

Заключение

В этом томе я постарался рассмотреть следствия сформулированной в “Вводных главах” [1] идеи описания мира числами. Точнее, более развитой формы этой идеи — с помощью сопоставления миру геометрического образа, пространства аффинной связности. Но не все свойства такого типа описания, во всей их полноте, а только те, которые возникают как результат приближения дискретных цепочек событий их непрерывной заменой, идеей массивных, материальных точек, линию существования которых события заполняют непрерывно. Следствия **классичности** приближений к описанию мира. На разных уровнях таких приближений.

Полезно время от времени снова посмотреть на весь пройденный путь как целое — что, зачем и почему. К чему в итоге пришли, какие вопросы физики сумели закрыть, а какие, по тем или иным причинам остались открытыми, требующими дополнительного рассмотрения. Какие предположения положены нами в основу теории и отказ от них разрушит всё здание. И какие предположения являются лишь уточняющими, и от них можно было бы и отказаться, если не полностью, то частично, рассматривая их лишь как возможности, которые иногда верны, иногда нет.

Так чего же мы смогли достичь? В приближении массивных тел как материальных точек мы смогли сформулировать **полноценную, единую** теорию поля, описывающую свойства объединяющего эти материальные точки континуума, пространства-времени. Мы получили **все возможные базовые** уравнения, позволяющие восстановить ту часть аффинной связности, ко-

торая **необходимо** обязана присутствовать в нашем описании континуума. Восстановить, опираясь сначала на главную характеристику любой цепочки событий, с которой мы в состоянии связать прототип масштаба времени, и которую в нашем исходном приближении мы обязаны рассматривать как внешний для описания параметр — массу покоя. Число событий, происходящих в цепочке, ставшей прототипом масштаба, на выбранную единицу времени. Этим мы выделили в поле аффинной связности, объединяющей события в непрерывность, континуум, самую главную для нашего способа описания мира часть, её метрическую составляющую. При этом мы опирались на **стационарность**, неизменность при любых допустимых способах введения в континуум связности, непрерывного образа числа событий на любом фиксированном участке существования какой-либо материальной точки, выделенной нами в реальном мире. На стационарность **действия**, как одномерной непрерывности, строго пропорциональной числу событий. На стационарность (инвариантность) как при вариациях координат в точке, так и при вариациях коэффициентов связности, представления вариаций координат при смещении от точки к точке.

Почему эта часть связности является для нас главной? Потому, что среди всех теоретически (естественно, и практически тоже) возможных процедур измерения, **мы выбираем** самые для нас удобные. Такие, реперы которых полагаются удовлетворяющими **заданным нами с помощью специальной структуры, классической метрики** условиям на составляющие их отдельные масштабы. Сама возможность такого **привелигированного, стандартизованного** выбора обусловлена тем, что в приближении материальной точки мы имеем в своём распоряжении всего лишь один масштаб, доступный нам как идеализация непосредственно реализуемого событиями его прототипа — масштаба времени. Необходимость же определить для полноценного описания мира ещё три равноценных масштаба, причём явным образом отличаемых от масштаба времени, нам диктует опыт — тот простой факт, что мир нельзя свести к существованию един-

ственной цепочки событий, единственной материальной точки в этом приближении. А их равноценность обусловлена тем, что в дополнительных измерениях мы любое массивное тело обязаны рассматривать при этом как безразмерную точку.

Мы увидели также, что учёта только метрической части связности нам недостаточно. Описываемых этой частью связности свойств континуума не хватает даже для полноценного, замкнутого определения той самой структуры, на которую мы сделали главный акцент в нашем описании мира — классической метрики. Поэтому мы расширили принимаемую во внимание группу возможных изменений в репере локальных масштабов, обусловленных смещением его от точки к точке в пространстве-времени. Расширили набор возможных для описания мира связностей до симметричных, по-прежнему опираясь при этом на необходимое нам условие стационарности любых скаляров, пропорциональных действию, аккумулируемому на линии существования материальной точки или же в области, содержащей некоторое число таких материальных точек. А с точки зрения групп допустимых преобразований реперов мы, помимо группы их локализованных поворотов, приняли во внимание ещё и группу локализованных изменений величин масштабов.

При этом мы выяснили, что учёт дополнительной подгруппы в представлениях максимально возможной группы преобразований масштабов в репере, группы масштабирования, связывает с каждой материальной точкой ещё одну **внешнюю для классического описания** характеристику — электромагнитный ток. Поскольку такая характеристика необходимо обязана быть пропорциональной касательному к траектории материальной точки вектору, то её учёт в описании сводится к введению определённого значения некоторого скаляра — заряда. Такой заряд для области является обобщённой (сингулярной) функцией, сосредоточенной только на траекториях материальных точек, и может быть как положительным (направление тока совпадает с направлением касательного вектора), так и отрицательным. И, конечно, нулём, при равенстве тока нулю. Кроме того, добавленные

в рассмотрении степени свободы масштабов репера меняться от точки к точке позволяют полноценно описывать наблюдаемые нами в мире электромагнитные волны. Те самые волны, которые в той части, которую мы ассоциируем с распространением света, являются необходимой нам составляющей для полноценного, замкнутого определения классической метрики и, вместе с ней, так важных для нас стандартизованных процедур измерения, производящих **стандартизованные системы отсчёта**.

Поскольку все соотношения, возникающие при учёте в связности представления подгруппы масштабирований, являются реализацией теории Максвелла, то наша интерпретация всех соответствующих явлений как электромагнитных, выглядит совершенно обоснованной. Точно также, как и интерпретация проявлений отличия метрической части связности от тривиальной нулевой (евклидовой) как чисто гравитационных, обусловленных учётом только массы покоя в качестве единственной характеристики материальной точки, а с точки зрения степеней свободы изменения локальных масштабов представлением группы локальных поворотов четырёхмерного репера как целого.

Таким образом, два известных классических поля, гравитационное и электромагнитное получают своё место в нашем описании мира. Программа создания теории единого классического поля, которой А.Эйнштейн, и многие другие учёные тоже, посвятили заметную часть своей жизни, представляется реализованной. И для её реализации нам не потребовалось выходить за рамки определённого класса связностей — **симметричных**. Казалось бы, на этом мы могли бы и остановиться. Однако, аффинная связность в самом общем случае реализует не только две базовые подгруппы преобразований масштабов репера. В описании мира координатами с точки зрения **реперов, существующих вместе с материальными точками**, необходимо находить своё представление и подгруппа **локализованных сдвигов начала отсчёта**. В связности эта степень свободы представлена тензором кручения, учёт которого расширяет принимаемые внимание виды связности до максимально общих — **несиммет-**

ричных.

Мы прошли и поэтому пути. При этом оказалось, что учёт одного из возможных видов проявления наличия тензора кручения в связности полностью повторяет в **инвариантно отделимом виде** все те явления, которые описываются уравнениями Максвелла для одной из характеристик симметричной части связности, и которые мы решили считать проявлением электромагнитного поля. А значит с материальной точкой необходимо связать ещё одну, внешнюю для описания мира в классических приближениях характеристику — **заряд кручения**. Заряд, дополнительный к уже введённому электромагнитному. И тоже принимающий всего три возможных значения. В этом плане появляется явное указание на то, что в классических приближениях, те явления, которые мы называем электромагнитными, являются на самом деле комбинированным проявлением свойств симметричной части связности и кручения **вместе**.

Так или иначе, но в результате мы приходим к однозначному выводу:

- Мы смогли выявить **все возможные в классических приближениях локальные** характеристики материальных точек, и установили все уравнения, связывающие эти характеристики со связностью в окружающем эти материальные точки пространстве-времени.

В этом плане наше описание мира и закончено, и самосогласовано. Никаких иных характеристик **точечных** массивных объектов и **создаваемых ими** физических полей в мире (в классических приближениях его описания) не имеется. Для них просто не осталось места.

Однако, мы подчеркнули также, что в аффинной связности в достаточно обширных областях мира могут иметься (требоваться для их самосогласованного описания) и дополнительные компоненты, обусловленные **не локальными**, комплексными системами материальных точек. В этом направлении мы сделали лишь самые первые шаги, указав самые общие ограничения на такие компоненты связности (равенство нулю свёрток объекта

связности). Причина проста — эта книга посвящена **основаниям физики**, а не всему многообразию физических явлений. Так что это направление изучения возможных способов описания физических явлений свойствами аффинной связности остаётся открытым для приложения сил.

Несколько слов о том, почему после “Вводных глав” следует том о “Классических приближениях”. Казалось бы, с позиций, обозначенных в первом томе, естественно перейти сразу к квантовым приближениям в описании мира. Они вроде бы ближе к точки зрения логики. Однако, это совсем не так. **Во всех** приближениях к описанию мира числами обязательно должно присутствовать понимание, какие реальные процедуры измерения становятся прототипами наших идеальных, локализованных реперов масштабов. Базой наших стандартизованных систем отсчёта. И прояснить этот вопрос мы можем только в рамках классических приближений. Все наши реальные процедуры измерений, прототипы тех идеализированных понятий, которые мы закладываем в наше описание мира числами, являются классическими. И другими быть не могут. С этой точки зрения совершенно ясно, что и в квантовых приближениях мы будем опираться строго на **классические системы отсчёта**. Иных мы просто не имеем и иметь не можем. Этот момент я хотел сделать особенно ясным выводом, следующим из содержания данного тома книги.

Ещё одно замечание следует сделать вот в каком плане. Большинство, если не все программы создания теории единого поля (или единой теории поля) во главу угла ставили идею именно непрерывного поля и уравнения, которым такое поле (одно, или несколько, но описываемых с единых позиций) обязано подчиняться. Такие уравнения имели бы смысл “Законов Природы”. Искали именно уравнения. Массивная материя должна была в таких теориях появиться как некие решения этих уравнений. Легко видеть, что в нашем описании всё совершенно наоборот. Во главу угла поставлены события, их классический образ — материальные точки, имеющие **не определяемые в классических приближениях** характеристики, массу покоя и заряды.

А уравнения на самом деле тривиальные тождества, обязанные своим происхождением способу описания свойств непрерывного, единого целого (континуума) числами, результатами процедур измерения. Описания мира пространством аффинной связности, образом очень идеализированным, но основанном на реальных наших способах приписывания миру чисел. Да, мы отчётливо понимаем, что такое идеальное описание не достижимо. Но эту *недостижимость тоже описываем, принимая во внимание все необходимые степени свободы описания, разрешая масштабам изменяться, как в точке пространства-времени, так и при смещении от одной его точки к другой*. В результате наше описание, с одной стороны, является наиболее общим, и, с другой стороны, мы его сводим к стандартизованному, наиболее нам удобному (просто потому, что всегда имеем такую возможность). И “Законы Природы” в нашем описании мира становятся всего лишь свойствами того способа, который мы для этого описания используем. Свойствами понятными и естественными.

Наше изложение теории поля не было бы полным, если бы мы не уделили должное внимание описанию движения материальных точек в полях, обусловленных присутствием в области других таких точек. Моей целью здесь были как вывод соответствующих уравнений движения для отдельных классических частиц, так и приведение полученных соотношений в согласие с основами классической физики — как в форме законов Ньютона, так и в виде формализма Лагранжа. Естественно, это возможно сделать только в том приближении, в котором они сформулированы. Т.е. в классическом приближении малых скоростей относительного движения механических систем.

В классическом приближении описания мира геометрическими понятиями пространства аффинной связности, в самом его основании находится единственный постулат — постулат существования для каждой материальной точки её системы покоя с характерной для этой точки постоянной, массой покоя. Этот постулат сформулирован нами на базе представления о прототипах материальных точек в виде цепочек связанных событий, имею-

щих в своей истории больше двух событий. Для таких цепочек мы можем **гарантировано** определить масштаб времени, единицу измерения вдоль любой непрерывной линии, соединяющей события в цепочку так, чтобы на равных отрезках линии было одинаковое число событий. Именно этот факт, определимый и очевидный для нас на самом базовом уровне описания мира, и взят нами как основа для главного постулата классического приближения, в котором мы в действительности уже не можем на него опираться, так как события на линии сливаются, становятся неотделимыми друг от друга. Этот постулат на языке геометрии имеет три равноценных формулировки.

1. Для каждой материальной точки существует её собственный набор **инерциальных систем отсчёта**.
2. На линии существования каждой материальной определён некоторый скаляр, являющийся функцией единственной координаты вдоль неё, времени. Этот скаляр называется действием и в системе покоя равен произведению некоторой постоянной, характеризующей данную точку, её массы покоя, на выделенный на траектории отрезок времени.

Этот скаляр, инвариант преобразований координат, является также **неизменной характеристикой описания мира как непрерывности**. Стационарность именно этих величин, как вдоль линий, так и интегрально для любых выделенных областей пространства-времени и определяет свойства нашего описания мира.

3. Траектория всякой отдельно взятой материальной точки в нашем описании мира является **геодезической линией в полной аффинной связности**, имеющейся в пространстве-времени в области, содержащей эту классическую часть.

В стандартном изложении классической физики нашему постулату соответствует первый закон Ньютона, который часто формулируется именно в форме утверждения, приведённого выше

под номером один. Лагранжев формализм классической механики тоже опирается на тот же самый постулат, но уже в форме, приведённой нами под номером два. И в основу более развитой классической теории, Общей Теории Относительности, тоже положен тот же самый постулат, который в ней присутствует во всех трёх приведённых выше видах.⁷

Какой существенный шаг вперёд, по сравнению со всеми указанными теориями, мы сделали в нашем подходе к описанию мира? Этот шаг состоит в том, что **нам не требуется больше никаких дополнительных постулатов**. Никаких дополнительных “Законов Природы”. Ни в форме второго и третьего законов Ньютона. Ни в виде априорных предположений о свойствах пространства-времени, определяющих форму лагранжиана. Все эти “законы” мы получаем как следствия нашего единственного постулата при рассмотрении движения материальных точек с самых общих позиций и в тех приближениях, для которых сформулирована классическая механика. И ещё. Разрывается порочный круг одновременного определения силы через массу, а массы через силу. В нашем описании понятие “сила” перестаёт быть исходным понятием физики. Мы определяем его как вторичное, сложное понятие, объединяющее в себе элементарные геометрические свойства пространства-времени. Вторичное среди используемых понятий, но первичное по своей важности для физики. Потому, что оно становится тем синтетическим понятием, которое **позволяет легко описать весьма сложные ситуации физики движения** без необходимости вдаваться в его мельчайшие детали. Здесь мы видим первый пример важности для физики **введения синтетических понятий вместо элементарных базовых**.

Мы не обошли вниманием и второе базовое классическое приближение — приближение сплошной среды, в котором мы описываем вещество, как совокупность огромного числа (в идеале бесконечного) материальных точек. Это приближение (точнее,

⁷ОТО ограничивается рассмотрением только метрической связности. Это является главным отличием ОТО от развиваемого нами описания мира.

совокупность приближений), совместно с приближением материальной точки (включая теорию полей, создаваемых самими материальными точками), позволяет описать все ситуации в тех областях мира, в которых применимы классические приближения. Его рассмотрение позволило нам ясно показать, что представления и методы, положенные нами в описание мира пространством аффинной связности, действительно полностью согласуются с уже имеющимися в этой области физики теориями. Согласуются при учёте тех конкретных приближений, которые обязаны выполняться для каждой такой теории. И ещё раз подчеркнуть тот факт, что в большинстве конкретных приложений гораздо удобнее переходить от базовых геометрических понятий к другим, синтетическим. В каком-то, ограниченном смысле, усреднённым. Иногда объединяющим или упрощающим общие геометрические представления, иногда совсем новым, имеющим с геометрией весьма удалённые связи. Но при всём при этом, при желании мы всегда будем иметь возможность проследить родословную таких понятий от самых базовых, геометрических формулировок нашего описания мира. И при этом могут быть высвечены в полной мере все ограничения их применимости. Что тоже весьма важно.

Должно быть ясно, и я это неоднократно подчёркивал по ходу дела, что целью этой книги является только изложение самых оснований возможного описания мира. Полноценное его описание (при понимании того, что всегда это будет только некоторое приближение к идеалу) должно включать гораздо больше уже известных нам разделов физики, чем я смог охватить в этой книге. Да и пока неизвестных нам тоже. Но я всё-таки надеюсь, что уже представленного материала достаточно для того, что бы увидеть единство физики и то, что теперь её представления покоятся на хорошо понятных и достаточно простых идеях. И в идеях, положенных в основание всего здания физики не осталось пустых мест. Кроме, конечно, ещё не рассмотренных квантовых приближений. Приближений, рассмотрению которых будет посвящён следующий том этой книги.