

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И МЕТРИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ

1. Когда мы, едва пробудившись от сна, находимся еще в полудремотном состоянии в возможно более равномерной и наименее изменчивой среде, при возможно малой смене представлений, и когда в это время раздается равномерный бой часов, то мы ясно различаем второй удар от первого, третий от второго и первого — одним словом, более поздние удары от более ранних, хотя сила, высота и тембр звука во всех этих ударах остаются одни и те же. Мы не сомневаемся также в том, что удары следуют друг за другом в равные промежутки времени, и сейчас же (без помощи какого-нибудь искусственного средства) замечаем, если является какое-нибудь нарушение. Мы непосредственно **ощущаем** время или положение во времени, так же как непосредственно ощущаем пространство или положение в пространстве. Без ощущения времени не было бы хронометрии, как без ощущения пространства не было бы геометрии.

2. Существование **своеобразных** физиологических процессов, лежащих в основе ощущений времени, представляется весьма вероятным ввиду того обстоятельства, что мы **узнаем** одинаковость **ритма**, формы времени во временных отношениях самых различных качеств, например в мелодиях, которые кроме ритма не имеют ничего сходного¹. Мы ощущаем ритм какого-нибудь процесса независимо от качества последнего. Замечательные физиологические факты говорят за то, что уже в **элементарных органах** заложена основа для ощущения времени. К таким фактам принадлежат, например, отрицательные зрительные следы от движения вращаемой спирали или текущей воды (опыты Плато — Оппеля)² и светлый или темный последовательные следы после более или менее долго продолжавшегося изменения яркостей (наблюдение Dvorak'a³). Скорость изменения места или яркости есть,

¹ Относительно недостаточности более старых теорий пространства и времени и попыток исправления их (см. мою небольшую статью «Bemerkungen zur Lehre vom raumlichen Sehen». Fichtes Zeitschr. f. Philos. 1865; перепечатано в Popular wissenschaft. Vorlesungen, 3 изд. Uber den Zeitsinn des Ohres. Ber. d. Wiener Akademie, Januar 1865. — Анализ ощущений (издание С. Скирмунта).

² Plateau, Poggendorffs Annalen, Bd. 80, стр. 287. — Oppel, ibid. Bd. 99, стр. 543.

³ Dvorak, Uber Nachbilder von Reizveränderungen. Ber. d. Wiener Akademie. Bd. 61. — Mach, Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig, 1875, стр. 59-64.

.....
следовательно, в пределах непосредственного восприятия (т. е. оставляя в стороне крайние случаи, например скорость часовой стрелки или скорость пушечного ядра) не только математически-физическая величина, но и **физиологический** объект.

3. Между нашим физиологическим **воззрением времени и метрическим временем**, которое получается от временного сравнения физических процессов **друг с другом**, существуют подобные же различия, как между физиологическим и метрическим

пространством. Оба времени кажутся, правда, **непрерывными**; постоянному перемещению в физическом времени соответствует такое же перемещение в физиологическом; оба текут только в **одном** направлении. Но этим и исчерпываются, по-видимому, сходные черты. Физическое время протекает то скорее, то медленнее, чем физиологическое, т. е. не все процессы одинаковой продолжительности кажутся таковыми и непосредственному наблюдению. Физическое различие моментов времени несравненно тоньше, чем физиологическое. Для нашего воззрения времени **настоящее** представляется не **моментом времени**, который, естественно, всегда должен бы не иметь никакого содержания, а отрезком довольно значительной

продолжительности, притом с чрезвычайно изменчивыми границами, трудно поддающимися определению и от случая к случаю неодинаковыми.

Воззрение времени этим собственно и ограничивается. Оно, однако, вполне незаметно дополняется **воспоминанием о прошедшем** и отражающимся в нашей **фантазии будущим**, причем как то, так и другое являются в весьма сокращенной временной перспективе. Отсюда понятна и неясность границ воззрения времени. Для физики **один** периодически повторяющийся ритм есть только **один** временный образ; для нашего же воззрения **форма** этого образа **меняется** в связи с моментом его, на котором сосредоточивается наше внимание⁴. Точно так же меняется и форма одного и того же геометрического образа для пространственного воззрения, смотря по ориентировке и фиксируемой точке в нем, что для одномерного времени совпадает в **одном** определяющем моменте.

4. В настоящее время вряд ли возможно сомневаться, что воззрение времени, как и воззрение пространства, обусловлено наследственной нашей телесной организацией. Тщетна была бы попытка освободиться от этих **воззрений**. Но, становясь на эту точку зрения нативистической теории, мы вовсе еще не утверждаем, что воззрения пространства и времени бывают развиты у человека вполне и до полной ясности с момента его рождения.

⁴ Анализ ощущений (изд. С. Скимунта).

.....
Далее, мы вовсе не отказываемся ни от связи, существующей между воззрениями пространства и времени и биологической потребностью, ни от исследования влияния этой последней на филогенетическое и онтогенетическое развитие первых. Наконец, этим не отвергается и связь, существующая между воззрениями пространства и времени и геометрическими и хронометрическими понятиями. Для развития последних первые, правда, необходимы, но сами по себе еще недостаточны. Для образования метрических понятий необходимо еще содействие опыта над пространственными соотношениями физических тел и над временными соотношениями физических процессов.

5. Попытаемся сначала выяснить **биологическое** значение ощущения времени. У Спенсера мы находим удачное указание, что развитие чувства времени связано с развитием чувства пространства, от него зависит. Животное, которому приходится защищаться только от непосредственно соприкасающихся раздражений — механических или химических — или к ним приспособляться, справляется с этой задачей при помощи **одновременных реакций**, соответствующих этим раздражениям. К этим реакциям может присоединяться и органически обусловленный, от окружающей среды уже независимый ряд процессов; но потребности в том, чтобы эти самостоятельно протекающие процессы были сознаваемы во временной их последовательности, отсюда еще не возникает. Но когда воздействие на органы чувств с некоторого расстояния становится все больше, так что, например, приближающаяся добыча сначала обнаруживается своим запахом, шумом или каким-нибудь издали видимым знаком, тогда является уже и потребность в сознательном воспроизведении таких процессов приближения в их естественном временном порядке. Ибо без такого психического воспроизведения не могли бы наступать и реакции с их временно упорядоченными и размеренными фазами, например те, которые необходимы для ловли добычи. Впрочем, временный ряд процессов питания, наступающий после проглатывания пищи, не зависит от сознания, а потому и не является содержанием его. Таким образом, ощущение времени и представление времени развиваются лишь в приспособлениях к временным и пространственным особенностям среды. Человек, интересы которого распространяются на наиболее обширные пространства и самые отдаленные времена, обладает и наиболее

развитыми ощущением и представлением времени⁵.

⁵ Spencer, The Principles of Psychology. 2 изд. 1870. 1, стр. 320-328; II, стр. 207-215.

.....

6. Фактическая основная черта психического воспроизведения состоит в том, что переживания наши в их воспроизведении бывают близки к оригиналу, не только в смысле качественных элементов ощущения и их комбинаций и расположения, но и в смысле их пространственных и временных **соотношений и измерений**. Правда, достигаемая при этом точность воспроизведения зависит от упражнения и степени внимания. Однако и невнимательный не видит в своем воспоминании домов с крышами внизу или больших зданий микроскопически малыми или с несоответственно высокими трубами. В воспоминании о музыкальной пьесе тоны или ритм не оказываются в обратной последовательности; *adagio* не воспроизводится как *allegro* или наоборот. Все это показывает, что кроме элементов наших переживаний, которые мы назвали **чувственными** ощущениями, существуют еще другие, образующие если не абсолютную, то все же относительно **твердую основу** (подобно фотографической пластинке или валику фонографа); эти элементы **тоже совоспроизводятся** при воспроизведении первых и препятствуют слишком сильному пространственно-временному искажению образов воспоминания.

7. Были сделаны попытки разным образом объяснять сознание времени. Прежде всего ясно, что смена во времени психических переживаний, будь то ощущения или наши представления, еще не включает в себе сознания этой временной смены. Если бы психическое поле зрения было всегда ограничено во времени настоящим, притом достаточно узким, мы не могли бы даже вообще воспринять самих фактов изменения. Таким образом, наше сознание должно всегда охватывать некоторый конечный отрезок времени, в котором находятся как исчезающие, так и возникающие ощущения или представления, и только благодаря этому мы можем первые рассматривать как более ранние, а вторые — как более поздние. Присоединим к этому еще сравнительно постоянный комплекс нашего я, характеризуемый органическими ощущениями и т. п., в котором мы имеем как бы скалу, мимо которой протекает временно упорядоченный поток изменений. Все это дает, по-видимому, весьма привлекательную картину, а способ, которым мы размещаем отдельные члены в цепи переживаний, как кажется, вполне ей соответствует. Чувственные переживания настоящего мы легко отличаем от более слабых и неустойчивых воспоминаний ближайшего прошлого и от еще более бледных воспоминаний давно прошедшего. Нить ассоциаций ведет нас от более старых воспоминаний до более новых, вплоть до настоящего и через них — к ожиданиям, которые нам рисует наша фантазия⁶. Но одна такая нумерация и инвентаризация, снабжение членов порядковыми числами, как можно было бы назвать этот процесс, на мой взгляд еще недостаточны для понимания временной смены. Мы, может быть, применяем такой способ, когда отдаленное прошлое вспоминается нами в весьма сокращенной перспективе. Но действительное восприятие времени, например музыкальной пьесы в ее такте и ритме, — как чувственного настоящего, так и в живом воспоминании — едва ли происходит таким способом. Здесь недостает еще, так сказать, твердой, исключаящей искажения основы, о которой была речь выше и на которую проецируются переживания.

8. Чтобы лучше выяснить последнее обстоятельство, возьмем следующее простое физическое рассуждение. Пусть в каком-нибудь однородном физическом теле наступают извне нарушения **различными путями**; пусть, например, в это тело мы вводим электрические токи, помещая один раз электроды в точках а и Ь, а другой

раз — в точках с и d. Поверхности уровня, поверхности равной плотности тока и теплоты и т. д. будут в обоих случаях совершенно различны. Пустим теперь через **одни и те же** точки m и n какого-нибудь тела две волны от удара, **но не одновременно** и притом один раз сначала волну через точку m, а другой раз — сначала через точку n. Поверхность интерференции волн будет в первом случае ближе к n, а во втором ближе к m⁷.

То, что наблюдается в однородном физическом теле, гораздо ярче еще наблюдается в организованном теле животного. Раздражения, поступающие в него различными путями, вызывают в нем и различные реакции, влияющие на окружающую его среду в общем различными путями. И **временный порядок**, в котором доходят до **одних и тех же** органов данные раздражения, тоже не лишен значения, и изменение его в общем приводит к различным реакциям. Как не безразлично для двигательной реакции, прилагаем ли мы раздражение к спине у лягушки справа или слева, так не безразлично и то, в каком временном состоянии находится тот же орган, когда до него доходит то же раздражение, например доходит ли раздражение вкусовое или обонятельное, в состоянии голода у животного или при насыщенности.

⁶ См. в дополнение к этим общим рассуждениям систематические изложения психологии, в особенности оригинальную книгу Гефдингга (Очерки психологии), далее увлекательное изложение Джеймса (The Principles of Psychology. 1, стр. 505—542), наконец тщательную работу Эббингауза (Grundziige der Psychologie. Leipzig. 1902. 1, стр. 457-466).

⁷ См. «Анализ ощущений» (изд. С. Скирмунта).

9. Для более легкого понимания пространственного восприятия мы приняли, что каждый раздражаемый орган кроме чувственного ощущения, зависящего от качества раздражения, дает еще ощущение, постоянно связанное с индивидуальностью этого органа. Если теперь предположить, что это последнее ощущение состоит в свою очередь из двух частей — одной постоянной и другой временно изменяющейся вместе с **деятельностью** органа, открывается возможность эту последнюю часть объяснить восприятие времени. Конечно, это не есть теория или объяснение физиологического пространства и физиологического времени, а только полезный, может быть, парафраз и анализ фактов, которыми выражается пространственное и временное восприятия. Итак, как же мы должны мыслить себе временное изменение той части ощущения, которая зависит от **деятельности** органа, чтобы оно наилучшим образом соответствовало фактам наблюдения?

10. Будем рассматривать человека или близко к нему стоящее высшее позвоночное животное. Тело его обнаруживает необходимую для сохранения жизни, почти неизменяющуюся, температуру и обыкновенно постоянную для значительного промежутка времени разность температуры с окружающей средой. Физически это предполагает весьма равномерное течение жизненных функций, испытывающее лишь умеренные нарушения от непостоянных временных реакций на среду. Только мельчайшие и простейшие организмы находятся в условиях, делающих возможным равномерное принятие пищи, соответствующее равномерному потреблению, и, следовательно, равномерное восстановление. У организмов больших и более развитых необходимы периодические процессы для сохранения несовершенной, но достаточной равномерности жизненных функций. Организм переходит от сна к бодрствованию, от голода к сытости. Необходимое для жизни количество воздуха может быть доставлено крови его только при помощи периодически действующего раздувающегося пузыря, а эта кровь может быть доставлена органам только при помощи периодически действующего насоса сердца. Для приспособления к окружающей среде, для добывания пищи необходимо передвижение организма,

осуществляющееся периодическим движением конечностей, ритмическими сокращениями мышц⁸. Сама мышца уже при одном сокращении обнаруживает ритмические явления. Даже оптические следы ощущений и другие

⁸ Если в теле животных не встречается непрерывных вращений, приносящих такую пользу в машинах, то, конечно, потому, что это привело бы к нарушению органической связи.

.....
субъективные зрительные явления протекают периодически.

Вообще в организме имеются в избытке периодичности весьма различной продолжительности⁹. Если вместе с Герингом рассматривать жизнь как динамическое равновесие между потреблением и восстановлением, то в избытке этих периодических процессов столь же мало удивительного, как в многообразии физических колебаний. Колебания должны наступать везде, где нарушается устойчивое равновесие и где механизм заглушения колебаний недостаточно силен, чтобы сделать процесс выравнивания аperiodическим. Склонность органических функций к периодичности проявляется и в том, что эти функции легко приспосабливаются к извне наложенному, несколько раз повторенному периоду произвольной продолжительности, усваивают этот период и уже без содействия извне продолжают его. Общеизвестным примером может служить приспособление наших шагов к случайно встреченной военной музыке. Если я несколько раз равномерно сжимаю кулак и потом перестаю обращать внимание на это движение, то нередко требуется особый акт воли, чтобы оно остановилось.

11. Биологически важные раздражения вызывают у низших или очень молодых животных рефлексы приспособления. Если ряд ощущений привлекает к себе внимание более высоко развитого животного, эти ощущения сопровождаются деятельностью, которая состоит из рефлексов, измененных опытом (памятью).

Действие неотделимо от ощущения. Даже простое наблюдение есть для животного и человека некоторое слабое содействие¹⁰. Животное пробуждается из состояния психической индифферентности лишь на короткое время произвольного действия, и притом только через чувственные ощущения. Напротив, внимание человека довольно часто возбуждается и воспоминаниями (представлениями). Но и в этом случае мы не предоставляем образам **пассивно** проходить перед нами, а **слегка содействуем** этому,

⁹ Если бы все эти периодические процессы столь различной продолжительности были сознательными — что в передвижениях ног бывает обычно, в дыхательных движениях иногда, а в биении сердца лишь в исключительных случаях — мы имели бы в них превосходное средство для оценки времени. Несомненно, применение этих средств и дало начало для физической хронометрии. Впрочем, совершенно периодических процессов нет ни в области физической, ни физиологической. Каждый период дает известный необратимый остаток. Каждый момент жизни оставляет свои неизгладимые следы. Старость и смерть суть суммы этих последних. См. W. Pauli (Ergebnisse d. Physiologie. 1904, III. Bd. I Abt., стр. 159) и «Анализ ощущений» (издание С. Скирмунта).

¹⁰ Человек, раз уже участвовавший в каком-нибудь деле, наблюдает по этому самому совсем иначе, чем если бы этого не было. Музыкант наблюдает и наслаждается музыкой совсем иначе, чем человек немзыкальный и т. д.

.....
как сразу заметно, когда, например, мы думаем о пережитой или лишь вероятной, или возможной соре. В случае сильно развитой психической жизни возможно и

более длительное внимание, но и оно не постоянно: каждый учащий и учащийся может наблюдать в себе эти периодические, так сказать толчками, напряжения и ослабления внимания. Размышление при решении какой-нибудь проблемы происходит приступами к искомой цели. Часто нам кажется, что мы уже разглядели искомое. Но если не удастся удержать его вполне, оно опять от нас ускользает. Когда это случается, приходится через некоторое время вновь предпринимать новый приступ.

12. Итак, и внимание подлежит колебаниям. Продолжительность такого колебания может составлять несколько секунд и должна охватывать приблизительно то физическое время, которое мы физиологически воспринимаем и обозначаем как настоящее. И вот, когда человек приспособился в своих реакциях к чувственным переживаниям окружающей его среды — все равно состоят ли эти реакции в физической деятельности или только в напряженном наблюдении — то каждому физическому моменту после устремления внимания соответствует **одна фаза** внимания. Если мы представим течение фаз внимания от устремления его до истощения или уклонения в сторону приблизительно равными, но ощущения этих фаз — ассоциированными с соответствующими чувственными ощущениями, то воспроизведение представлений и физическое воспроизведение будут по продолжительности времени приблизительно покрывать друг друга, какой бы функцией физического времени ни была фаза внимания. Такое равенство соответствует биологической потребности. Если какое-нибудь переживание должно быть встречено сознательным произвольным действием (вспомним, например, действия охотника), фаза внимания должна быть каким-нибудь образом ощущаема. Если бы это воззрение оказалось правильным, этим была бы найдена постоянная, не искажаемая основа времени для воспоминания, равномерно вращающийся валик фонографа. Конечно, это воззрение дает нам возможность понять воспроизведение отношений только небольших промежутков времени. Для упорядочения переживаний, распространяющихся на большое время, достаточна и нить ассоциации; микроскопическое восприятие деталей ограничивается здесь, самое большее, отдельными, более важными сценами. Ибо, будь это иначе, наши воспоминания брали бы у нас столько же времени, сколько стоили сами переживания, и у нас не осталось бы времени для новых переживаний¹¹.

13. После того как акты внимания охватили самые различные переживания, мы научаемся признавать ощущение времени, как сохраняющееся от остального содержания переживаний, не зависимое и постоянно повторяющееся. Ряд ощущений времени становится **шкалой**, в которой располагаются остальные качества переживаемых нами ощущений. К этому присоединяется опыт о том, что есть процессы, вроде пульса, шагов, колебаний маятника, продолжительность которых остается постоянной, которые представляют для нас **постоянства физиологических времен**, хотя в различных телесных состояниях, нормальных и патологических, во сне, в лихорадке, при опьянении гашишем и т. д., одни и те же события кажутся нам имеющими различную продолжительность, мы все же замечаем, что продолжительность колебаний **одного и того же** маятника, когда бы мы ни обратили на него **нормальное** бодрствующее внимание, остается заметно одной и той же. Так развивается представление о **равномерно текущем** времени.

14. На самой низкой ступени жизни нас интересуют только процессы, касающиеся нашего тела. Но как только наши потребности не могут быть более удовлетворяемы непосредственно, а лишь окольным путем, через посредство **временных** процессов в окружающей нас среде, эти последние по необходимости получают для нас косвенный интерес, часто оказывающийся гораздо более сильным, чем интерес к мгновенному ощущению. Но для суждения о временном течении процессов в окружающей среде физиологическое ощущение времени становится слишком

неточным и ненадежным. Мы начинаем тогда сравнивать одни **физические** процессы с другими физическими же, например колебания маятника — с движениями падения на известное расстояние или с углом вращения земли, соответствующим одному колебанию маятника. Опыт показывает, что пара точно определенных физических процессов, начало и конец которых когда-либо совпадали, которые **совместимы** по времени, сохраняет это свойство и всегда. Таким точно

¹¹ Взгляд на внимание, лежащий в основе настоящих рассуждений, является развитием тех физиологических представлений, которые можно найти в моей статье «Zur Theorie des Gehororgans» (Ber. d. Wiener Akademie, Juli 1863; стр. 15—16 отдельного оттиска). К ним присоединились мои первые исследования о физиологическом времени. (Über den Zeitsinn des Ohres. Ber. d. Wiener Akademie. Januar 1865; стр. 14-15 отдельного оттиска). Далее последовало изложение в «Анализе ощущений» (первое изд. — в 1886 г.). Сходные с этим воззрения были высказаны Рилем (Der Philosophische Kriticismus. Bd. 11. T. 1, * стр. 117), Мюнстербергом (Beitrage zur experimentellen Psychologie, 2 Heft. 1889) и Иерусалемом (Laura Bridgman. 1891, стр. 39, 40).

.....
определенным процессом можно пользоваться как масштабом времени, и на этом основана физическая **хронометрия**. Хотя инстинктивно на этот хронометрический масштаб переносится представление временной субстанциальности, но необходимо заметить, что в физической области это представление не имеет более никакого смысла. Измерение дает **отношение** измеряемого к масштабу; относительно же самого масштаба оно ничего не говорит. Между непосредственным ощущением продолжительности и численной ее величиной необходимо различать столь же строго, как между ощущением теплоты и температурой¹². Каждый имеет свое собственное **ощущение времени** и оно не передаваемо другому. **Хронометрические** же **понятия** одни и те же у всех образованных людей; эти понятия могут быть передаваемы. Мы так кратко останавливались на этих вопросах потому, что *mutatis mutandis* можно здесь повторить все, что было сказано относительно пространства.

¹² См. Prinzipien der Wärmelehre, стр. 39 и след, и стр. 398 настоящего сочинения.

.....

ПРИЛОЖЕНИЕ. ВРЕМЯ И ПРОСТРАНСТВО.

Эрнст Мах

С.-Петербург, 1913
59-73 с.

«Новые идеи в математике»
Сборник второй
Пространство и время
Издательство «Образование». СПб

Наше заглавие с первого взгляда обещает как будто мало интересного и поучительного. Но присмотримся поближе, действительно ли затронутые здесь вопросы представляют мало интереса?

Пространство есть порядок существующих **рядом** вещей; **время** есть порядок **следования изменений**. Таков — в свободной передаче — взгляд великого философа, математика и естествоиспытателя Лейбница. Вы, конечно, скажете, что, ведь, это только описание того, что мы и без того знаем, что здесь ничего нового.

По учению другого великого философа, Канта, время и пространство находятся не столько в вещах, сколько в нас, как неизбежная форма воззрения внешнего или внутреннего чувства — формы, в которых мы необходимо наблюдаем как внешний мир, так и наше внутреннее Я. Если просто и внимательно поразмыслить, мы очень будем склонны согласиться с Кантом. Действительно, мы никак не можем отделить себя от пространства и времени: чтобы мы ни наблюдали как вне нас, так и в нас, они уже тут как тут. Не изучая еще геометрии или хронометрии, мы уже умеем различать между прямой и кривой линиями, между плоскостью и кривой поверхностью, мы различаем, находятся ли деревья, аллеи, железные прутья решетки на равном друг от друга расстоянии или нет, мы слышим, следуют ли удары колокола друг за другом в равные промежутки времени или нет, мы даже различаем, знакома ли эта мелодия или нет. Если внимательно наблюдать молодых животных, например, едва вылупившегося из яйца цыпленка, уверенно поклевывающего зерна, нетрудно заметить, что здесь происходит то же самое. Разница только та, что эти животные являются на свет Божий с более зрелым, более развитым воззрением пространства и времени, чем человек, который еще по истечении многих месяцев пытается схватить луну, но который зато впоследствии делает большие успехи, чем какое бы то ни было животное.

Но если воззрение пространства и времени есть лишь необходимая форма понимания человека, то дальнейшему изучению этой формы нет места, ибо мы ничего, ведь, в ней изменить не можем. Философ нам ничего здесь сказать не может. Но, может быть, нам может что-нибудь сказать физик. Правда, он весьма мало занимается психологией, но, связанный с традициями ремесла и начиная свои исследования от вещей, он может нас повести дальше по совсем другим путям. Человек когда-то сравнивал размеры тел с размерами своих рук, ног и т. д., которые ему были известны, как неизменные. Затем он заменил эти масштабы еще более неизменными и общедоступными масштабами и, как ремесленник, преуспевающий в области своего искусства — в искусстве измерения пространства — создал науку геометрии. Эта наука заключается в сравнении твердых неизменных тел между собой. В основе ее лежит то простое допущение, что тела, точно совпадающие по размерам в одном месте, могущие занять место друг друга (покрывают друг друга), обнаруживают те же свойства и во всяком другом месте. Человек в собственном своем теле знает также процессы равной продолжительности, дыхание, например, или в особенности удары пульса, и сравнивает другие процессы в отношении их продолжительности с этими процессами своего тела. Еще юношей Галилей при помощи четов ударов своего пульса открыл, что продолжительность колебания церковной лампы не зависит от размаха колебания, что рядом с другими открытиями легло в основу его великих открытий в механике. Наблюдая, что продолжительность ударов пульса изменяется в зависимости от физического своего состояния, для более точных сравнений охотнее пользуются чисто физическими процессами, как истечение воды при данной высоте давления (водяные часы), или колебания маятника данной длины, которыми пользовались еще арабы средневековья в своих астрономических наблюдениях. Итак, в основе измерений времени физика лежит сравнение изменений между собой. Как и с измерениями пространства, в основе этих измерений времени лежит простое допущение: два изменения, которые при вполне определенных условиях одновременно начинаются и одновременно кончаются, которые, следовательно, временно друг друга покрывают, будут обнаруживать и в другой раз при тех же условиях те же черты. Ограничим пока наши рассуждения только временем. Что такое время в физическом смысле? Мы можем на это ответить только следующее: время есть зависимость изменений друг от друга. Если мы избрали в качестве масштаба для сравнения подходящее изменение, например, изменение положения земли в ее движении вокруг солнца и около своей

оси, то даже все остальные изменения оказываются зависимыми от этого одного. В то время, например, как земля совершает 1/86400-ую часть своего оборота вокруг оси и проходит соответствующую часть своего пути вокруг солнца, свет проходит путь в 300000 километров, выпущенное из рук тяжелое тело падает на 4,9 метров к земле, нитяной маятник, длиной почти в 1 метр, совершает одно простое колебание, совершается вполне определенная часть всякого термического, электромагнитного или химического процесса, — часть, зависящая от условий среды, но также и от этой доли вращения земли. Не странно и не удивительно ли все это? Какая же связь между этими процессами и вращением земли?

В действительности это соответствие между различными изменениями в природе покуда понятно только с различных точек зрения. Прежде всего некоторые влияющие здесь условия остаются в нашей среде весьма постоянными — по крайней мере в течение жизни человека или даже целого поколения. Сюда относятся, например, скорость вращения земли вокруг своей оси или условия распространения света в мировом пространстве. Поэтому, хотя эти процессы друг от друга не зависят, тем не менее мы можем их рассматривать как случайные масштабы друг для друга. Далее, так как масса земли весьма незаметно изменяется (она может измениться, например, когда на нее падает метеорит), а этой массой одновременно определяют и движение падающих тел и колебание маятника, то существует известная связь между расстоянием, проходимым падающим телом, и колебанием маятника, но оба они изменялись бы вместе с изменением массы земли. Наконец, оба изменения двух тел, взаимно определяющие друг друга, находятся в точном отношении зависимости друг от друга. Тело теряет столько теплоты, сколько оно сообщает другому телу. То же самое можно сказать и о количествах движения, электричества, энергии и т. д. Но если между двумя телами непосредственного такого отношения нет, то это отношение все же может быть установлено при помощи промежуточных членов. Во всех этих случаях имеется в виду известное соответствие между крайними и средними членами, в чем заключается существенное в физическом времени. Там же, где это соответствие основывается только на случайном постоянстве обоих параллельных изменений, природа подтверждает, по крайней мере, этот принцип совпадения во времени. Может быть, когда-нибудь принцип этот станет излишним, когда будет достигнуто более глубокое и широкое понимание взаимных отношений между парами тел. Но если, не гонясь за таким пониманием, поддаться впечатлению факта, что существует известное соотношение даже между спутниками Юпитера и физическими процессами здесь на земле, то вы окажетесь не очень далеко от мистического воззрения средневековой астрологии.

.....