

ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В КЛАССИЧЕСКОМ И СОВРЕМЕННОМ ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Петрова А.Б.,

Научный руководитель Брильков А.В.

Сибирский Федеральный Университет

Институт педагогики, психологии и социологии

В обыденном восприятии под *пространством* понимают некую протяженную пустоту, в которой могут (но не обязательно) находиться какие-либо предметы. Однако между небесными телами (звездами, планетами, кометами) всегда имеется некоторое количество вещества, да и физический вакуум содержит виртуальные частицы. В науке пространство рассматривается не как вместительница материи, а как физическая сущность, обладающая конкретными свойствами и структурой.

Основные свойства пространства формировались по мере освоения человеком территорий и развития одной из древнейших наук — геометрии (от греч. *geometria* — землемерие). Сложившиеся к III в. до н. э. знания систематизировал древнегреческий математик Евклид, один из наиболее известных и влиятельных математиков всех времен, работавший в Александрийском Музееоне. В своем знаменитом произведении «Начала», состоящем из 15 книг, ставшем основой геометрии (школьная геометрия заимствована из первых 6 книг «Начал»), он организовал научное мышление на основе логики. В первой книге Евклид определил идеальные объекты геометрии: *точка, прямая линия, плоскость, поверхность*.

Эти объекты рассматривались через некоторые характеристики реального окружающего мира или каких-либо предметов, часто для этого использовались представления о луче света или натянутой струне. Например, образ прямой линии связан с лучом света. Но было известно, что в неоднородных средах световой луч преломляется; и сам же Евклид получил закон равенства углов отражения и падения, а Аристотель рассуждал о кажущемся преломлении палки, погруженной частично в воду. Исходя из наиболее простых свойств линий и углов Евклид путем строгих логических доказательств пришел в планиметрии к равенству треугольников, равенству площадей, теореме Пифагора, к золотому сечению, кругу и правильным многоугольникам. В книгах V—VI и X он излагает теорию несоизмеримых Евдокса и правила подобия, VII—IX — теорию чисел, а в последних трех — геометрию в пространстве. От телесных углов, объемов параллелепипедов, призм, пирамид и шара Евклид переходит к исследованию пяти правильных («Платоновых») тел и доказательству, что их существует только пять.

Изложение Евклида построено в виде строго логических выводов теорем из системы аксиом и постулатов (кроме системы определений). Согласно им и определены основные представления о пространстве, которые использованы И.Ньютоном в его «Математических началах натуральной философии» (1687):

однородность — нет выделенных точек пространства, параллельный перенос и поворот не изменяют вид законов природы;

изотропность — в пространстве нет выделенных направлений, и поворот на любой угол сохраняет неизменными законы природы;

непрерывность — между двумя различными точками в пространстве, как близко бы они не находились, всегда есть третья;

трехмерность — каждая точка пространства однозначно определяется набором трех действительных чисел — координат;

«евклидовость» — описывается геометрией Евклида, в которой, согласно пятому постулату, параллельные прямые не пересекаются и сумма внутренних углов треугольника равна 180° .

Последний постулат привлекал к себе особое внимание, и некие его эквиваленты привели в XIX в. к возможности иных геометрий, в которых сумма углов треугольника больше (геометрия Римана — геометрия на сфере) или меньше 180° (геометрии Лобачевского и Больяйи).

Положение тел в окружающем пространстве определяется тремя координатами (долгота, широта, высота), т.е. наглядным представлениям соответствует трехмерность пространства. Евклид построил свою геометрию, известную как евклидова геометрия. Птолемей в своем труде «Альмагест» утверждал, что в природе не может быть более трех пространственных измерений. Для определения положения в пространстве Р.Декарт ввел прямоугольную систему координат («декартовы координаты») — x, y, z . Эти координаты не всегда являются самыми удобными. Для описания орбит планет при их движении вокруг Солнца удобнее сферическая система координат, выделяющая положение Солнца и учитывающая, что гравитационное поле убывает одинаково по всем направлениям. Поэтому выбирают сферические координаты — расстояние до центра и два угла, определяющие направление, в котором нужно двигаться от центра, чтобы достичь нужной точки. Выбор системы координат — это просто выбор способа описания, и он не может влиять на свойства континуума, который нужно описать. Пространства и континуумы независимо от способа описания обладают своими внутренними геометрическими свойствами (например, кривизной). Пространство называют искривленным, если в него невозможно ввести координатную систему, которая может считаться прямолинейной. Иначе — оно плоское.

Физический мир Декарта состоит из двух сущностей: материи (простой «протяженности, наделенной формой») и движения. Поскольку «природа не терпит пустоты» (Аристотель), протяженность заполнена «тонкой материей», которую Бог наделил непрерывным движением. Декарт описал все процессы своими механическими законами движения и построил «космологический роман» (трактаты «Мир» и «Начала философии»). Декартово представление о флюидах, заполняющих пространство, господствовало в науке XIX и частично XX вв., оказав существенное влияние на развитие оптики и электричества. Вес, как и любая сила, у Декарта — свойство движения тонкой материи, отождествляемой с пространством. Поэтому механицизм Декарта сводит силы к свойствам пространства.

Живя на поверхности почти сферической, мы пользуемся геометрией на плоскости, хотя правильнее говорить, что большие круги (параллели и меридианы) — кратчайшие расстояния (что учитывается при прокладке курса самолетов, например). На геометрии Евклида построена механика Галилея — Ньютона, где тела движутся криволинейно только под действием сил. **Пространство Ньютона** — это модель независимо существующей субстанции, где могут перемещаться материальные тела и частицы света. Каждый объект обладает в пространстве определенным положением и ориентацией, а расстояние между двумя событиями точно определено, даже если они произошли в разные моменты времени.

Положение R тела в пространстве определяется только относительно системы каких-то объектов. Так как ощущается лишь неравномерное движение (а не движение с постоянной скоростью), имеет смысл говорить об изменении скорости $\mathbf{v} = d\mathbf{R}/dt$ тела в пространстве, и движения определяются только ускорением $\mathbf{W} = d\mathbf{v}/dt$. Ньютон перевел

эти, сугубо обыденные, ощущения на математический язык, у него все равномерные движения относительны, а ускоренные — абсолютны. Причины, вызывающие ускоренные движения, он назвал *силами*. Силы \mathbf{F} пропорциональны ускорению тел с коэффициентом M , называемым *инертной массой*: $\mathbf{F} = M\mathbf{W}$. Если этот закон Ньютона прочесть справа налево, видно, что части системы при равномерном движении не испытывают силового воздействия. Значит, механическими средствами равномерное движение нельзя отличить от другого такого же и пространство само по себе не оказывает силового воздействия на движущиеся тела.

Механика Ньютона позволяет наблюдать только ускоренные движения, а ускорение ведет к возникновению в системе отсчета движущегося тела *сил инерции*. Таковы, например, давление ног человека, направленное вниз при кратковременной остановке лифта, движущегося в направлении вверх, или центробежная сила на вращающейся карусели. Приписывая появление сил инерции пространству, в котором происходит ускорение, Ньютон доказывал реальность его существования. Оно — *субстанция, способная динамически действовать на материальные тела*.

Создание теории электромагнитного поля дало возможность использовать оптические явления для измерения скорости движения в пространстве: свет должен распространяться в эфире (некоей жидкости, заполняющей пространство) с постоянной скоростью, зависящей от «упругости» эфира, а скорость света, измеренная наблюдателем, должна зависеть от направления распространения света. Но проведенный А. Майкельсоном и Э. Морли опыт показал, что никакого эффекта, связанного с эфиром, нет (1887). Пришлось отказаться от эфира и наглядных представлений Ньютона о пространстве и времени, и А.Эйнштейн предложил (1905) свою **специальную теорию относительности (СТО)**.

В конце XIX в. появились **неевклидовы теории** пространства— различные варианты геометрии Н. И. Лобачевского, Я.Больяйи и Г.Ф.Б. Римана.