

ВОСПРИЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ ЧЕРЕЗ ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ

Кадеева О.Е.¹, Ковешников Е.В.¹, Савченко В.Н.²

¹Дальневосточный федеральный университет, Школа педагогики, Уссурийск, Россия (692508, Уссурийск, ул. Некрасова, 35), e-mail: kadeeva.oe@dvfu.ru, koveshnikov.ev@dvfu.ru

²Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, Владивосток, Россия (690600, Владивосток, ул. Суханова, 8), e-mail: vanes.sav@yandex.ru

Раскрывается взаимосвязь пространства и времени как единого целого через некоторые философские и физические понятия. Связь пространства и времени нашла отражение в классической механике, специальной теории относительности, общей теории относительности и философии. В классической физике событиям приписывали время независимо от системы отсчёта, с которой они связаны. В теории относительности пространство и время соединяются в пространство-время, но пространство-временно-пространство не приводит к отождествлению пространства и времени, а философия позволяет раскрыть пространство-время с методологической точки зрения. То есть наиболее обобщенное философско-методологическое определение пространства и времени состоит в том, что пространство есть форма бытия материи, выражающая отношения между сосуществующими вещами, время есть форма бытия материи, выражающая последовательность существования вещей в развивающемся, становящемся мире. Время характеризует также длительность существования вещей в развивающемся мире, а пространство – их протяжённость. С естественнонаучной, классической точки зрения, пространство выражает порядок сосуществования отдельных объектов, а время – порядок смены явлений.

Ключевые слова: пространство, время, пространство-время, континуум, свойства пространства-времени.

PERCEPTION OF SPACE TIME THROUGH THE CONCEPTUAL FRAMEWORK

Kadeeva O.E.¹, Koveshnikov E.V.¹, Savchenko V.N.²

¹Far Eastern Federal University, School of pedagogics, Ussuriisk, Russia (692508, Ussuriisk, Nekrasov St., 35), e-mail: kadeeva.oe@dvfu.ru, koveshnikov.ev@dvfu.ru

²Far Eastern Federal University, School of natural sciences, Vladivostok, Russia (690600, Vladivostok, Sukhanov St., 8), e-mail: vanes.sav@yandex.ru

The interrelation of space and time as whole through some philosophical and physical concepts reveals. Communication of space and time found reflection in classical mechanics, the special theory of relativity, the general theory of relativity and philosophy. In classical physics to events attributed time irrespective of a reference system with which they are connected. In the theory of relativity the space and time connect in space time, but the existential unity doesn't lead to an identification of space and time, and the philosophy allows to open space time from the methodological point of view. That is the most generalized philosophical and methodological definition of space and time consists, that the space is the form of life of a matter expressing the relations between the coexisting things, time is the form of life of a matter expressing sequence of existence of things in the developing world. Time characterizes also duration of existence of things in the developing world, and space – their extent. From the natural-science point of view, the space expresses an order of coexistence of separate objects, and time – an order of change of the phenomena.

Keywords: space, time, space time, continuum, properties of space time.

Представления о пространстве и времени являются неотъемлемой частью картины мира. Время невозможно отделить от пространства. Пространство можно уподобить белому экрану, на который проецируются разнообразные сюжеты. Они динамично развиваются, сменяют друг друга, а экран остаётся прежним, он статичен и стабилен. Каждый новый кадр, выводимый на экран – своеобразный слой времени, содержащий конкретные события, имевшие место быть. То, что на экране сейчас – это настоящее. То, что было до этого, но уже ушло, – прошлое, а то, чего ещё не показали – будущее. Условная модель. Уже хотя бы

потому, что мы можем свободно двигаться в этих временных слоях, легко перематывая историю в обратном порядке. Но что-то в этой модели всё же есть. Быть может, просто отсутствует качественный проектор.

Существует мнение, принятое в науке, что пространство и время – части единого целого, которое называется пространственно-временным многообразием, континуумом или просто пространством-временем, точки которого являются событиями [6]. Пожалуй, впервые идею пространственно-временного континуума высказал последователь Милетской школы Анаксагор. Им было сформулировано понятие о бесконечно больших и бесконечно малых величинах. Фактически, Анаксагор заложил первые кирпичики в здание математического анализа, ведь эта ветвь математики – это, прежде всего, учение о бесконечно малых. Такие абстрактные представления были перенесены им на окружающий мир. Согласно Анаксагору, можем делить пространственный и временной промежуток на сколь угодно большое количество частей. С Анаксагора проблема восприятия пространства и времени начала отсчёт своих дней, поскольку не все её приняли. Так, Зенон Элейский ответил на это учение своими знаменитыми апориями, делающими невозможным деление пространства-времени и отменяющими движение как таковое. Возникший парадокс был изящно разрешён Демокритом, создавшим геометрическую атомную теорию строения мира. Согласно атомным воззрениям окружность состоит из неимоверно огромного, но всё же конечного числа маленьких отрезков, то есть она дискретна по своей структуре. Атомистические представления были перенесены из абстрактного на объекты реального мира, а потом и на структуру пространства-времени. Появились амеры – атомы пространства и хрононы – атомы времени (в наше время – хронотопы, у Мамардашвили [4]). Структура пространства-времени из непрерывной стала дискретной. Амеры и хрононы послужили прототипом так называемых «планковских величин», введённых в физику в 20 веке Максом Планком и устанавливающих для данной Вселенной наименее возможные порции-кванты (атомы) массы, длины, времени и температуры.

Давно принято полагать, что любое событие определяется координатами, своеобразными математическими маркерами. В частности, А. Эйнштейн и Г. Минковский выделяют пространственно-временные координатные системы. С ними солидарен немецкий философ Г. Рейхенбах, как, впрочем, и многие другие философы и ученые, по мнению которых в пространственно-временной координатной системе одно из измерений должно рассматриваться как время, а три других – как пространство [10]. То есть геометрия пространства-времени характеризуется четырьмя измерениями.

На определённой стадии развития философской и естественнонаучной картины мира в неё были введены такие представления о пространстве, времени и движении, которые более

соответствовали континуальному пониманию материи. Например, пространство и время стали рассматриваться Б. Риманом как относительные и взаимосвязанные, определяющие мир через единый четырёхмерный континуум.

Уже в доньютоновские времена предпринимались попытки сформулировать некоторые общие принципы, из которых можно было бы вывести либо законы, либо уравнения движения тел (И. Ньютон, как известно, в своё время уравнения движения попросту постулировал). Первым был П. Ферма, сформулировавший принцип наименьшего времени, затем аналогичные принципы пытались сформулировать П. Мопертюи, Л. Эйлер и другие. У. Гамильтон обобщил принцип наименьшего действия П. Мопертюи и сумел свести общую задачу динамики к решению системы двух уравнений в частных производных первого порядка. Это, в конечном счёте, позволило прояснить философский смысл аналитической геометрии, впервые разработанной Рене Декартом.

Начнём рассмотрение с учений П. Ферма (1601–1665), который так сформулировал принцип аналитической геометрии: «всякий раз, когда в заключительном уравнении имеются две неизвестные величины, налицо имеется место, и конец одной из них описывает прямую или же кривую линию... Для установления уравнений удобно расположить обе неизвестные величины под некоторым заданным углом (который большей частью принимаем прямым) и задать положение и конец одной из величин» [5]. Под неизвестными величинами (координатами) П. Ферма понимает прямолинейные отрезки. Затем по порядку рассматриваются различные плоские и телесные места. Принцип Ферма является примером так называемого принципа экстремума. Принцип экстремума гласит, что любая система стремится к состоянию, при котором значение исследуемой величины принимает максимально или минимально возможное (экстремальное) значение. Иными словами, весь набор законов геометрической оптики выводится из принципа экстремума, согласно которому свет между двумя точками распространяется по пути, на преодоление которого у него уходит наименьшее время. Неправильно понимать, что происходит экономия расстояния, то есть пространства. Происходит экономия другого физического понятия – времени. К принципу Ферма: действительный путь света соответствует экстремальному времени распространения. Первая физическая формулировка принципа дана П. Мопертюи (1698–1759), из которой он вывел законы отражения и преломления света.

Принцип наименьшего действия как раз и даёт ответ на вопрос, как действительно будет двигаться тело: между двумя заданными точками тело движется так, чтобы экстремизировать (минимизировать) действие. Не пространство, а время минимизируется, за которое это действие происходит, ввиду чего оптимальный путь – это отнюдь не всегда лишь путь по прямой. Оптимальной может быть и кривая линия. Так, в 1696 году математиком

Иоганном Бернулли была сформулирована задача о брахистохроне – линии спуска, двигаясь по которой тело тратило бы минимальное количество времени. Расчёты показали, что такой линией будет не прямая и даже не часть окружности, как полагали со времён Галилея, а кривая, порождаемая окружностью – циклоида, точнее, её дуга.

П. Мопертюи утверждал, что законы оптики являются следствием метафизического закона, заключающегося в том, что природа, производя свои действия, всегда пользуется простыми средствами и что принцип Ферма является принципом наименьшего действия. При этом количество действия П. Мопертюи понимал как действие, зависящее от скорости, имеющейся у тела, и от пространства, преодолеваемого телом. При этом количество действия не является ни скоростью, ни пространством, взятыми в отдельности. (В этом обосновании были заложены первые проблески философско-физического мировоззрения уже не ньютоновой, а будущей неклассической рациональности в области изучения единого пространства-времени, как последовало из теорий относительностей Эйнштейна).

Установив реальность абсолютного пространства, Л. Эйлер (1707–1783) по аналогичным соображениям приходит к выводу о реальном существовании абсолютного времени. Тем самым Л. Эйлер полагает, что можно понять и описать явления природы как из действующих причин, так и из конечной цели. Если стать на последнюю точку зрения, то следует принять, что каждое явление природы представляет некоторый максимум или минимум [4]. Переход от механики точки к механике континуума предшественники и современники Л. Эйлера пытались осуществить на основе молекулярных представлений.

В свою очередь, Ж. Лагранж (1736–1813) ввёл понятие обобщённых координат. Он рассматривает систему тел, размеры которых несущественны для данной задачи, то есть систему материальных точек. Положение каждой материальной точки описывается тремя координатами [2]. В большинстве случаев для описания конфигурации системы можно обойтись меньшим числом обобщённых координат и указать на однозначную зависимость будущего поведения системы от её состояния в начальный момент, что и предложил У. Гамильтон. Он пришёл к следующему положению: если заданы уравнения движения для системы, то состояние системы в данный момент полностью и с абсолютной точностью определяет её состояние в каждый последующий момент. Понятие состояние является дальнейшим развитием понятия тождественного себе физического объекта. Тождественность тела самому себе, когда меняется его пространственное положение и время, гарантируется непрерывно действующим законом, связывающим положение и скорость тела с течением времени. В случае механической системы такой закон связывает состояние системы (её обобщённые координаты и обобщённые скорости) с последующими состояниями. С помощью обобщённых координат поведение системы может быть

представлено в виде движения точки в многомерном конфигурационном пространстве. Закон, управляющий этим движением, связывающий одно состояние с другим в зависимости от времени, действует непрерывно. Это выражается в дифференциальном характере уравнений классической аналитической механики.

У. Гамильтон (1805–1865) уточнил принцип наименьшего действия, введённый П. Мопертюи, Л. Эйлером и Ж. Лагранжем. Для этого он рассматривал движение частицы не между двумя фиксированными точками пространства в различное время, а в промежутке между двумя фиксированными моментами времени. Частица выходит из фиксированной точки в фиксированный момент и приходит в другую фиксированную точку в другой фиксированный момент. Её движение в промежутке между этими двумя моментами определяется требованием: интеграл действия по времени должен быть наименьшим [2]. Но, самое главное, оказалось, что в такой постановке задачи координаты и импульсы механической системы становятся равноправными взаимозаменяемыми переменными. Это обстоятельство позволяет с точки зрения методологического размышления использовать метод У. Гамильтона в различных областях научного знания.

Следующие особенности уравнений и состояний механических систем были вскрыты в теореме, предложенной Э. Нётер в 1918 году (1882–1935). В ней утверждается, что каждой симметрии физической системы соответствует некоторый закон сохранения. Так, закон сохранения энергии соответствует однородности времени, закон сохранения импульса – однородности пространства, закон сохранения момента импульса – изотропии пространства, закон сохранения электрического заряда – калибровочной симметрии и так далее. Теорема формулируется для систем, обладающих функционалом действия, и выражает собой инвариантность лагранжиана по отношению к некоторой непрерывной группе преобразований, совершающихся во времени. Согласно теореме Э. Нётер, законы сохранения выводятся из свойств симметрии пространства и времени, историко-философский анализ следствий которой нашел отражение в работах Ю. Б. Молчанова [7] и А. М. Мостепаненко [8]. С точки зрения философии, теорема Э. Нётер рассматривается как конкретная форма проявления единства атрибутов материи – пространства, времени и движения, единства, которое, в конечном счёте, отражает материальное единство мира и его симметричную упорядоченность. Единство атрибутов материи последовательно предполагает единство свойств симметрии и асимметрии, присущих движению и его пространственно-временным формам существования. Это единство выступает в различных формах, например, и в преобразованиях Г. Галилея и в преобразованиях Х. Лоренца.

Следовательно, как утверждает Э.М. Чудинов, теореме Э. Нётер тогда можно рассмотреть как идеализированное выражение некоторого атрибутивного качества, признака

(признаков) исследуемого мира, поскольку её содержание не охватывает во всей полноте реального многообразия единства движения, пространства и времени [9].

Когда же встал вопрос геометрического объяснения соотношений между пространственными координатами и временем различных наблюдателей, тогда было введено некоторое абстрактное четырёхмерное пространство, позволяющее отразить внутреннюю связь между пространственными координатами и временем, которая содержится в преобразованиях Х. Лоренца. Преобразование Лоренца оставляет неизменным взаимное расстояние между двумя точками в четырёхмерном мире, то есть расстояние между двумя мировыми точками (два по-разному движущихся наблюдателя разными способами отделяют пространство от времени). Таким образом, группа преобразований Лоренца характеризует вскрытую специальной теорией относительности структуру пространства и времени [1], где указанная группа – произвольные преобразования пространственно-временных координат.

Об этом очень чётко высказался М.К. Мамардашвили (1930–1990): «для события пространство-время всегда и всюду локально евклидово (на самом деле даже в физике псевдоевклидово, то есть локально Лоренцево, – чтобы быть евклидовым, оно должно включать мнимости, а в познании – «идеи» абстрактного континуума сознания)» [4]. В связи с тем, что в естествознании пространство и время неразрывно взаимосвязаны, то создаётся хроногеометрическая методологическая модель пространства-времени, свойства которой существенно зависят от физической модели процесса. Они, как неуниверсальные признаки атрибутов, выпадают из-под философского анализа и приобретают конкретно-научный статус.

Такие свойства пространства, времени и пространства-времени Л. Н. Любинская подразделила на два больших класса: топологические (выражающие пространственно-временной порядок) и метрические (выражающие пространственно-временную протяжённость). Таким образом, дополнительность пространства и времени разбивается на дополнительность метрических и топологических свойств. К первым относятся: неоднородность или однородность (гомогенность), изотропность, кривизна, скорость течения (равномерность или неравномерность). Ко вторым – размерность (мерность), непрерывность или дискретность, связность, направленность (времени) [3].

Необратимость, в самом общем понимании, это невозможность для любой динамической системы после возникновения и развития точно попасть, вернуться в пространственно-временную точку ранее пройденной траектории. Необратимость пространства-времени, возникающая при создании, рождении объектов, процессов порождает их начальный объём $(x_0; t_0)$ в пространстве-времени. Необратимость, возникающая в момент разрушения объекта или процесса, зафиксировывает конечный объём $(x_{кон}; t_{кон})$ в

пространстве-времени. Второе свойство пространства-времени – это его синкретичность (от греческого *соединение* – сочетание разнородных воззрений, взглядов, при которых игнорируется необходимость их внутреннего единства и непротиворечивость друг другу), которая состоит в том, что никогда пространство не может существовать отдельно от времени и, наоборот, время без пространства.

Поскольку пространство и время неотделимы от материи, правильнее было бы говорить о пространственно-временных свойствах и отношениях материальных систем. По свойствам пространства и времени можно судить о свойствах материальных явлений и взаимоотношений между ними, так что в теории на определённом этапе познания понятия пространства и времени могут выступать как первичные по отношению к понятию материя.

Поэтому отметим следующие совокупные пространственно-временные свойства, которые выделяются отдельным классом не только самой физикой, но и философией.

1. Неразрывная связь друг с другом и с движущейся материей.

2. Количественная и качественная бесконечность, неотделимая от структурной бесконечности материи – невозможность найти место, где отсутствовали бы пространство и время, а также неисчерпаемость их свойств.

3. Всюду, где есть любое взаимодействие и движение материи, сосуществование и связь её элементов, обязательно присутствует пространство и время; всюду, где имеется сохранение материи, длительность её бытия и последовательность смены состояний, будет и время, включающее в своё содержание все эти процессы.

4. Всякое изменение пространственных свойств будет порождать изменение во времени, и наоборот.

Всё вышесказанное можно подытожить философией М.К. Мамардашвили о том, что человеческое пространство и время, человеческое бытие может заново возродиться как возможность мышления, выполненного другим человеком. Бытие есть потенциальность, есть всё, что может быть; действительность есть то, что осуществилось, есть область «действительных происшествий»; реальность – это вариант воспринимаемой действительности [4]. В методологии и философии за пространственно-временными формами, или представлениями, нет предмета. У пространства как формы созерцания, которая в то же время является представлением, нет предмета вне его самого. Пространство и время является непосредственными образованиями, сложными и неразложимыми. На пространстве, как форме, следует понимать и принимать все пространственно значимые утверждения, или утверждения о физическом пространстве. Время впервые даёт объекты для познания. При этом имеется в виду время как пространственно связанная форма,

случившаяся в этом мире, ибо в другом мире могла случиться и иная; случившись, она даёт то, о чём говорим как об объекте.

И еще немного об одной важном аспекте восприятия пространства-времени: почему оно четырехмерно? Известны попытки увеличить число его размерностей, в которых наше четырехмерное пространство-время станет подпространством этого полного пространства.

Для первой группы попыток наглядную (образную) аналогию дают явления в квазиодномерных кристаллах, в которых различаются коэффициенты упругости для сдвигов вдоль разных осей, в результате чего оказывается возможным движение по кристаллу вдоль наименее жесткой оси. В моделях этой группы наше пространство-время – это одна ветвь полного многомерного пространства, подобная направлению возможного движения в квазиодномерном кристалле. Движение в направлении «лишних» переменных практически невозможно, так как выход из нашего мира требует слишком большого расхода энергии.

В другой, более обширной группе предлагаемых моделей, предполагается, что все «лишние» размерности компактифицируются (сжимаются, свертываются) с очень малым пространственным размером. Образность этого термина проясняется на примере мира внутри тонкого длинного шнура. Рассматривая движения с масштабом большим его радиуса, мы обнаруживаем только одномерный (линейный) мир, поскольку невозможно выйти поперек за пределы цилиндра, это и означает, что поперечная координата (переменная) компактифицирована. Но, и это главное, во всех случаях остаются неясными причины четырехмерности *наблюдаемого* (воспринимаемого) мира.

Существование отмеченных моделей показывает, что вычисление размерности полного пространства есть предмет научного исследования, а осознания его – философского.

Список литературы

1. Гейзенберг, В. Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг / Перевод с немецкого. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1989. – 400 с.
2. Кузнецов, Б. Г. Пути физической мысли / Б. Г. Кузнецов. – М.: Наука, 1968. – 351 с.
3. Любинская, Л. Н. Групповые свойства времени и их аксиоматизация / Л. Н. Любинская // Вопросы философии. – 1970. – № 9. – С. 64-74.
4. Мамардашвили, М. К. Стрела познания (набросок естественноисторической гносеологии): сборник / М. К. Мамардашвили. – М.: ТайдексКо, 2004. – 264 с.
5. Мах, Э. Механика. Историко-критический очерк её развития / Э. Мах. – Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000. – 456 с.

6. Млодинов, Леонард, Хокинг, Стивен. Кратчайшая история времени / Леонард Млодинов, Стивен Хокинг / перевод Оралбеков Бакиджан. – СПб.: Амфора ЖСПб, 2006. – 252 с.
7. Молчанов, Ю. Б. Четыре концепции времени в философии и физике / Ю. Б. Молчанов. – М.: Наука, 1977. – 192 с.
8. Мостепаненко, А. М. Пространство – время и физическое познание / А. М. Мостепаненко. – М.: Атомиздат, 1975. – 216 с.
9. Некоторые философские проблемы физики. Выпуск III. Пространство и время. Законы сохранения / составитель Э.М. Чудинов / отв. за выпуск Д. П. Целищев. – М.: Знание, 1970 . – 128 с.
10. Рейхенбах, Г. Философия пространства и времени / Г. Рейхенбах / перевод с англ. Л.В. Яковенко / общ. ред. акад. А. А. Логунова и д-ра филос. наук Ю. Б. Молчанова. – 2-е изд., стереотипное. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 320 с.

Рецензенты:

Баранов В.А., д.ф.н., к.т.н., профессор кафедры гидротехники теории зданий и сооружений Инженерной школы Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток;

Смагин В.П., д.ф.-м.н., доцент, заведующий лабораторией геофизических полей Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток.