

УДК 114

DOI: 10.26456/vtphilos/2022.3.043

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАК КРИТЕРИЙ МАТЕРИАЛЬНОСТИ И ОСНОВА ОПЕРАЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИИ

В.М. Самсонов, Е.К. Петров

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Проанализированы имеющиеся определения материи (П. Гольбаха, Г.В. Плеханова и В.И. Ленина). Сделан вывод о том, что для этих однотипных определений характерен сенсуализм. Кроме того, сформулирован вывод о том, что не движение, как полагал Ф. Энгельс, а взаимодействие является основным атрибутом, признаком материи, критерием материальности. Взаимодействие данного объекта с другими материальными телами, включая физические приборы и органы чувств человека, положено в основу предложенного нами определения материи.

Ключевые слова: материя, взаимодействие, операционное определение, энергия, масса.

1. Введение

В наши дни многие прописные и, казалось бы, незыблемые истины подвергаются сомнению, а вчерашние кумиры низвергаются с их пьедесталов. В соответствии с законом отрицания отрицания, мы нередко убеждаемся в истинности, по крайней мере частичной, ранее отвергнутых учений. В частности, это касается представления о материи, одной из основных категорий диалектического материализма. Сам термин «материя» происходит от латинского «*materia*» – вещество. Соответственно, английский эквивалент «*matter*» отвечает и материи как философской категории, и веществу. В этом отношении разделение понятий материи и вещества имеет определённые преимущества.

В свою очередь, латинский термин «*materia*» следует рассматривать как эквивалент греческого «*γυλε*» (ὑλη) – строительный лес. Этот термин довольно часто встречается в трудах Аристотеля, который подчёркивал, что Вселенную не следует сводить к «одному веществу» – материи, поскольку существует и бесконечное [3, с. 82]. Вместе с тем, Аристотель предвосхитил и представление о материи как философской категории, т. е. как об абстрактном понятии. По Аристотелю, «материя становится каждой единичной вещью» [3, с. 100]. Позже это же отмечал В.И. Ленин [15]. Примечательно также, что независимо от отношения к материализму и марксизму, почти все современные авторы, включая постсоветских философов [2; 10; 23], особое внимание уделяют ленинскому определению материи, хотя отношение к нему у разных авторов заметно отличается. В частности, Ань Ци-

нянь [2] видит в нём некий глубокий скрытый смысл и подтексты, а Т.И. Ойзерман [23, с. 125–134] подчёркивает его неполноту и полагает, что более корректное определение было дано Г.В. Плехановым [26, с. 469]. Независимая и объективная оценка указанной дискуссии отвечала одной из задач данной работы, но отнюдь не главной её цели.

В данной работе мы не ставим целью и детальное рассмотрение истории появления и эволюции представления о материи как философской категории. Основной целью являлось уточнение определения материи и придание новому определению операционного характера, что позволило бы использовать его как рабочий инструмент в физике и других естественнонаучных дисциплинах. В советский период такая задача в принципе не могла ставиться, по крайней мере в явном виде, а в постсоветский период всё философское наследие В.И. Ленина либо отвергалось, либо некритично, схоластически поддерживалось некоммунистическими адептами. Одной из конкретных задач исследования являлось освобождение имеющихся определений [15; 26] от присущего им сенсуализма, восходящего к определению Гольбаха [9, с. 84].

Как уже отмечалось выше, мы не подходим к решению поставленных задач исследования чисто академически, умозрительно. Было желание дать такое определение материи, которое могло бы быть положено в основу критерия её существования, критерия материальности объектов исследования в физике и других естественных науках. Такая задача представляется нам чрезвычайно актуальной именно в наше время, когда в физике, следуя средневековой схоластике и некоторым концепциям натурфилософии нового времени, снова вводятся бестелесные сущности типа тёмной энергии. Как уже отмечалось в нашей недавней работе [30], пространству также неадекватно приписываются атрибуты материи.

С одной стороны, грубое и тем более политизированное вмешательство философии в науку – феномен крайне вредный, и одним из наиболее ярких примеров такого вмешательства является лысенковщина. Детальная критика этого феномена представлена в статьях и письмах А.А. Любичева [20]. С другой стороны, в науке возникают такие ситуации, такие кризисные периоды, когда эмпирические факты и существующие теоретические представления нуждаются в философском осмыслении. Ещё И. Кант [10, с. 647–648] отмечал порочность чисто эмпирического подхода к познанию окружающего мира, хотя и являлся сторонником концепции теплорода, которая тогда казалась вполне логичной и подтверждающейся экспериментально. Если бы существовал и был принят критерий, позволяющий априори исключить из объектов исследования нематериальные сущности типа теплорода, то это, несомненно, пошло бы на пользу и сегодняшней науке.

Основными количественными характеристиками материи являются энергия E и масса m . Если ранее [35], в соответствии с формулой Эйнштейна $E = mc^2$ (c – скорость света), энергия и масса рассматривались как

две стороны одной и той же медали (принцип эквивалентности), то в настоящее время физика допускает такие сущности, как материя без массы и энергия без материи. Соответственно интерпретации этих понятий в контексте основной цели работы будет уделено особое внимание. В своё время, когда в науке появилась версия, что электрон обладает нулевой массой, А. Пуанкаре сразу же сделал вывод, что такой результат эквивалентен выводу о том, что электрон не является материей. В связи с этим выводом, глава XIV его работы «Наука и гипотеза» имеет заголовок «Конец материи» [27]. В наши же дни появление в науке отмеченных выше бестелесных сущностей и материи, не обладающей энергией и массой, осталось практически не замеченным физиками и философами.

Очевидно, что после В.И. Ленина и Г.В. Плеханова попытки какого-либо иного определения материи вообще не предпринимались. Одна из причин сводится, очевидно, к тому, что в зарубежной философии, которую в советский период называли буржуазной [33], материализм вообще не занимал заметного положения. Что же касается советских философов, то по идеологическим соображениям они могли лишь интерпретировать и комментировать имеющееся ленинское определение. Возникает вопрос и о причине явного сенсуализма, присущего определениям Гольбаха Ленина и Плеханова (см. раздел 2 данной статьи). В связи с этим вопросом необходимо напомнить, что работа В.И. Ленина [15] была написана в 1908 г. Именно конец XIX – начало XX столетий относят к началу третьей научной революции. Многие ее результаты еще не были должным образом обнародованы и осмыслены. Ранее внимание физиков было в основном сосредоточено на объектах мезоскопических (средних) по современным меркам масштабов: от долей миллиметра до нескольких миллионов километров (отдельные визуально наблюдаемые астрономические тела). Мезоскопические объекты воспринимаются органами чувств, и чувственное восприятие выступало, как отмечал Э. Мах [22], в роли первой ступени научного познания. На рубеже XIX и XX столетий, т. е. в период, относящийся к третьей научной революции, ситуация стала существенно изменяться: внимание фундаментальной физики привлекли как объекты микромира (молекулы, атомы, элементарные частицы), так и крупномасштабные объекты, вплоть до галактик и Вселенной в целом. Как на микро-, так и на макромасштабах роль чувственного восприятия заметно сужается и начинает исполнять лишь косвенную функцию посредника между изучаемым объектом и физическим прибором.

Основная идея данной работы сводится к тому, что в основу определения материи должно быть положено не чувственное восприятие, а взаимодействие между материальными объектами, включая взаимодействие между изучаемым объектом и физическим прибором. Мы рассматриваем взаимодействие как критерий материальности объекта и как основу операционного определения материи, которое дается в разделе 3 данной статьи.

2. Сенсуализм в определении материи: от Гольбаха до наших дней

По мнению автора работы [10], материализм насчитывает уже более двух с половиной тысячелетий своей истории. Действительно, и учение Аристотеля [3], и расцвет философской мысли в Китае [11] ассоциируются с IV-III вв до н. э. Однако представления о самом понятии материи, т. е. базовом понятии материализма, философской категории, формировались очень медленно, не говоря уже о непосредственных попытках определения этого понятия. Ленинское определение материи [15] предвосхитил лишь в XVIII в. П. Гольбах. Согласно Гольбаху, «материя вообще есть всё, что воздействует каким-нибудь образом на наши чувства» [9, с. 16]. Гольбах поясняет, что к материи относятся все существующие тела, включая неделимые атомы, находящиеся в непрерывном движении. Вместе с тем, поскольку в приведённом выше определении акцент делается на воздействие на чувства, то для определения Гольбаха характерен сенсуализм.

В XIX в. в передовых европейских странах бурно развивалась наука. В университетах и различных кружках возникло множество философских течений, стремящихся, используя результаты частных наук, разработать научную картину мира и найти способы построения гармонично развивающегося справедливого общества. Чтобы систематизировать очень широкий спектр философских учений, в 1886 г. Ф. Энгельс одним из первых рассмотрел так называемый «основной вопрос философии» [21, т. 21, с. 282], который имеет две стороны: онтологическую и гносеологическую. Первая из них – это вопрос о том, что является первичным и определяющим: материя или сознание. Вторая (гносеологическая) сторона заключается в вопросе о том, познаваем ли мир.

Вершиной материалистических философских учений стал разработанный в XIX в. диалектический материализм. Важнейшим понятием диалектического материализма является понятие материи, которое в силу его важности и широты получило название категории. Вместе с тем, в трудах К. Маркса и Ф. Энгельса нет конкретного определения материи. В одном из своих главных произведений «*Анти-Дюринг*», написанном в 1876–1878 гг., Ф. Энгельс лишь указывает, что «единство мира в его материальности» [21, т. 20, с. 1–338]. Начиная с Ф. Энгельса, материалисты критерием существования материального объекта считают его движение. Такую точку зрения разделяли все советские философы. Сейчас, когда над нами не довлеет провозглашённый В.И. Лениным принцип партийности философии, соглашаться с точкой зрения Ф. Энгельса вовсе не обязательно. Тем не менее, представление о движении как основном атрибуте, признаке материи, не критично сохраняется и в современной науке. Постепенно сложилось представление о движении как о любом изменении, не только в природе, но и в обществе [38, с. 269–317]. На первый взгляд, такая точка зрения, т. е. соотнесение различных видов (форм) движения различным формам существо-

вания материи, представляется вполне резонной. Действительно, простейшей форме движения отвечает механическое движение, т. е. перемещение одних тел относительно других, тепловым явлениям – хаотическое (тепловое) движение атомов и молекул, электрическим явлениям – движение электронов и других носителей заряда, оптическим – движение фотонов. Представление о движении как изменении состояния динамической системы, например, автомата, вошло в кибернетику [16].

Однако даже применительно к простейшему виду движения – механическому движению – возникает ряд проблем методологического характера, связанных с относительностью движения: в одной системе отсчёта тело может находиться в движении, а в другой – нет, и характер движения может существенно различаться в зависимости от выбора системы отсчёта. При переходе к рассмотрению термодинамической системы возникает ряд новых проблем. Представим себе сосуд, заполненный газом и находящийся в термостате. С одной стороны, в сосуде будет иметь место тепловое движение молекул. С другой стороны, при неизменных внешних условиях состояние газа не будет меняться миллионы лет, т. е. движение как изменение состояния системы будет отсутствовать. Ещё больше сложностей и противоречий возникает, если мы попытаемся проанализировать концепцию движения применительно к психическим, социальным и общественным процессам.

По Энгельсу, «движение есть способ существования материи. Нигде и никогда не бывало и не может быть материи без движения». И там же: «Материя без движения так же немыслима, как и движение без материи», «... лишённое движения состояние материи оказывается одним из самых пустых и нелепых представлений, настоящей “горячей фантазией”» [21, т. 20, с. 59]. Во времена Ф. Энгельса ещё не было кинематографа, телевидения и, тем более, голографии. Но уже тогда движущуюся тень или передаваемую при различных процессах энергию никак нельзя было отнести к материальным объектам. Почему же столь большое значение Ф. Энгельс придавал движению, конечно же очень важному, но не основному свойству материи? Одним из величайших открытий XIX в. было открытие закона сохранения и превращения энергии. Физикам этот закон позволял производить строго количественное описание низших форм движения, объяснять, рассчитывать, предсказывать различные явления. Тогда ещё не была в достаточной степени осознана важность релятивизма движения. Поле ещё не считалось видом материи, и неуничтожимость материи необоснованно отождествлялась с неуничтожимостью движения.

Сторонникам К. Маркса и Ф. Энгельса было понятно, что объединение диалектики с материализмом – великий переворот в философии. В рамках диалектического материализма были объединены все достижения предшествующих тысячелетий развития философии: формальная логика, диалектика, гносеология и онтология. Было провозглашено, что в мире нет ни-

чего, кроме движущейся материи. Философские системы прошлых тысячелетий включали в себя все направления научных исследований. В силу их более низкого уровня, их взаимодействие с частными науками приносило последним много вреда. Казалось, на новом качественном уровне философия может успешно доминировать над частными науками. Она, с высоты своего положения, может ставить перед частными науками проблемы, координировать их решение, определять предмет и методологию частных наук. Казалось, что построение научной картины мира с привлечением достижений частных наук является именно её задачей. Определение понятий, заимствованных из частных наук, научная картина мира, построенная на результатах, полученных в рамках частных наук, получают канонический статус – статус единственно верного учения. Возможно, была надежда перенесения методологии и понятий физики на высшие формы движения материи: биологическую, психическую и даже социальную. Именно поэтому, несмотря на явный интерес к понятию материи, Ф. Энгельс не предложил сколько-нибудь удовлетворительного определения этого понятия. По Энгельсу, «вещество, материя, есть не что иное, как совокупность веществ, из которых абстрагировалось это понятие» [21, т. 20, с. 550]. Можно согласиться с автором монографии [23], который полагал, что такое определение не вполне отвечало всем выдающимся открытиям естествознания даже эпохи Маркса и Энгельса.

В книге В.И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» дано следующее определение материи: «материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них» [15]. Т.И. Ойзерман полагает, что это определение «нельзя признать удовлетворительным, принципиально размежёвывающим несовместимые противоположности – материализм и идеализм» [23]. Тот же автор отмечает, что предложенное В.И. Лениным философское понятие материи не является новым как в марксистской литературе, так и в предшествующей марксизму философии. В частности, Т.И. Ойзерман ссылается на определение Плеханова: материя это то, что «посредственно или непосредственно, действует, или, при известных обстоятельствах, может действовать на наши внешние чувства» [26, с. 469]. Используя слово «действует», Г.В. Плеханов предвосхитил наше определение материи, представленное в следующем разделе статьи. Вместе с тем, Т.И. Ойзерман не прав, полагая, что определение Плеханова предшествовало ленинскому. Действительно, книга В.И. Ленина [15] вышла в свет в 1909 г., а работа В.Г. Плеханова с приведённым выше определением материи была опубликована через год, т. е. весной 1910 г. Учитывая, что в то время публикационная активность была несоизмерима ниже нынешней, можно заключить, что В.Г. Плеханов почти наверняка был знаком с книгой В.И. Ленина [15].

Разумеется, как и все остальные имеющиеся определения материи, предложенное В.И. Лениным определение не является ни вполне оригинальным, ни исчерпывающим. Однако, в отличие от Т.И. Ойзермана, мы считаем, что для той эпохи определение Ленина можно считать наиболее полным. Действительно, В.И. Ленин чётко разграничил в нём понятие материи как философской категории и материального объекта. Далее, это определение отражает позитивно-онтологический и позитивно-гносеологический аспекты основного вопроса философии. Вместе с тем, ленинскому определению так же, как и определению Гольбаха, присущ сенсуализм. Однако замена фразы «воздействует каким-либо образом на наши чувства» (Гольбах) на фразу «дана человеку в ощущениях его» – все же шаг вперёд по сравнению с предшественниками. Следует также отметить, что В.И. Ленин вполне резонно, с нашей точки зрения, не стал «зацикливаться» на движении как свойстве материи.

В своё время В.П. Бранский предложил расширить определение материи и критерий материальности объекта, включив в них комплекс всех характеристик материи, отвечающих диалектической модели материального объекта [8]. Однако, следуя Л.Б. Баженову [37, с. 23–91], мы считаем такое расширение понятия материи нецелесообразным, хотя ленинское определение и не лишено недостатков. Одним из таких недостатков является присущий ему сенсуализм, несмотря на отмеченный выше шаг вперёд по сравнению с определением Гольбаха. Вместе с тем сенсуализм и не должен полностью исключаться из определения материи, поскольку, как отмечал ещё Э. Мах [22], ощущения – начальный «слой» человеческого познания. Ощущение как критерий материальности или критерий существования материи – уязвимая черта всех отмеченных выше определений материи, провоцирующая резонные, но бесплодные дискуссии. Можно, в частности, отметить аргументацию В. Шуппе и других представителей имманентской школы [33], которые справедливо отмечали, что для установления самого факта материальности объекта сенсуализм предполагает наличие мыслящего субъекта.

3. Взаимодействие как основной атрибут материи и критерий материальности

Как уже отмечалось ранее, интерпретация понятия материи как философской категории требует дополнительного исследования. В частности, оно касается уточнения дефиниции материи. Однако необходимо определиться с основной целью такого уточнения. Не разделяя многие очень разнообразие идеи и концепции неопозитивистов и операционалистов [47], мы тем не менее полагаем, что целесообразно исходить из некоторых основных методологических принципов указанных философских учений. Одним из таких принципов является стремление к построению материалистического учения, свободного от псевдонаучных спекуляций и нематериальных

сущностей. Резонной представляется и идея неопозитивистов, которую разделяли А. Эйнштейн и В. Гейзенберг, что ненаблюдаемые объекты, например эфир, вообще не существуют как реальные (материальные) объекты. Соответственно, такие объекты следует исключить из научного рассмотрения. В методологическом плане мы разделяем и идею операционистов о том, что определение того или иного значимого понятия должно быть рабочим не в смысле своей нестрогости, а в смысле возможности его практического применения [47].

В научном смысле упомянутый выше термин «наблюдение» отвечает тому или иному воздействию исследуемого объекта либо непосредственно на наблюдателя, либо опосредовано на другой материальный объект, в частности на измерительный прибор. В ходе осмысления результатов квантовой механики был сделан вывод о том, что наблюдение (измерение) связано как с действием изучаемого объекта на прибор, так и с воздействием прибора на объект наблюдения [7]. В механике тот факт, что механическое действие носит характер взаимодействия, известен уже со времён Г. Галилея и И. Ньютона. Таким образом, мы полагаем, что именно взаимодействие между материальными объектами следует рассматривать как основной атрибут и признак материальности объекта.

Полное освобождение определения материи от сенсуализма было бы даже нецелесообразным, поскольку ощущение отвечает первой ступени познания окружающего мира. В отличие от П. Гольбаха, Г.В. Плеханова и В.И. Ленина, Ф. Энгельс не пытался дать более или менее чёткое определение материи, но подчёркивал её объективное существование и детально обсуждал движение как основной атрибут материи. Однако по нашему мнению, основным атрибутом материи является не движение, а взаимодействие. Действительно, движение – понятие относительное и условное, а материя, не взаимодействующая с другими материальными телами, это уже не материя. Для нас оказалось неожиданным, что в первом томе пятитомной философской энциклопедии [38] не нашлось места для статьи, посвящённой понятию взаимодействия. Вместе с тем в Большой советской энциклопедии [6, т. 5, с. 7] взаимодействие рассматривается в качестве базовой философской категории, определяющей процессы взаимодействия объектов (субъектов) друг с другом, их изменение, взаимную обусловленность и порождение одних объектов другими. С таким рабочим определением в целом можно согласиться. Однако в этой же статье энциклопедии присутствует странное утверждение о том, что взаимодействие – это универсальная форма движения, развития. Получается, что по Энгельсу движение – это форма существования материи, а согласно [6], взаимодействие – это форма формы существования материи.

Простейший, с точки зрения физики, тип взаимодействия – механическое взаимодействие, т. е. механическое действие одного тела на другое, результатом которого является приобретение телом ускорения. Считается,

что все существующие в природе взаимодействия сводятся к четырём фундаментальным взаимодействиям: гравитационному, электромагнитному, сильному и слабому [46]. Интуитивно смысл понятия взаимодействия понятен: имеется в виду воздействие одного тела на другое, отражение рассматриваемым материальным телом других материальных тел и субстанций. Под воздействием или действием мы понимаем изменение состояния тела под влиянием других материальных тел. Таким образом, взаимодействие, движение и причинность связаны друг с другом, но тем не менее взаимодействие как атрибут материи не вторично, а первично. Как и в естествознании, так и в философии концепция взаимодействия в полной мере не разработана.

В общем случае, т. е. не только в механике, действие имеет характер взаимодействия, хотя это не всегда принципиально для исследователя, например, это касается действия пробной массы на Солнце или планету. Вместе с тем, как уже отмечалось выше, Н. Бор первым обратил внимание на то, что в квантовой механике измерение имеет характер взаимодействия между объектом исследования и прибором. Как результат обсуждения понятий материи и взаимодействия мы предлагаем следующее рабочее определение материи, в котором сохраняется элемент сенсуализма, но в основу положено понятие взаимодействия как основного атрибута материи, критерия материальности: материя – это философская категория, обозначающая объективную реальность, которая регистрируется и познаётся посредством взаимодействия с другими материальными телами, включая физические приборы и органы чувств человека, а также материальными субстанциями (физическими полями).

Наше определение является рабочим в двух смыслах. Во-первых, оно, как и предыдущие определения, не претендует на то, что является вполне строгим и исчерпывающим. Такая же ситуация характерна для многих определений в математике и физике: определений множества, вероятности, силы, массы. Во-вторых, это определение является рабочим в операционном смысле, поскольку оно непосредственно указывает на способ (критерий) установления материальности объекта и его последующего познания. Разумеется, рабочий характер определений материи, включая наше определение, и недостаточная разработанность понятия «взаимодействие» могут спровоцировать ряд возражений, особенно у тех, кто отрицает адекватность понятия «материя» и необходимость решения проблемы её определения. В частности, в нашей работе [30] мы отчасти разделяли мнение А.Ф. Лосева [19, с. 21–186] о мифологичности ряда научных концепций, включая представления о пространстве и времени. В данной же работе мы вынуждены не согласиться с мнением А.Ф. Лосева о мифологичности понятия материи. К тому же, свое мнение А.Ф. Лосев формулирует не вполне профессионально, с неуместной, на наш взгляд, иронией. В частности, А.Ф. Лосев смешивает понятия материи как абстрактной философской ка-

тегории и материального объекта, всего материального мира, хотя это различие хорошо понимал еще Аристотель [3]. Кроме того, А.Ф. Лосев, ссылаясь на отцов церкви – материалистов, отмечает, что последние признавали реальность Бога в той же степени, как и реальность чувственного восприятия предметов. Отчасти с критикой А.Ф. Лосевым понятия материи как «чувственно воспринимаемой вещи» можно согласиться, но такая интерпретация слишком сенсуалистична, хотя, казалось бы, не только материальные вещи, но и чувства, идеи, информация действительно воздействуют на человека. Однако применительно к нематериальным объектам речь должна идти о действии в некотором переносном, метафорическом смысле. Примечательно, что в [16] А.Я. Лернер особо отмечает, что, в отличие от сигнала как материального носителя сообщения, информации, сама информация нематериальна. Примечательно также, что даже в магии, казалось бы крайне далёкой от материализма, магические манипуляции, как правило осуществляются с использованием тех или иных материальных предметов [41]. По существу, будучи филологом, А.Ф. Лосев смешивает понятие материи с другим понятием, для которого нет единого общепринятого термина. В древнекитайской философии это понятие отвечало тому, что не является Дао: «имя, которое может быть названо, не есть настоящее Дао» [11]. Аналогично Дон Хуан, герой книг К. Кастанеды [13], делит все реальные (материальные) и идеальные объекты на две категории: тональ – это то, что может быть выражено словами и словесными образами, и нагваль – это то, что даже в принципе не может быть описано словами. По Дону Хуану, Бог – это тоже тональ, поскольку люди детально и образно «расписали» его мысли, действия, намерения, эмоции и даже внешность.

4. Энергия и масса как основные количественные характеристики материи

В советской философии рабочее определение энергии основывается на понятии движения как важнейшего атрибута материи, способа её существования. Движение включает в себя все происходящие в природе и обществе процессы. В самом общем виде движение – это изменение вообще, всякое взаимодействие материальных объектов. С этой точки зрения, восходящей к Ф. Энгельсу, не может быть материи без движения, как и движения без материи. Согласно философскому словарю [39], движение материи абсолютно, тогда как всякий покой относителен и представляет собой один из моментов движения. В этом же источнике: «Энергия – общая мера материального движения». В учебных пособиях по физике конца XX – начала XXI столетия такое определение повторяется с некоторыми вариациями. Например, в [29, с. 85] энергия определяется как мера движения и взаимодействия. С философской точки зрения объединение в этом определении столь разных понятий, как движение и взаимодействие, представляется неадекватным. Фактически данное определение, взятое из 3-го издания Большой советской

энциклопедии [6, т. 30, с. 191], издававшейся в 1970-е гг., просто констатирует подразделение энергии на кинетическую и потенциальную. А вот определение энергии как меры движения во всех его формах на первый взгляд представляется вполне резонным. Однако, как уже отмечалось в нашей работе [31], более детальный анализ приводит к выводу, что в конечном счёте определение энергии как меры движения материи заводит в тупик. Действительно, даже начиная с простейшего типа движения (механического), такое определение энергии приводит к противоречиям. Механическое движение тела (материальной точки) относительно. Соответственно, в одной системе отсчёта тело может обладать кинетической энергией, а в другой – нет. Почему-то никто ранее не отмечал, что в зависимости от выбора системы отсчёта любому телу отвечает бесконечное множество значений кинетической энергии.

Согласно [6, т. 30, с. 191], каждой форме движения материи отвечает определённая форма энергии: механическая, электромагнитная, химическая и т. д., хотя там же отмечается условность такого подразделения. Однако, ссылаясь на марксистско-ленинскую философию, некоторые авторы признают биологическую и даже социальные формы движения материи. А если так, то им должны соответствовать свои формы энергии. Применительно к биологической науке такую точку зрения можно квалифицировать как философский витализм. Ещё более проблематичным является соотнесение психологических процессов с особой формой энергии – психической энергией. Этот термин был введён в научный обиход З. Фрейдом [40]. Мы полагаем, что использование З. Фрейдом таких физических терминов, как «энергия» и «сублимация», связано с влиянием на него стажировки в институте Г. Гельмгольца, сочетавшего интерес к физиологии и медицине с профессиональным интересом к физике, включая термодинамику. Что же касается понятия психической энергии, то мы согласны с автором монографии [44], который отмечал, что психическая энергия – не более, чем метафора. В настоящее время этот термин, а также термин «энергия пси» используется только в околонучных и мистических изданиях. Что же касается исторического материализма и его соотнесения с какими-то особыми формами движения и энергии, то такое занятие нам тем более представляется бесперспективным.

Таким образом, никакого строгого или хотя бы рабочего, но адекватного определения энергии никому дать не удалось. Соответственно, по-прежнему никто не опроверг мнение Р. Фейнмана, отмечавшего, что физики до сих пор не знают, что такое энергия [36, с. 73]. Физики знают только как рассчитывать её изменение в различных конкретных процессах. Мы также не претендуем на собственное определение энергии. Однако пояснить, что же именно характеризуют понятие энергии и тесно связанное с ним понятие массы не только возможно, но даже необходимо. Отметим сначала, что более значимым является не абсолютное значение энергии, а её изменение.

Именно энергия является количественной мерой степени изменения состояния тела или системы тел, возможности такого изменения, тенденции к изменению. Однако чем больше энергия, тем более затруднительным, инерционным будет её изменение, например, изменение кинетической энергии массивного тела. Соответственно, масса является мерой такой инерционности, включая инерцию в обычном смысле. Тесную связь между энергией E и массой m вскрыла формула Эйнштейна $E = mc^2$. В соответствие с этой формулой, энергия и масса – две стороны одной медали. Одна сторона (энергия) – склонность и способность к изменению, а другая (масса) – к инертности, неизменности.

До 1970-х гг. понятие релятивистской массы m , фигурирующей в формуле Эйнштейна, не вызывало каких-либо сомнений [35]. Однако, начиная с 1970-х гг., под влиянием стандартной модели элементарных частиц наметилась тенденция к отказу от этого понятия. В частности, в курсе теоретической физики Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица используется только масса покоя m_0 [14]. Начиная с 1989 г. идею отказа от понятия релятивистской массы активно пропагандировал Л.Б. Окунь [24; 25], который помимо типичной для работ по физике аргументации использовал также некоторые приёмы психологического характера. В частности, понятие релятивистской массы было названо физическим вирусом, а для того, чтобы подтвердить, что А. Эйнштейн понятие релятивистской массы якобы не вводил, Л.Б. Окунь приводит фотокопии фрагментов писем Эйнштейна. У А. Эйнштейна действительно не фигурирует термин «релятивистская масса» но само это понятие ввёл именно он. Действительно, в своей работе [43] А. Эйнштейн пишет, что «увеличив на W энергию тела, получим массу, равную $m = W/c^2$ ». Таким образом, А. Эйнштейн явно имел в виду релятивистскую массу, которая возрастает при увеличении энергии тела. Примечательно, что В.Л. Гинзбург, главный редактор УФН, поддержал публикацию работы Р.И. Храпко [42] – гораздо менее именитого автора, чем его оппонент Л.Б. Окунь. Мы рекомендуем заинтересованным читателям полемическую статью С. Робатеня [28], связанную с этой дискуссией.

В заключение данного раздела отметим, что закон сохранения энергии отражает невозможность создания и уничтожения материи: ни материя, ни энергия не могут быть созданы или уничтожены. Вместе с тем в некоторых публикациях можно столкнуться с термином «создание/генерация материи» («creation/generation of matter»). Однако в данном случае мы имеем дело с подменой понятий, спровоцированной тем, что английское слово «matter» отвечает как термину «материя» в философском понимании, так и веществу. В подлинно научных, а не псевдонаучных статьях речь идет о создании вещества в виде электрон-позитронной пары из света, т. е. фотонов высокой энергии [45], которые отвечают полевой форме материи.

5. Нематериальные сущности в физике

На наш взгляд, признание материальности окружающего мира, по крайней мере на интуитивном уровне, – необходимый признак любой адекватной физической теории. Действительно, ни одному профессиональному исследователю не приходило в голову привлекать идею Бога или высшего разума для объяснения физических, химических или биологических явлений. Это же касается признания объективного существования окружающего мира, законы и закономерности которого познаются через субъективные ощущения и образы.

История науки демонстрирует неоднократные попытки возникновения или возрождения представлений об особых нематериальных сущностях для объяснения физических и химических явлений. В частности, это касается эфира – особого пятого первоэлемента, добавленного Аристотелем к первым четырём материальным элементам (земле, воде, воздуху и огню) [4, с. 299]. Физики вспомнили об эфире в конце XIX века, пытаясь конкретизировать среду, в которой распространяются электромагнитные волны, предсказанные теорией Максвелла. Однако опыты А. Майкельсона и Э. Морли не выявили никаких следов движения Земли относительно эфира, и отрицательный результат этих опытов рассматривается как основная предпосылка специальной теории относительности [35]: А. Эйнштейн пришёл к общепринятому в настоящее время выводу, что эфир как некая мировая среда вообще не существует. Тем не менее представления об эфире нашли развитие в лженаучном направлении, называемом «эфиродинамикой» [5].

В 1669 г. И. Бехер ввёл представления о невесомом флюиде, который улетучивается при горении. Несколько позже Г. Шталь назвал этот флюид флогистоном [1]. Интересно, что Л. Лавуазье, опровергнувший сто лет спустя флогистонную теорию, сам ввёл в научный обиход ещё одну невесомую и непосредственно не обнаруживаемую экспериментально сущность – теплород. Концепция теплорода оказалась очень живучей: её опровергли лишь в середине XIX в. Историк физики Б.И. Спасский посвятил теплороду и другим нематериальным флюидам целый раздел своей книги [34]. Примечательно также, что ещё в середине XVIII в. М.В. Ломоносов [18] понимал, что сущность тепловых явлений сводится к хаотическому движению молекул (корпускул), но его труд остался практически не замеченным научным сообществом.

Наиболее ярким современным примером невесомых, ни с чем не взаимодействующих и экспериментально не обнаруженных сущностей является тёмная энергия как одна из составляющих «тёмного сектора», в который входит также и тёмная материя. Тёмную энергию ввели для объяснения ускоренного расширения Вселенной. Такая интерпретация отвечает одному из трёх достаточно надуманных определений тёмной энергии. В соответствии со вторым определением, тёмная энергия – это то же самое, что и введённая А. Эйнштейном космологическая постоянная [49]. Согласно третьему определению, тёмная материя – это модифицированная гравитация на

расстояниях порядка наблюдаемой части Вселенной [17]. Все эти три определения представляются некорректными и неэквивалентными. Первое из них рассматривает энергию, т. е. физическую величину, как некую субстанцию. Второе интерпретирует константу как субстанцию. Третье же сводится к тавтологии: тёмная энергия, объясняющая ускоренное расширение Вселенной, – это тёмная энергия.

О путаной интерпретации понятия тёмной энергии можно судить и по работе [48]. Во введении авторы отмечают, что обычно предполагается, что взаимодействие между тёмной энергией и тёмной материей отсутствует. Однако, по мнению данных авторов, загадка расширения Вселенной может быть решена, если допустить, что существует «спаривание» (coupling) между тёмной энергией и тёмной материей. В результате такого спаривания последняя наделяется энергией. На наш взгляд, теоретические модели такого типа отвечают возврату к методологии средневековой науки.

Возникает вопрос о том, почему же попытки введения и активного продвижения нематериальных сущностей столь живучи? Основная причина сводится к тому, что такая методология – самый простой, лежащий на поверхности путь эмпирического объяснения соответствующего явления. В каком-то смысле такой путь можно интерпретировать как неопатристику, где на место Бога ставится введённая сущность, существование которой экспериментально подтвердить невозможно. Об этом писал ещё на рубеже XVIII и XIX вв. И. Кант [12] на примере теплорода, существование которого нельзя доказать на опыте, но «оно должно быть постулировано как предмет возможного опыта». Как ни странно, в своей работе «Об основанном на априорных принципах переходе от метафизического естествознания к физическому» (1798–1803) он пытается обосновать не только возможность, но и целесообразность введения в научный обиход ряда сущностей, не воспринимаемых ни органами чувств человека, ни физическими приборами. Однако как положительную сторону его воззрений следует отметить упоминание о возможном хотя бы в принципе эксперименте по обнаружению такой субстанции.

6. Заключение

Материя является одной из основных философских категорий, и, разумеется, на протяжении нескольких столетий после попытки Гольбаха дать её определение, представления о материи эволюционировали по мере накопления научных знаний об окружающем мире. Но по-видимому, после В.И. Ленина попытки дать какое-либо иное рабочее определение материи не предпринимались. Поскольку для однотипных определений Гольбаха, Плеханова и Ленина характерен сенсуализм, мы попытались дать альтернативное определение материи, освободив его от присущего прежним определениям сенсуализма. В соответствии с нашим определением, представленном в разделе 3 данной статьи, основным свойством материи является не

движение, как это полагал Ф. Энгельс, а взаимодействие с другими материальными телами, включая не только органы чувств человека, но и физические приборы. Применение приборов существенно расширяет возможности обнаружения и изучения объектов окружающего материального мира. Более того, на современном уровне развития науки новые знания об окружающем мире порой достигаются при использовании не просто стандартных серийных приборов, а современных сложных приборных комплексов.

Вместе с тем наличие того или иного взаимодействия объекта с прибором остаётся единственным критерием его материальности. В своё время, как уже отмечалось в предыдущем разделе, И. Кант допустил ошибку, горячо отстаивая необходимость и целесообразность введения в научный обиход нематериальных субстанций типа теплорода, которые непосредственно не обнаруживаются экспериментально. В современной физической науке аналогом теплорода является тёмная энергия. Как отмечалось выше, к настоящему времени отсутствует даже её общепринятое определение. Имеются и разные точки зрения по поводу того, взаимодействует ли она с материальными объектами, включая тёмную материю, которая, по крайней мере гипотетически, считается материальной. В ситуации с интерпретацией тёмной энергии необходимо внести хотя бы некоторую определённую ясность. Энергия в общепринятом физическом понимании, т. е. физическая величина, даже в принципе не может быть материей, взаимодействуя с другими материальными объектами. Если же в данном случае слово «энергия» используется как метафора, то это необходимо чётко оговорить во избежание подмены понятий. Далее, если признать, что экспериментальное обнаружение тёмной энергии даже в принципе невозможно, то это эквивалентно утверждению о её нематериальности. В таком случае, подобно мировому эфиру, флогистону и теплороду, концепцию тёмной энергии следует либо полностью изгнать из науки, либо признать, что она является чисто умозрительной абстрактной моделью, подобной, например, магнитным зарядам, которые не существуют, но формально до сих пор иногда используются в некоторых вычислениях.

В нашем определении материи сохраняется её интерпретация как объективной реальности. В XX столетии, начиная с позитивистов и операционалистов, стали особо подчёркивать роль субъекта-исследователя, уникальность отдельного эксперимента и наличие субъективного отпечатка на физической картине мира каждого индивидуума. В частности, представления об индивидуальной картине мира характерны для Сартра, наиболее известного представителя экзистенциализма [32]. Однако признание того, что доля истины присутствует и у Э. Маха, и у П. Бриджмена, и у Ж.П. Сартра не ставит под сомнение выдвинутую в нашей работе концепцию материи, в которой взаимодействие выступает в качестве её основного признака и критерия существования.

В дальнейшем было бы целесообразно более детально проанализировать развитие представлений о материи в физической науке, отвечающих

объектам различных масштабов: на уровне микромира, мезоскопического макромира и крупномасштабных объектов, включая Вселенную. Однако решение такой задачи выходит за рамки данной работы, которую можно рассматривать как приглашение к дискуссии по всем затронутым в ней вопросам.

Авторы выражают признательность И.В. Талызину за помощь в подготовке рукописи и за дискуссию.

Список литературы

1. Азимов А. Краткая история химии. М.: Мир, 1983. 189 с.
2. Ань Цинянь. Ленинское определение материи и анализ выражения «показание органов чувств» // Вопросы философии. 2011. № 11. С. 134–140.
3. Аристотель. Сочинения: в 4 т. М.: Мысль, 1976. Т. 1. 550 с.
4. Асмус В.Ф. Античная философия. М.: Высшая школа, 1976. 543 с.
5. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. М.: Энергоатомиздат, 1990. 280 с.
6. Большая советская энциклопедия: в 30 т / изд. 3. М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.
7. Бор Н. Открытое письмо Организации Объединенных Наций // УФН. 1985. Т. 147. Вып. 2. С. 357–366.
8. Бранский В.П. Философское значение «проблемы наглядности» в современной физике. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 192 с.
9. Гольбах П. Избранные философские произведения: в 2 т. М.: Мысль, 1963. Т. 1. 715 с.
10. Горан В.П. Ленинское определение материи в историко-философской перспективе // Вестник НГУ. Серия Философская. 2009. Т. 7, № 2. С. 136–146.
11. Древнекитайская философия: в 2 т. М.: Изд-во Социально-экономической литературы, 1972. Т. 1. 364 с.
12. Кант И. Сочинения в шести томах. М.: Мысль, 1966. Т. 6. 743 с.
13. Кастанеда К. Учение дона Хуана. Отдельная реальность. Путешествие в Икстлан. Киев: София, 1992. 736 с.
14. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973. 505 с.
15. Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм // Полн. собр. соч.: в 55 т., изд. 5, М.: Изд-во политической литературы, 1968. Т. 18. С. 7–384.
16. Лернер А.Я. Начала кибернетики. М.: Наука, 1967. 400 с.
17. Ливио М., Рисс А. Ребус тёмной энергии // В мире науки. 2016. № 5/6. С. 51–57.
18. Ломоносов М.В. Размышления о причине теплоты и холода // Полн. собр. соч.: в 10 т. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 2. С. 7–56.
19. Лосев А.Ф. Философия, мифология, наука. М.: Изд-во политической литературы, 1991. 524 с.
20. Любищев А.А. В защиту науки. Л.: Наука, 1991. 295 с.
21. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения: в 50 т. / изд. 2. 1955–1974.
22. Мах Э. Анализ ощущений. М.: Территория будущего, 2005. 304 с.
23. Ойзерман Т.И. Марксизм и утопизм. М.: Прогресс–Традиция, 2003. 568 с.
24. Окунь Л.Б. Понятие массы // УФН. 1989. Т. 158, № 3. С. 511–530.

25. Окунь Л.Б. Формула Эйнштейна $E_0 = mc^2$. Не смеётся ли Господь Бог? // УФН. 2008. Т. 178, № 5. С. 541–555.
26. Плеханов Г.В. Избранные философские произведения: в 5 т. М.: Госполитиздат, Соцэкгиз, 1957. Т. 3. 784 с.
27. Пуанкаре А. Наука и гипотеза // Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1983. С. 5–152.
28. Робатень С. К вопросу о стандартах. 11. Сравнительный анализ двух элементарных формул // Академия Тринитаризма. М.: Эл. № 77-6567, публ. 1593, 03.05.2011.
29. Савельев И.В. Курс общей физики: в 3 т. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2022. Т. 1. 436 с.
30. Самсонов В.М. Петров Е.К. Пространство: абстрактное понятие или материальная реальность? // Вестник ТвГУ. Серия «Философия». 2020. № 4 (54). С. 7–20.
31. Самсонов В.М., Петров Е.К. О проблеме корректного определения базовых понятий в физике // Вестник ТвГУ. Физика. 2012. № 16. С. 37–49.
32. Сартр Ж.П. Проблемы метода. М.: Академический проспект, 2008. 222 с.
33. Современная буржуазная философия. М.: Изд-во МГУ, 1972. 656 с.
34. Спасский Б.И. История физики. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1977. 320 с.
35. Угаров В.А. Специальная теория относительности. М.: Наука, 1969. 304 с.
36. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике: в 9 т. М.: Мир, 1965. Т. 1. 440 с.
37. Философия естествознания. Вып. первый. М.: Изд-во политической литературы. 1966. 413 с.
38. Философская энциклопедия: в 5 т. М.: Советская энциклопедия, 1960. Т. 1. 504 с.
39. Философский словарь. М.: Изд-во политической литературы, 1968. 432 с.
40. Фрейд З. «Я» и «Оно» // Труды разных лет. Кн. 1. Тбилиси: Мерани, 1991. С. 351–392.
41. Фрэзер Д.Д. Золотая ветвь: Исследование магии и религии: в 2 т. М.: Терра–Книжный клуб, 2001. 528 с.
42. Храпко Р.И. Что есть масса? // УФН. 2000. Т. 170, № 12. С. 1363–1371.
43. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия в современной физике // Собр. научных трудов: в 4 т. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 138–164.
44. Ярошевский М.Г. Психология в XX столетии. М.: Политиздат, 1974. 447 с.
45. Adam J. et al. Mesurament of e+e- momentum and angular distribution from lineally polarized photon collision // Phys Rev. Lett. 2021. V. 127. P. 052302.
46. Braubat S., Giacomelli G., Spiro M. Particles and Fundamental Interactions. Springer; Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Business Media, 2012. 504 p.
47. Bridgman P. The logic of modern physics. N.Y.: MacMillan publ., 1927. 228 p.
48. Comelli D., Pietroni M., Riotto A. Dark energy and dark matter // Phys. Rev. Lett. B. 2003. V. 571. P. 115–118.

49. Peebles P.J.E., Ratra B. The cosmological constant and dark energy // Rev. Mod. Phys. 2003. V. 75. P. 559–613.

INTERACTION AS A CRITERION OF MATERIALITY AND THE BASIS FOR OPERATIONAL DEFINITION OF MATTER

V.M. Samsonov, E.K. Petrov

Tver State University, Tver

Analyzing the existing definitions of matter (P. Holbach, G.V. Plekhanov and V.I. Lenin), we made a conclusion that sensualism inherent to these similar definitions may be considered as their main drawback. In addition, it was concluded that not motion, as F. Engels believed, but interaction is the main attribute, a signature of matter, a criterion of materiality. The interaction of an object with other material bodies, including physical instruments and the human sense organs, is the basis of our operational definition of matter. Concepts of the energy and mass, considered as basic characteristics of material bodies and material physical fields, are also discussed.

Keywords: *matter, interaction, operational definition, energy, mass.*

Об авторах:

САМСОНОВ Владимир Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры общей физики ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия. E-mail: samsonoff@inbox.ru.

ПЕТРОВ Евгений Кузьмич – независимый исследователь, г. Тверь, Россия. E-mail: egen.petrov1948@mail.ru.

About the authors:

SAMSONOV Vladimir Mikhailovich – PhD, Professor, Department of general Physics, Tver State University, Tver, Russia. E-mail: samsonoff@inbox.ru.

PETROV Eugene Kuzmich – senior scientific researcher, retired, Tver, Russia. E-mail: egen.petrov1948@mail.ru.