

¹² Lasswitz K. Geschichte der Atomistik. Hamburg und Leipzig, 1890, II, p. 27 ff.; Mach E. Die Mechanik in ihrer Entwicklung. 8-е éd. Leipzig, 1921, p. 113 ff.; Wohlwill E. Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes. — In: Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft, vol. XIV, XV, 1883, 1884; Cassirer E. Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit. 2-е éd. Berlin, 1911, I, p. 394 ff.

¹³ См.: Meuseron E. Op. cit., p. 124 ff.

¹⁴ Само собой разумеется, что *термин* продолжает бытовать в научном обиходе, так что Ньютон продолжает говорить о Космосе и его порядке (так же как и об «импетусе»), но уже в совершенно новом смысле.

¹⁵ Как я попытался показать в другом месте (Коуге А. Études galiléennes. III. Galilée et la loi d'inertie. Paris, 1940), появление новой науки стало возможным лишь после этого объединения астрономии и физики, позволившего последней применить математические методы исследования, использовавшиеся ранее только для изучения небесных явлений, также и для явлений подлунного мира.

¹⁶ Декарт освободил физику от фантомов древнегреческого Космоса, т. е. от представления о некотором привилегированном статусе вещей, удовлетворяющем нашим эстетическим потребностям... Не существует привилегированных физических положений, все они эквивалентны. Следовательно, в физике не существует никакого места для отыскания конечных причин и наилучшего рассматривания» (Vérier E. Histoire de la philosophie, t. II, fasc. I, Paris, 1929).

¹⁷ «Если для того, чтобы изменить динамическую систему Аристотеля, абстрагироваться от предубеждений, вытекающих из нашего современного образования, и если при этом стараться переместиться на тот уровень разума, каким был наделен независимый мыслитель начала XVII в., то становится трудным отрицать тот факт, что аристотелевская система более пригодна, нежели наша, для непосредственного наблюдения фактов» (Tanner P. Galilée et les principes de la dynamique. — In: Mémoires scientifiques, VI. Paris, 1926, p. 399).

¹⁸ См.: Коуге А. Études galiléennes, II. La loi de la chute des corps. Pâtis, 1940.

¹⁹ См.: Caverni. Storia del metodo sperimentale in Italia, 5 vol. Firenze, 191—1896; Duhem P. Le mouvement absolu et le mouvement relatif. Paris, 1905; De l'accélération produite par une force constante. — In: Congrès International de l'Histoire des Sciences. III-е session. Genève, 1906; Études sur Léonard de Vinci. Paris, 1909—1913, vol. III: Les précurseurs parisiens de Galilée. Совсем недавно тезис о непрерыв-

ности был поддержан в работе: Randall J. H., Jr. Scientific method in the school of Padua. — Journal of the History of Ideas. I, 1940. Дж. Рэндэлл убедительным образом обрисовывает прогрессивную разработку выдающимися логиками Возрождения метода «разложения и сложения» (résolution et composition) в сфере образования. Однако сам же Рэндэлл провозглашает, что «в методе, сформулированном Зарабеллой, имелся один изъян: он не требовал, чтобы принципы естествознания были математическими» (с. 204), — и что "Tractatus de paedia" Кремонини «звучит как осторожное предостережение в адрес торжествующих математиков от лица великой аристотелевской традиции рационального эмпиризма» (там же). Но именно «этот упор на роль математики, которая прибавляется к логической методологии Зарабеллы» (с. 205), на мой взгляд, совершенно недвусмысленным образом составляет содержание научной революции XVII в.; что же касается научной мысли эпохи, то роль математики является разделительной чертой между сторонниками Платона и Аристотеля.

²⁰ Лично я в истории этой традиции прибавил одно звено (см.: Коуло А. Études galiléennes, I: A l'aube de la science classique. Paris, 1940).

²¹ XVI век (во всяком случае, вторая его половина), открыв для себя симеда, начал его изучать и осмысливать.

²² Этим пониманием мы в основном обязаны трудам П. Дюгема (к упо-

of magic and experimental science. 6 vol. New York, 1923—1941). См. также: Dijksterhuis F. J. Wai en Worp. Groningen, 1924.

²³ Аристотелевская физика по своей сущности не является математической. Представлять дело таким образом (как это делает П. Дюгем в работе «Об ускорении, произведенном постоянной силой»), будто эта физика просто основана на иной математической формуле, чем наша, — значит совершать ошибку.

²⁴ Часто современные историки научной мысли недооценивают систематический характер аристотелевской физики.

²⁵ Contre nature — доел, «против природы», в противоположение явлениям (в частности, движению) «по природе». Из стилистических соображений в данном и других местах перевода употребляется слово «противоестественный». — Прим. перев.

²⁶ См.: Mach E. Die Mechanik, p. 124 ff.

²⁷ Только в «своем» место некоторое существо достигает своего истинного о-существования и становится действительно самим собой (= существом). Потому-то оно и стремится достичь этого места.

²⁸ Понятия «естественное место» и «движение по природе» предполагают конечность Вселенной.

²⁹ Aristote. Physique, VIII, 8, 215b. — Прим. А. Кауре. В последнем русскоязычном издании «Физики» Аристотеля (цит. соч., т. 3, с. 256) в цитированном А. Койре месте (конец гл. 8) в качестве движения «по природе» выступает «перемещение по кругу». — Прим. перев.

³⁰ Некоторое движение может вытекать лишь из определенного предыдущего движения. Следовательно, всякое действительное движение предполагает бесконечный ряд предшествующих движений.

³¹ В конечной Вселенной единственным равномерным движением, способным пребывать бесконечно долго, является круговое движение.

³² См.: Reizler K. Physics and reality. New Haven, 1940.

³³ Имеется в виду «утрата» движения. — Прим. перев.

³⁴ См.: Декарт Р. Избр. произв. М., 1950, с. 198.

³⁵ Местное движение — перемещение — есть лишь один из видов, хотя и очень важный, «движения» (κίνησις), движения в области пространства, в отличие от изменения — движения в области качества, а также возникновения и уничтожения — движения в области бытия.

³⁶ Аристотель совершенно прав. Никакой процесс изменения или становления не может произойти без причины. Если в новой физике движение

пребывает само по себе, то это потому, что оно более не является некоторым процессом.

Тело *стремится* к своему естественному месту, но оно последним *не притягивается*.

См.: Аристотель. Сочинения в четырех томах. Т. 3, с. 139, 260, 349. См. также: Meuseron E. Op. cit., p. 84.

См.: Аристотель. Цит. соч., с. 143, 348—349.

⁴⁰ См.: Аристотель. Цит. соч., с. 138—139.

⁴¹ Или, при желании, можно сказать, что в пустоте все места являются естественными местами для всякого тела.

⁴² Каит называл пустое пространство «бессмыслицей» (Unding).

⁴³ Как мы знаем, такого мнения придерживались Декарт и Спиноза.

⁴⁴ Что касается средневековой критики Аристотеля, см. работы, приведенные выше (прим. 19), а также: Jansen B. Olivi, der älteste scholastische Vertreter des heutigen Bewegungsbegriffes. — In: Philosophisches Jahrbuch, 1920; Michalsky K. La physique nouvelle et les différents courants philosophiques au XIV-e siècle. — In: Bulletin international de l'Académie polonaise des sciences et des lettres. Cracovie, 1927; Moser S. Grundbegriffe der Naturphilosophie bei Wilhelm von Occam. Innsbruck, 1932; Borchert E. Die Lehre von der Bewegung bei Nicolaus Oresme. Münster, 1934; Marcolongo R. La Meccanica di Leonardo da Vinci. — In: Atti della reale accademia delle scienze fisiche e matematiche, XIX. Napoli, 1933.

О Жане Филопоне, который, как представляется, был истинным изобретателем теории «импетуса», см.: Wohlwill E. Ein Vorgänger Galileis im VI. Jahrhundert. — In: Physicalische Zeitschrift. VII, 1906; Duhem P. Le système du monde. I: La "Physique" de Jean Philopon. «Физика» Жана Филопона. которая не была переведена на латинский язык, оставалась недоступной схоластам, располагавшим лишь сделанным Симпликием кратким резюме. Но она была хорошо знакома арабам, и, как представляется, арабская традиция, непосредственно или через посредничество Авиценны, оказала влияние на «парижскую» школу в том пункте, который до сих пор вызывает сомнения. См. очень важную статью: Pines S. Études sur Awhad al-Zamān Abu'! Barakāt al-Baghdadi. — In: Revue des études juives, 1938.

⁴⁶ Интересно отметить, что это абсурдное убеждение, разделяемое и проповедуемое Аристотелем («О небе», II, 6), столь глубоко укоренилось в умах и столь широко распространилось, что даже сам Декарт не осмелился открыто отрицать его, а как он зачастую пост/пал в таких случаях, предпочел заняться объяснением споен позиции. В 1630 г. он пишет М. Мерсонну (Descartes R. Oeuvres, vol. 1—12. Publiées par Gh. Adam et P. Tannery. Paris. 1896—1910, p. 110): «Я хотел бы также узнать, не было ли у Вас okazji исследовать предположение, что выпущенный из пращи камень, тгп пуля из мушкета, или стрела пз арбалета летят с наибольшей скоростью, пабиратот наибольшую силу, производят наибольшее действие в середине своего движения, а не в самом его начале. Таково общераспространенное мнение, с которым я, однако, имею все основания быть совершенно несогласным; я считаю, что вещи, не движущиеся сами по себе, а запущенные с силой, в самом начале своего движения обладают наибольшей по сравнению с любым другим моментом силой». И потом еще дважды, в письмах от 1632 и 1640 гг. (op. cit., соответственно vol. I, y. 259 и vol. II p. 37), он разъясняет своему другу собственное мнение по вопросу о дг.пжонип брошенного с силой *тела*: «Я совершенно не верю в то, что метательный снаряд, начиная с первого момента, когда его прекращает толкать рука или машина, в начале своего движения летит медленнее, чем в конце; но я согоршсго уверен, что в зависимости от того, находится ли мушкет в полутора, в пятнадцати или в двадцати шагах от стены, вылетевшая из него пуля произведет па эту последнюю различное действие, потому что, чем дальше находится стена, тем труднее пуле преодолеть сопротивление воздуха и, следовательно, тем меньше ее скорость. Однако только эксперимент может показать, улovima ли эта зависимость в разнице (скоростей от разности расстояний. — Прим. перев.), а я всегда отношусь с величайшим сомнением ко всему тому, что

сам лично таким способом не проверил». В противоположность Декарту другой его друг, И. Бекман, решительно отрицал саму возможность ускоренного движения применительно к случаю с силой брошенного тела (см. его письмо к тому же М. Мерсенну от 30 апреля 1630 г. — *Correspondance de P. Mer-senne*. Paris, 1936, II, p. 457).

⁴⁷ См.: Galilei G. *De Motu*. Opère, edizione Nazionale, I, p. 314 ff.

⁴⁸ Benedetti J.-B. *Diversarum speculationum mathematicarum, liber*. Taurini, 1585, p. 168.

⁴⁹ Galilei G. *De Motu*, p. 300.

⁵⁰ Продолжающееся употребление термина «импетус» Галилеем и его учениками и даже Ньютоном не должно заслонить нам факт исчезновения идеи, которая за ним стояла.

⁵¹ В аристотелевской физике движение есть процесс изменения и всегда воздействует на движущееся тело.

⁵² Следовательно, некоторое заданное тело может быть наделено произвольным числом различных движений, не интерферирующих друг с другом. В аристотелевской физике, так же как и в физике «импетуса», каждое движение интерферирует с каждым из остальных движений и иногда даже становится помехой для его осуществления.

⁵³ Таким образом, движение и бытие располагаются на одном онтологическом уровне; следовательно, пребывающий характер *движения* также становится очевидным, и отпадает необходимость в объяснении, что его пребыванию предшествовало пребывание *покоя*.

⁵⁴ Говоря современным языком, в аристотелевской динамике и динамике «импетуса» сила производит движение; в современной динамике сила производит ускорение.

⁵⁵ Это с необходимостью предполагает бесконечность Вселенной.

⁵⁶ «Философия, — пишет Галилей в «Пробиршике», — написана в величайшей книге природы, всегда раскрытой пред нашими очами (я говорю о Вселенной), но эту книгу нельзя понять, не научившись сперва понимать ее язык и не изучив знаки, которыми она написана. А написана она на языке математики, и ее знаки — это треугольники, окружности и прочие геометрические фигуры, без которых человеческому пониманию ее слова недоступны» (Galilei G. *Il Saggiatore*. Opère, VI, p. 232). Сравни его письмо Личети от 11.01.1641 (Opère, XVIII, p. 293).

⁵⁷ Ставший раритетом огромный компилятивный труд Буонамичи (1011 страниц in folio) является бесценным пособием для изучения средневековых теорий движения. Хотя историки — исследователи творчества Галилея часто о нем упоминают, они никогда его непосредственно не используют. См.: Buonamici F. *Fiorentini*, e primo loco philosophiam ordinariam in Almo Gymnasio Pisano profitentis. *De Motu libri X, quibus generalia naturalis philosophiae principia summo studio collecta continentur*. Florentiae, 1591, libri X, cap. XI. *Jurene mathematicae ex ordine scientiarum expurgantur*, p. 56; *Ibid.*, libri I, p. 54.

⁵⁸ Mazzoni J. *Caesenis*, in Almo Gymnasio Pisano Aristotelem ordinarie Platonem vero extra ordinem profitentis, In Universam Platonis et Aristotelis Philosophiam Praeludia sive de comparatione Platonis et Aristotelis. *Venetis*, 1597, p. 187 ff.

⁵⁹ Галилей Г. *Избранные труды в двух томах*. М., «Наука». 1964, т. 1, с. 110.

⁶⁰ См.: Галилей Г. *Цит. соч.*, с. 263.

⁶¹ Там же, с. 302.

⁶² Как известно, такой же позиции придерживались Паскаль и Лейбниц.

⁶³ Быть может, излишним будет напомнить, что для всей доксографической традиции Архимед является философом-платоником.

⁶⁴ См.: Burt E. A. *The metaphysical foundations of modern physical science*. London and New York, 1925.

⁶⁵ Gavalieri B. *Lo Specchio Ustorio* opero trattato Delle Settioni Coniche e alcuni loro marabili effetti intorno al Lume, etc. *Bologne*, 1632, p. 152 ff.

⁶⁶ Галилей Г. *Цит. соч.*, т. 2, с. 233.

⁶⁷ Torricelli E. *Opera Geometrica*. Florentiae, 1644, II, p. 7.

⁶⁸ Galilei G. *Esercitazioni filosofiche di Antonio Rocco*. Opère, edizione Nazione, VII, p. 744.

⁶⁹ Платонизм Галилея был более или менее признан большинством современных историков науки и философии. Так, автор немецкого перевода «Диалога» подчеркивает влияние платонизма (учения о воспоминании) даже на саму форму книги (см.: Galilei G. *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme... übersetzt... von E. Strauss*. Leipzig, 1891, p. XLIX). Э. Кассирер (Gassirer E. *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, 2-е éd. Berlin, 1911, I, p. 389 ff) настаивает на платонизме Галилея, исходя из его идеала познания; Л. Ольшки (Olschki L. *Galileo und seine Zeit*. Leipzig, 1927) говорит о присущем Галилею «платоновском взгляде на природу», и т. д. Но, как мне представляется, именно Э. Берт (ор. cit.—см. выше, прим. 64) лучше всего представил метафизическую подоснову новой науки (платоновский математизм). К сожалению, Берт не сумел распознать существования *двух* (а не одной) платоновских традиций: традиции мистической спекуляции числами и традиции математической науки. Такая же ошибка, которая в случае с Бертом есть всего лишь огрех, допущена его критиком Э. Стронгом (Strong E. W. *Procedures and metaphysics*. Berkley, California, 1936) с той лишь разницей, что в последнем случае эта ошибка может быть приравнена к смертному греху... О наличии двух платонизмов см.: Brunschvicg L. *Les étapes de la philosophie mathématique*. Paris, 1922, p. 69 ff; *Le progrès de la conscience dans la philosophie occidentale*. Paris, 1937, p. 37 ff.

⁷⁰ Галилей Г. *Цит. соч.*, т. 1, с. 107.

⁷¹ Там же, с. 201.

⁷² Там же, с. 256—257.

⁷³ Там же, с. 290.