

К вопросу о разграничении математического и физического содержания научных теорий

Научный руководитель – Ламберов Лев Дмитриевич

Ершов Василий Дмитриевич

Аспирант

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,
Уральский гуманитарный институт, Екатеринбург, Россия

E-mail: yershov.v.d@gmail.com

В философии математики заметная часть обсуждений сосредоточена вокруг природы математических сущностей. Сильно упрощая, можно сказать, что существует две основных философских позиции: математический реализм (прежде всего платонизм) и математический антиреализм (номинализм, сейчас чаще представленный фикционализмом). Самый известный и во многом результативный проект по номинализации научной теории (конкретнее – теории тяготения Ньютона) предпринял Х. Филд. В своей работе «Наука без чисел» он показал, каким образом можно избавиться от ссылок на различного рода математические сущности – например, числа и векторы, не утратив при этом её физического содержания [3]. При этом программа по номинализации научных теорий, предложенная Х. Филдом, опирается на принципиальную возможность выделения из научной теории «чистой» физической компоненты, независимой от используемого в этой теории математического аппарата. Связать абстрактные сущности с конкретными он предлагал с помощью «мостиковых законов», устанавливающих гомоморфизмы из физических к математическим объектам. Так, действительные числа Х. Филд заменил точками пространства-времени, имеющими, на первый взгляд, понятный физический смысл [ibid.].

В этой связи и возникает центральный для настоящей статьи вопрос: насколько обоснованно говорить о возможности выделения «чистой» физической компоненты теории? Возможно ли провести чёткую границу между «физическим» и «математическим» содержанием научной теории?

На первый взгляд, существенных затруднений возникнуть не должно. Рассмотрим пару «химия–физика». Не вызывает сомнений, что физика – это более фундаментальная наука, чем химия. При этом в категориально-понятийном аппарате химии существуют понятия, нередуцируемые к физическим, например «химическая связь» [4]. Это связано с различными уровнями структурной организации мира, с которым работают эти две науки. Схожие рассуждения справедливы и для пар «биология–химия», «биология–физика» и так далее. В то же самое время математика является, с известными оговорками, более фундаментальной, чем физика. Рассуждая по аналогии, заключаем, что в физических теориях можно выделить своего рода «физическое ядро», свободное от математики. Тем не менее, нам кажется, что особое место, которое и математика, и физика занимают среди прочих наук, делают такое умозаключение ошибочным.

Уже спустя 5 лет после выхода «Науки без чисел» М. Резник указывал Х. Филду на то, что замена им действительных чисел точками пространства-времени, не имеющими ни массы, ни протяжённости, сомнительна [5]. Действительно, модели, используемые в общей теории относительности (ОТО), являются тройками $\langle M, g, T \rangle$, где M – четырехмерное дифференцируемое многообразие, g – метрический тензор, T – тензор энергии-импульса [2]. Получается, что с точки зрения ОТО точки пространства-времени – это точки четырехмерного дифференцируемого многообразия с заданной на нём особого рода метрикой, – без математического содержания обойтись невозможно. Даже если взять в качестве

суррогатов чисел точки какого-либо скалярного поля (например, поля температуры), положение дел это не меняет: понятие «поле», используемое в «классической» физике, также, в сущности, является математическим. Что важно, в приведённых выше примерах говорилось об объектах, а не о законах физической теории.

Обратимся к микромиру. Что такое электрон? Д. ф.-м. н. А. М. Семихатов даёт такой ответ: «Возвращаясь к элементарным частицам, – это на самом деле не частицы, не мячики или шарики, а списки свойств. Что мы знаем про электрон? У него есть определённая масса, электрический заряд и несколько других свойств. На этом все. Больше мы про электрон не знаем ничего» [6]. Например, у электрона есть энергия покоя. Что такое энергия? Р. Фейнман однажды заметил: «Важно понимать, что физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое энергия. Мы не считаем, что энергия передаётся в виде маленьких пилюль. Ничего подобного. Просто имеются формулы для расчёта определённых численных величин, сложив которые, мы получаем число 28 – всегда одно и то же число. Это нечто отвлечённое, ничего не говорящее нам ни о механизме, ни о причинах появления в формуле различных членов» [1]. У электрона также есть электрический заряд. Что такое электрический заряд? «Особая форма материи, участвующая в электромагнитных взаимодействиях»? Современная физика даёт такой ответ: электрический заряд – это генератор симметрии электромагнетизма $U(1)$ [7]. Мы снова вернулись к математическому понятию – на этот раз из теории групп.

Из изложенного выше не следует, что никакой категориально-понятийный минимум «чистой» физики невозможен в принципе, однако уже в современных лучших научных теориях его объяснительной силы недостаточно, и занятие «чистой» физикой в отрыве от математики будет больше походить на составление «списков свойств», чем на построение сложной системы взаимосвязанных структур. Можно предположить, что в будущем наши лучшие научные теории станут ещё более общими и абстрактными, что приведёт к дальнейшему размыванию границы между математическим и физическим содержанием – как в отношении объектов теории, так и её законов.

Источники и литература

- 1) Фейнман Р., Лейтон, Р., Сэндс, М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1, 2. М. : Мир, 1976. 440 с.
- 2) Earman, J. World Enough and Space-time: Absolute versus Relational Theories of Space and Time. Cambridge : MIT Press, 1989. 249 p.
- 3) Field H. Science Without Numbers. New York : Oxford University Press, 2016. 192 p.
- 4) Labarca M., Lombardi O. Why orbitals do not exist? // Foundations of Chemistry. 2010. Vol. 12. No. 2. P. 149–157.
- 5) Resnik M. D. How Nominalist is Hartry Field's Nominalism? // Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition. 1985. Vol. 47, No. 2. P. 163–181.
- 6) «ГЛАВНЫЕ КИРПИЧКИ МИРОЗДАНИЯ – НЕ ЧАСТИЦЫ, А КВАНТОВЫЕ ПОЛЯ». Д.Ф.-М.Н. АЛЕКСЕЙ СЕМИХАТОВ URL: <https://scientificrussia.ru/articles/glavnye-kirpiciki-mirozdania-ne-casticy-a-kvantovye-pola-df-mn-aleksej-semihatov> (дата обращения: 03.03.2026).
- 7) Хлопов М. Ю. Заряд // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал URL: <https://bigenc.ru/c/zariad-704ae7/?v=8417626> (дата обращения: 02.03.2026).