

В ЗАЩИТУ ИНФОРМАЦИОННОГО СТРУКТУРНОГО РЕАЛИЗМА: ВЕРСИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОПИСАНИЙ

Карпенко Иван Александрович – кандидат философских наук, доцент, научный сотрудник. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Российская Федерация, 109028, г. Москва, Покровский бульвар, д. 11; e-mail: gobzev@hse.ru



В статье анализируются некоторые разновидности структурного реализма и предлагается расширенная версия информационного структурного реализма (ИСР). Подвергается критике вариант неэлиминативного онтического структурного реализма (ОСР), допускающий сущности и структуры как онтологические примитивы и отвергающий существование теоретических объектов. Приводятся аргументы из области философии науки и физики (научного реализма, квантовой механики и ее информационной интерпретации, цифровой онтологии, инструментов струнных моделей) в пользу того, что ИСР, утверждающий информацию в качестве фундаментальной реальности, позволяет избежать проблем, с которыми сталкиваются существующие подходы, в частности, за счет расширения ИСР идей об альтернативных описаниях реальности (моделях), эквивалентных друг другу. Показывается, что принципиально разные теории (имеющие в основе различные метрики пространства-времени) в действительности дают одно и то же описание реальности и, следовательно, делают одинаковые предсказания относительно наблюдаемого поведения физических систем. При этом они, являясь эквивалентными, изначально предполагают разные видения фундаментального устройства, например с разным числом пространственных измерений. Философская интерпретация этих результатов состоит в том, что фундаментальной оказывается не традиционно понимаемая физическая реальность (с субстанциональным пространством-временем как ее главным атрибутом), а сами описания, выражаемые в виде альтернативных моделей – научных представлений реальности. Поскольку только они и доступны исследованию, когда речь идет о ненаблюдаемом, оправданным становится тезис о том, что теоретические объекты существуют как онтологические примитивы. Таким образом, обосновывается, что реальна и фундаментальна сама информация, являясь инструментом и предметом исследования.

Ключевые слова: научный реализм, структурный реализм, информация, информационный структурный реализм, эпистемический структурный реализм, онтический структурный реализм, дуальность, философия науки



DEFENDING INFORMATIONAL STRUCTURAL REALISM: THE VIEW OF ALTERNATIVES

Ivan A. Karpenko – PhD,
Associated Professor,
Research Fellow.
HSE University.
11 Pokrovsky Bulvar, Moscow
109028, Russian Federation;
e-mail: gobzev@hse.ru

The paper analyzes some varieties of structural realism and proposes an expanded version of information structural realism (ISR). The version of non-eliminative ontic structural realism (OSR), which accepts entities and structures as ontological primitives and denies the existence of theoretical objects, is criticized. Arguments are given from the field of philosophy of science and physics (scientific realism, quantum mechanics and its information interpretation, digital ontology, string model tools) in favor of the fact that ISR, which asserts information as a fundamental reality, avoids the problems faced by existing approaches, in particular, by expanding ISR with the idea of alternative descriptions of reality (models) equivalent to each other. It is shown that fundamentally different theories (based on different space-time metrics) actually give the same description of reality, and, consequently, make the same predictions regarding the observed behavior of physical systems. Moreover, they, being equivalent, initially imply different visions of the fundamental structure, for example, with a different number of spatial dimensions. The philosophical interpretation of these results is that what is fundamental is not the traditionally understood physical reality (with substantial space-time as its main attribute), but the descriptions themselves, expressed in the form of alternative models – scientific representations of reality. Since they are the only ones available for research when it comes to the unobservable, the thesis that theoretical objects exist as ontological primitives becomes justified. Thus, it is proven that information itself is real and fundamental, being a tool and subject of research.

Keywords: scientific realism, structural realism, information, informational structural realism, epistemic structural realism, ontic structural realism, duality, philosophy of science

Научный реализм

Здесь будут рассмотрены два популярных направления научного реализма: эпистемический структурный реализм (ЭСР) и онтический структурный реализм (ОСР)¹. Основоположителем ЭСР, возникшего как реакция на критику, с которой столкнулся стандартный научный реализм, постулирующий познаваемость ненаблюдаемых сущностей, принято считать А. Пуанкаре [Poincaré, 1905, p. 415–423]. Пуанкаре не отрицал ненаблюдаемые сущности, но в духе неокантианства полагал, что они непознаваемы, познаваемы лишь отношения между

¹ В частности, использовались обзорные критические работы [Votsis, 2011, p. 227–276; Rowbottom, 2019, p. 451–484] и [Ladyman, 2024, web].



ними. Он указывал, что при смене теорий сохраняются отношения – между элементами, которые представлены в качестве математических уравнений в рамках этих теорий (первым продемонстрировав переход от эфирных описаний к электромагнитным, защищая реалистический тезис преемственности теорий). Г. Максвелл [Maxwell, 1970, р. 3–34] и Д. Уоррал [Worrall, 1989, р. 99–124] позже развили идею структурной преемственности теорий, выступая за сохранение базовой структуры при их смене, т.е. математического содержания, корректно отражающего, по их мнению, реальную структуру мира, чем и объясняется предсказательный успех науки. Этот подход также был удачным ответом на куновский тезис о несоизмеримости теорий.

Таким образом, в ЭСР утверждается, что научному познанию доступно знание структуры мира, а более точно – знание отношений между физическими сущностями, которые, однако, недоступны для познания (как ноумены). В этом смысле сама структура не обладает онтологическим статусом – поскольку в ЭСР структура оказывается знанием отношений, некоей информацией о том, как обстоят дела в действительности, но не самой действительностью. Однако наличие ненаблюдаемых сущностей, пускай даже непознаваемых, приводит к некоторым проблемам. Как возможно знать о них и говорить, если о них вообще ничего не известно? В каком смысле они есть? Теории содержат термины, описывающие эти сущности, но когда одна теория сменяется другой, эти термины не сохраняются в отличие от отношений в структурах (например, «флогистон», «эфир» и др.). Следовательно, эти ненаблюдаемые должны быть описаны в виде отношений в структурах. Чтобы решить эту проблему, Максвеллом (очевидно, под влиянием Б. Рассела, который считал, что мы можем знать о ненаблюдаемом лишь по описаниям высшего порядка – т.е. через структурные свойства) было предложено использовать так называемое предложение Рамсея [Ramsey, 1931, р. 212–236]. Идея предложения состоит в том, чтобы с помощью языка формальной логики теоретические термины, которые ссылаются на ненаблюдаемые сущности, заменить на квантифицированные предикатные переменные. В результате информация о ненаблюдаемой области ограничивается описанием внешних структурных, но не сущностных свойств, что позволяет сохранить связь между теоретическим содержанием теории и ее наблюдаемым поведением без прямого указания на ненаблюдаемые. Они сохраняются в том смысле, что упоминаются без посредства теоретических терминов, а с помощью языка логики предикатов высшего порядка. Таким образом, ЭСР утверждает, что знать можно не внутренние, а только внешние – структурные свойства (свойства более высокого порядка).

М. Ньюманом, однако, еще в 1928 г. было выдвинуто по сути возражение против ЭСР [Newman, 1928, р. 137–148], состоящее в том, что произвольные множества сущностей можно организовать



так, чтобы они имели одинаковую структуру. А это приводит к тому, что теории с одними и теми же эмпирическими следствиями оказываются одинаково верны. Следовательно, знания структур недостаточно для описания всех возможных отношений [Demopoulos, 1985, p. 627], и в результате предложение Рамсея якобы ведет к антиреализму (в виде эмпиризма), когда любые теории с одинаковыми результатами в экспериментах верны [Ibid., p. 635]. Это породило обширную дискуссию, которая продолжается до сих пор (см.: [Votsis, 2004, web]). Решение проблемы недоопределенности теории данных будет предложено ниже.

В противовес ЭСР ОСР наделяет структуры онтологическим статусом. Структуры реальны, они существуют, сущности же, если они и есть, оказываются производными от отношений в структуре и не имеют научного смысла сами по себе, что позволяет избавиться от проблемы Ньюмена для ОСР. Хотя структура в ОСР – это также математическая модель, в ряде работ ([Ladyman, 2017, p. 141–162]; [Schaffer, 2003, p. 498–517]) высказывается мысль, что некоей фундаментальной реальности, стоящей за структурой, нет, структура сама фундаментальна. Сходный подход демонстрирует Д. Уоллес [Wallace, 2022, p. 345–378], утверждая первичность математического описания и вторичность физического. Таким образом, возникает элиминативная версия ОСР – элиминативная в том смысле, что в ней полностью отрицаются сущности. На чисто элиминативной версии ОСР, пригодной, по его мнению, для описания всех наук, настаивает и С. Френч [French, 2016, p. 371–394]. А. Чакравартти критикует элиминативную версию ОСР как раз за отрицание сущностей: «как могут быть отношения без того, что соотносится?» [Chakravartty, 1998, p. 399]. Должны быть элементы в структуре, которые связываются отношениями. Элиминативный ОСР отвечает на это радикально: элементы есть, только это не сущности [Ladyman, 2024, web]. В таком случае это теоретические объекты – математические абстракции. Этот ответ удовлетворил не всех, так как его можно интерпретировать таким образом, что материальной реальности нет вообще. С. Псиллос [Psillos, 2001, p. 13–24] критикует элиминативный ОСР на этом основании – исключение сущностей, по его мнению, приводит к устранению причинности².

Проблема, лежащая в основании этого разделения (на элиминативную и неэлиминативную версии), касается фундаментального вопроса: существует ли физическая реальность «за» структурой или же абстрактная структура это и есть реальность.

² Впрочем, Головкин Н.В. и Эртель И.И. [Головкин, Эртель, 2020, с. 5–29] не соглашались с критикой Псиллоса, а Д. Лэдиман отмечает [Ladyman, 2008, p. 744–755], что в ОСР в принципе нет нужды в этой метафизической категории, поскольку физика не нуждается в причинно-следственных связях.



Подробный и убедительный критический анализ ОСР дан в статье В.Э. Тереховича [Терехович, 2022, с. 166–184; Терехович, 2023, с. 149–165]. Автор предлагает свою версию неэлиминативного ОСР на основе критики предложений М. Эсфельда и В. Лама [Esfeld, Lam, 2010, р. 143–159], полуреализма А. Чакравартти и конструктивного структурного реализма Т. Цао [Cao, 2003, р. 3–24], с которыми он в некоторых аспектах сближается. В статье различаются сущности, объекты и структуры, но при этом автор замечает, что «объектов не существует» [Терехович, 2023, с. 157], а по поводу сущностей утверждает, что «...сущностью, в отличие от объекта, удобнее называть только то, что обладает способностью действовать» [Там же, с. 156], и что «сущности есть, поскольку способны действовать» [Там же, с. 157]. Таким образом, объекты (как теоретические конструкции) не существуют и не способны действовать.

Это спорная позиция, которая требует отдельного обоснования. О существовании чего-либо и способности действовать мы можем как раз высказываться только посредством теоретических объектов, и в этом смысле они существуют, и именно они и действуют – и как инструменты познания, и как то, что познаётся. По мнению же автора, существуют лишь сущности и структуры как онтологические примитивы, и они-то способны действовать – но как мы можем что-то знать о них вне теоретических конструкций (моделей)? Это выглядит как возврат к позициям стандартного научного реализма (до Пуанкаре), разве что статусом существования обладают теперь не только физические сущности, но и структуры. Интересна в этой связи большая дискуссия в философии математики в последней четверти XX в. между элиминативной и неэлиминативной версиями структурализма (не следует путать с ОСР) [Reck, Schiemer, 2023, web] по поводу вопроса, существуют ли *структуры* как абстрактные *объекты* или же нет. То есть структуры объявляются объектами, и вопрос в том, существуют ли они, – но при этом речь не идет о существовании в физическом смысле.

По поводу утверждения: «сущностью, в отличие от объекта, удобнее называть только то, что обладает способностью действовать» – не совсем ясно, имеется ли в виду эквиваленция или импликация. Если здесь утверждается также: «если нечто действует, то это сущность», то получится, что и структура тоже окажется сущностью, поскольку структура безусловно действует, но тогда разница между структурами и сущностями стирается.

В статье также отстаивается модальная интерпретация квантовой механики (ненаблюдаемый квантовый мир относится к области потенциального, а непосредственно наблюдаемый – к области актуального) [Терехович, 2023, с. 159–162], что производит впечатление сближения с антиреализмом в духе основоположника модального реализма в квантовой теории ван Фраассена [van Fraassen, 1991].



Таким образом, новая версия неэлиминативного онтического структурного реализма, на мой взгляд, оказывается не совсем удовлетворительной именно как версия ОСР, но является интересной модификацией стандартного научного реализма и антиреализма и, безусловно, предлагает оригинальный подход⁵.

Главная ошибка, как представляется, заключается в позиции «объектов не существует». Здесь будет предложен другой подход на основе информационного структурного реализма (ИСР).

Информационный реализм

Эта версия научного реализма (похожим образом на элиминативный ОСР) видит научное знание о реальности как знание структур, отвергая ненаблюдаемые сущности. В основе ИСР лежит концепция семантической информации, предложенная Л. Флориди [Sequoiah-Grayson, Floridi, 2022, web]. Подход Флориди противостоит исторически первой теории семантической информации Й. Бар-Хиллела и Р. Карнапа, которые понимали количество информации, закодированной в предложении, как обратно пропорциональное вероятности его истинности. Их подход привел к тому, что наиболее информативными (самыми содержательными) утверждениями оказывались противоречивые предложения. Флориди выступил против этого, определяя информацию как в первую очередь правдивые данные – в том смысле, что информация должна быть достоверной, при этом тавтологии максимально неинформативны так же, как и противоречивые утверждения. Информативно лишь то, что соотносится с реальностью, то, что имеет место в мире. Таким образом, информация по Флориди – это достоверное содержание реальности, правдивые данные о ней.

Тезис о правдивости, важный для Флориди, отчасти связан с его исследованиями в области этики и концепцией инфосферы, которые близки представлениям Платона об эйдосах и идее блага (на которого Флориди неоднократно ссылается в своих работах). Переосмысляя Платона и других философов, Флориди различает уровни абстракции относительно сущего. Информация – это то, что обладает высшим уровнем абстракции (предел абстрагирования от непосредственного наблюдаемых явлений и отношений в реальности). Глав-

⁵ Также оригинальную альтернативу ОСР – контекстуальный реализм – предлагает И.Е. Прись, утверждая различие между идеальными нормами и реальностью, отвергая модальный реализм и сближаясь с подходом Уоллеса, который упоминался выше [Прись, 2024, с. 69]. Новую версию эпистемического реализма – конструктивного реализма – предложил В.А. Лекторский, показав, что он может быть эффективной стратегией в когнитивных исследованиях [Lektorsky, 2023, p. 1].



ные компоненты информации – информационные объекты (проводя параллель с Платоном, их можно назвать высшими идеями). Фактически информационный объект – это все, имеющее место в реальности, но на предельном уровне абстракции (Флориди указывает объектно-ориентированное программирование как инструмент для объяснения того, что есть информационный объект⁴). Эти абстрактные объекты и есть фундаментальная реальность, что приводит к утверждению информационной онтологии. На ее основе Флориди предлагает новую версию структурного реализма – информационный структурный реализм (ИСР), в котором объекты как теоретические конструкции играют ключевую роль.

В одной из первых работ, посвященных этой теме [Floridi, 2003, web], он обосновывает, исходя из методологии уровней абстракции, что ЭСР и ОСР не являются несовместимыми подходами. Если брать за точку отсчета высший уровень абстракции, то эти позиции можно рассматривать как эквивалентные: онтология структур в ОСР может быть представлена в терминах информационных объектов. В итоге получается концепция реализма, в которой ОСР расширяется идеей, что мир есть совокупность информационных объектов, динамически взаимодействующих друг с другом на основе эпистемологических базисов (их он называет «дедоменами» – от латинского перевода работы Евклида “*Dedomena*”) – данных до их эпистемологической интерпретации, которые предшествуют математическим структурам, и которые и являются фундаментальной реальностью. Эта идея – о мире как совокупности информационных объектов, динамически взаимодействующих друг с другом, – становится центральной для ИСР и развивается в последующих работах [Floridi, 2008, p. 219–253; Floridi, 2013].

Флориди отвергает популярную со второй половины XX в. цифровую онтологию [Floridi, 2009, p. 151–178] (о ней будет сказано дальше): с его точки зрения, как цифровой, так аналоговый подходы являются всего лишь способами описания бытия, в основе которого лежит фундаментальная информация о структурах мира (противопоставление цифровой и непрерывной метафизики в принципе представляется ему ложным).

Версия структурного реализма Флориди получила своих сторонников и противников. Так, Т. Байнум расширяет идею ИСР на квантовую механику [Bainum, 2014, p. 123–139], предлагая версию ИСР, где обосновывается, что подход к фундаментальной реальности как к информационной позволяет объяснить сложные для интерпретации кантовые явления, например суперпозицию, декогеренцию, запутанность и некоторые другие.

⁴ Строго говоря, компьютерная программа – это и есть совокупность информационных объектов.



М. Бени не согласен с тем, что ИСР является расширением ОСР, и обосновывает, что подход Флориди является расширением ЭСР [Beni, 2016, p. 323–339], так как он связан с представлением о познаваемом в духе кантианства, что плохо, по его мнению, сочетается с ОСР.

Б. Уиллер также поддерживает ИСР [Wheeler, 2022, p. 480], но считает, что Флориди не может вписать в свой подход реалистические аргументы об отсутствии чудес (Х. Патнэм) и против пессимистической метаиндукции, хотя соглашается, что понимание структур как информации работает. Для разрешения указанных проблем он предлагает модифицированную версию ИСР, базирующуюся на алгоритмической теории информации.

Б. Лонг, также поддерживая ИСР в целом, не соглашается с Флориди в вопросе критики цифровой онтологии [Long, 2020, p. 649–664] и доказывает, что ИСР, напротив, может быть исключительно цифровой онтологией, так как любой подход к информации сводится к бинарным отношениям между 1 и 0. Что более логично, если учесть, что в качестве инструмента для возможного описания информационных объектов Флориди указывает компьютерные программы, а основа программного кода – это биты (1 и 0).

С моей точки зрения, поскольку структуры различных версий структурного реализма – это математические модели, цифровая онтология оправдана, но как онтология второго порядка. Вероятно, Флориди прав в том, что математика – это только способ представления информации, и первичным онтологическим статусом правильнее наделять абстракции более высокого уровня, которые стоят за математическими терминами. Однако выбор онтологии – не принципиальный момент для настоящего исследования. Здесь мы, в целом принимая подход ИСР, постараемся расширить его за счет обоснования тезиса о том, что могут быть альтернативные модели реальности – в равной степени верные, – в противовес точке зрения, согласно которой существует только одно правильное теоретическое описание для какого-либо физического явления. Это оправдано тем, что в ИСР вместо физической реальности предлагается рассматривать информационные объекты как фундаментальные, т.е. первичной оказывается сама модель. Обоснованию этого подхода на примере ряда физических моделей (с точки зрения их эквивалентности друг другу как альтернативных описаний) посвящен следующий раздел.



Эквивалентности физических моделей

Структурный реализм (особенно это касается элиминативного ОСР) в значительной степени находит обоснование в науке о принципиально ненаблюдаемом – квантовой механике. Еще в серии двухщелевых экспериментов (которые продолжаются и сегодня) была продемонстрирована корпускулярно-волновая природа мира, т.е. было показано, что в одних условиях эксперимента кванты (фотоны, электроны и т.п.) проявляют себя как частицы, в других как волны. Нельзя сказать, что «на самом деле» есть фотоны – частицы или волны, они, в зависимости от интерпретации, ни то, ни другое либо и то, и другое, хотя эти описания и рассматриваются часто как взаимоисключающие. Но какая бы теоретическая конструкция ни была взята за основу, результаты экспериментов показывают, что описывается одна и та же реальность, т.е. описания эквивалентны.

На основе квантовой механики была создана квантовая теория поля (КТП), релятивистская теория, объединяющая первую и специальную теорию относительности. В КТП предлагается еще одно, по существу эквивалентное описание – это поля. Волновая функция квантовой механики заменяется полевым оператором (также удовлетворяющим уравнению Шрёдингера), который позволяет интерпретировать возбуждения полей как частицы.

И поля, и частицы, и волны – это теоретические (математические) объекты, но не то, что может непосредственно наблюдаться как физический объект. Их правильнее рассматривать как информационные объекты, но не информацию о чем-либо, что стоит за ней, – о каких-то физических сущностях, а информацию, которая является сама фундаментальной. В двух статьях, посвященных информационной интерпретации квантовой механики Е.А. Мамчур обсуждает эту идею [Мамчур, 2014, с. 57–71; Мамчур, 2016, web]. Она указывает на то, что в действительности информационная интерпретация ведет свое начало от копенгагенской интерпретации Нильса Бора, но проводит различие между таковой же у Джона Уилера, справедливо замечая, что в первом случае речь шла только об эпистемологическом ракурсе, в то время как во втором утверждалась именно информационная онтология. Показательно, что, называя интерпретацию Уилера (информация как фундаментальная реальность) антиреалистической, Мамчур в скобках уточняет ее как «имматериалистическую» [Мамчур, 2014, с. 58]. Но в этом и состоит идея ИСР – признание в качестве фундаментальной информации означает отнюдь не антиреализм, а имматериализм, потому что информация и объявляется реальностью. Информационная интерпретация оправдана в частности тем, что лежащая в основе квантовой физики волновая функция (или аналог в КТП – полевого оператора) – это



фундаментальный для описания реальности и в то же время информационный объект.

Интересным примером альтернативности и эквивалентности различных описаний реальности являются дуальности суперструнных моделей⁵, которые возникли как результат исследований именно в области КТП. Фактически теория суперструн – это пять различных теорий, которые описывают различающиеся физические реальности, однако все они связаны друг с другом так называемыми дуальными преобразованиями [Becker et al., 2007, p. 339–347]. Это означает, что одну из них можно выразить так, что она будет эквивалентна другой теории, что дает математически различные описания одних и тех же явлений [Zwiebach, 2009, p. 376]. Более того, все они могут рассматриваться как предельные случаи единой одиннадцатимерной теории, называемой М-теорией, которую физики [Polchinski, 1998b, p. 198] пытаются формулировать, в частности, на основе голографической дуальности, о которой будет сказано ниже.

Дуальности демонстрируют, что теории, выглядящие как описания различных миров (в которых по-разному реализованы базовые физические величины), эквиваленты друг другу и, следовательно, представляют одну и ту же реальность. Достигается это за счет того, что они соотносят величины, которые, однако, выглядят как совершенно разные, например макроскопическое и микроскопическое [Seiberg, 2006, p. 163–213]. А.А. Фурсов высказывает предположение, что дуальности теории суперструн можно рассматривать как аргументы в пользу антиреализма [Фурсов, 2022, с. 30–32], здесь же показывается, что их следует интерпретировать прямо противоположным образом: как аргумент в пользу ИСР с альтернативными описаниями реальности. Антиреалистическая критика дуальностей касается проблемы недоопределенности теории данными – ситуации, когда данные (например, результаты экспериментов) не позволяют выбрать одну из конкурирующих теорий, поскольку они одинаково хорошо подтверждаются в опытах. Об этом аргументе Е.А. Мамчур делает следующее замечание: «Само явление сосуществования и конкуренции эмпирически эквивалентных теорий указывает на то, что теоретическое знание не сводится к информации, заключающейся в эмпирических данных. В нем есть некоторое сверхэмпирическое содержание, представляющее собой знание о «скрытых» причинах и ненаблюдаемых сущностях, ответственных за характер эмпирических закономерностей. То есть рассматриваемое явление действительно свидетельствует о «недоопределенности»

⁵ Теория возникла как попытка объединить Общую теорию относительности (ОТО) и КТП. Физика, предлагаемая теорией, до сих пор не нашла подтверждения, однако разработанный в ее рамках математический аппарат применяется в других областях.



теорий эмпирическими данными» [Мамчур, 2004, с. 78]. Я полностью согласен с тем, что «теоретическое знание не сводится к информации, заключающейся в эмпирических данных» и именно в этом смысле теория «недоопределена». Недоопределенность в этом понимании – это указание не на то, что какие-то из теорий не верны или не полны, а на то, что могут существовать различные теоретические модели, которые одинаково верны и которые, как говорит Мамчур, «представляют собой знание» (что является также аргументом против проблемы Ньюмана). Проблема недоопределенности устраняется в том смысле, что нет избранной теории, которую надо доопределять, вместо этого имеются альтернативные способы описания.

Здесь мы рассмотрим один из видов дуальностей, получившей название «голографической» – по своему происхождению от голографического принципа, который был открыт на стыке исследований в области ОТО и КТП. Исходная идея голографического принципа состоит в том, что энтропия (здесь понимаемая как мера скрытой информации) любого массивного объекта пропорциональна площади его поверхности, а не объему⁶. Это означает, что информация об объекте большей размерности является проекцией объекта меньшей размерности, на котором она «записана» (например, закодирована в виде битов). Голографический принцип приводит к интересному следствию об эквивалентности физических реальностей разных размерностей и ставит вопрос о статусе реальности самой по себе.

Истоки голографического принципа были заложены работами Я. Бекенштейна [Bekenstein, 1972, р. 99–104] и С. Хокинга [Hawking, 1975, р. 199–220], которые обнаружили, что энтропия черной дыры пропорциональна площади ее поверхности. Стандартная интерпретация этого обстоятельства в философии науки состоит в том, что информация о черной дыре (поскольку энтропию можно понимать как меру информации) закодирована на ее горизонте – поверхности, а не внутри объема (иначе это можно сформулировать так, что содержание объектов, попавших в черную дыру, записано в флуктуациях ее горизонта событий).

Г. 'т Хоофт [’t Hooft, 1993, web] и Л. Сасскинд [Susskind, 1995, р. 6377–6396] обнаружили, что флуктуации (испускание и поглощение частиц) горизонта черной дыры в классическом четырехмерном пространстве-времени аналогичны таковым в двумерном пространстве (границе) теории квантовой гравитации⁷. Этот результат означает, что черные дыры можно описывать в более простом двумерном контексте (как голограмму). Говоря иначе, голографический принцип

⁶ Голограммой называется двумерное изображение, хранящее информацию о трехмерном объекте.

⁷ Эти флуктуации есть альтернативное (т.е. еще одно возможное) описание положения частиц и их масс, наряду с принятыми в квантовой теории поля.



устанавливает универсальную связь между информацией и геометрией [Bousso, 2002, p. 825–874]: четырехмерное пространство-время оказывается следствием колебаний двумерного горизонта черной дыры, что выражается в виде описания поведения информационных объектов.

Из этого результата и возникает вид дуальности, называемый голографическим⁸. Было показано [Maldacena, 1999, p. 1113–1133]⁹, что двумерная теория элементарных частиц и многомерная теория гравитации являются одной и той же теорией – в том смысле, что они описывают одну и ту же реальность. Это называется голографической дуальностью, так как двумерная граница одной теории рассматривается как пространство-время для другой, иными словами, вся информация об объекте большей размерности закодирована на объекте меньшей размерности. Таким образом, связанные голографической дуальностью теории описывают одну действительность, т.е. являются эквивалентными описаниями, несмотря на то, что содержат различное число пространственных измерений. Приблизительной иллюстрацией голографической дуальности может служить следующий пример: программный код и его визуализация на экране дуально связаны, они описывают одну и ту же реальность, при этом изображение двумерно (в некоторых случаях можно говорить о трехмерности), а код одномерен и изменения в коде приведут к изменениям изображения, при этом и то, и другое является информационными объектами. Элиминация пространственных измерений (одной из важнейших характеристик реальности) может свидетельствовать том, что фундаментальными оказываются сами описания, так как за ними не стоит некая реальность, имеющая выделенную, единственную конфигурацию, но они сами есть первичные объекты – информационные.

В пользу ИСР с альтернативными описаниями можно также привести аргумент и из так называемой цифровой физики (или цифровой философии, как ее называл один из основоположников Эдвард Фредкин), получившей развитие в середине XX в. в связи с разработками на стыке компьютерных технологий и квантовой теории поля, где изменения квантовых состояний могут рассматриваться как смена значений битов, например, с 0 на 1¹⁰. Сторонники цифрового

⁸ Его так же называют AdS/CFT-соответствием, где AdS означает «пространство анти-де Ситтера» (теория с гравитацией в пространстве с отрицательной кривизной), а CFT – «комфорная теория поля» (вариант квантовой теории поля).

⁹ Свидетельством значимости этого результата является тот факт, что содержащая его работа на сегодняшний день процитирована в научной литературе более двадцати тысяч раз.

¹⁰ См. пионерские работы в этой области: Э. Фредкин [Fredkin, 2003, p. 189–247], К. Цузе [Zuse, 1967, p. 336–344], К.Ф. фон Вайцзеккер [Weizsacker, 1980], С. Вольфрам [Wolfram, 2002].



подхода выдвинули ряд идей, общим основанием которых было предположение, что фундаментальной реальностью является числовая информация. Например, Вселенная может быть представлена как сложная программа (по аналогии с компьютерной программой), функционирующая на основе более простых, которые могли возникнуть случайным образом ([Schmidhuber, 1997, p. 201–208; Lloyd, 2007, p. 46]). Основная идея подхода состоит в том, что все физические процессы могут быть выражены с помощью единиц, нулей и операций над ними («всё из бита» Джона Уилера [Wheeler, 1990, p. 5]). По мнению Уилера, фундаментальный объект физики – квант – является не физическим объектом, а информационным, так как это бит, единица информации. Интересно, что с этой точки зрения одно и то же явление можно закодировать разными способами, т.е. с помощью различных информационных описаний (например, реализацию какой-либо задачи можно выполнить с помощью нескольких программ, эквивалентных друг другу). В этом сценарии информация оказывается не только онтологически первичной, но и может быть представлена существенно различающимися моделями, являющимися эквивалентными альтернативами описания реальности (и приводящими к одним и тем же следствиям на наблюдаемом уровне).

Заключение

Были рассмотрены аргументы в пользу точки зрения, что допустимы эквивалентные описания реальности в виде различающихся моделей, что соответствует в целом позиции элиминативного ОСР с тем, однако, важным дополнением, что они имеют равный онтологический статус, поскольку на фундаментальном уровне описывают одно и то же. Это описываемое не имеет какого-либо избранного, фиксированного вида – оно доступно исключительно через описания, которые, будучи эквивалентными, тем не менее по отдельности видят реальность физически разной (например, как было показано, в теориях с разными метриками пространства). В свою очередь это свидетельствует в пользу того, что нет смысла говорить о реальности, стоящей «за» этими описаниями – свойства пространства-времени становятся производными от способов описаний, и это дополнение уже в полной мере соответствует духу ИСР. Это возможно только в том случае, если описания (информация) и есть фундаментальная реальность, т.е. она онтологически первична.

Здесь очевидно может возникнуть проблема такого рода: если информация и есть реальность, то равным онтологическим статусом должны обладать любые модели, в равной степени те, что верно предсказывают результаты наблюдений, и те, что ошибаются. На это



можно ответить, что это действительно так: из информации можно составить любую модель, в том числе ту, которая не соответствует нашему (наблюдаемому) миру, но это никаким образом не дискредитирует информационные единицы (например, биты) – они не перестают из-за этого существовать. Модель может быть не верна, но она есть – это можно интерпретировать и в том смысле, что она описывает один из множества возможных миров, хотя такая интерпретация необязательна. Таким образом, здесь ни в коем случае не отстаивался релятивизм в вопросе истинности теорий, теории, очевидно, могут быть верными, а могут не быть; здесь обсуждался вопрос о фундаментальном уровне реальности. Вывод состоит в том, что наиболее адекватным претендентом на решение этого вопроса оказывается версия ИСП с альтернативными описаниями, которая противопоставляет себя рассмотренной выше версии неэлиминативного ОСР с его постулатом о том, что теоретические объекты не существуют. В предлагаемой версии показывается, что, наоборот, только и можно быть уверенным в существовании этих объектов (наравне со структурами, которые также являются информационными объектами) – по крайней мере, они доступны для познания на ненаблюдаемом уровне.

Список литературы

Головко, Эртель, 2020 – Головко Н.В., Эртель И.И. Онтический структурный реализм: онтология паттернов и модальная природа структур // Сибирский философский журнал. 2020. Т. 18. № 4. С. 5–29.

Карпенко, 2021 – Карпенко И.А. Критика солипсизма в контексте многомировых моделей // Философия науки и техники. 2021. Т. 26. № 1. С. 78–90.

Мамчур, 2004 – Мамчур Е.А. Объективность науки и релятивизм (к дискуссиям в современной эпистемологии). М.: ИФ РАН, 2004. 242 с.

Мамчур, 2014 – Мамчур Е.А. Информационно-теоретический поворот в интерпретации квантовой механики. Философско-методологический анализ // Вопросы философии. 2014. № 1. С. 57–71.

Мамчур, 2016 – Мамчур Е.А. В поисках информационной интерпретации квантовой механики // Vox: Философский журнал. URL: <https://vox-journal.org/content/Vox20/Vox20-MamchurE.pdf> (дата обращения: 13.03.2025).

Прись, 2024 – Прись И.Е. Эффективный онтический структурный реализм и контекстуальный реализм. Философия науки. 2024. Т. 2. № 101. С. 69–91.

Терехович, 2023 – Терехович В.Э. Структуры, объекты и реальность. Часть 1 // Эпистемология и философия науки. 2022. Т. 59. № 3. С. 166–184.

Терехович, 2023 – Терехович В.Э. Структуры, объекты и реальность. Часть 2 // Эпистемология и философия науки. 2023. Т. 60. № 1. С. 149–165.

Фурсов, 2022 – Фурсов А.А. Научный реализм и развитие теории суперструн // После постпозитивизма / Под. ред. И.Т. Касавина, И.Д. Невважай, Л.В. Шиповаловой, Д.С. Артамонова. М.: РОИФН, 2022. С. 27–32.



References

- 't Hooft, 1993 – 't Hooft, G. "Dimensional Reduction in Quantum Gravity", *Cornell University Archives*, 1993. [<https://arxiv.org/pdf/gr-qc/9310026v2.pdf>, accessed on 09.12.2024]
- Becker, Becker, Schwarz, 2007 – Becker, K., Becker, M., Schwarz, J. *String theory and M-theory: A Modern Introduction*. New York; Cambridge University Press, 2007.
- Bekenstein, 1972 – Bekenstein, A. "Black Holes and the Second Law", *Lettere al Nuovo Cimento*, 1972, vol. 4, no. 15, pp. 99–104.
- Beni, 2016 – Beni, M.D. "Epistemic Informational Structural Realism", *Minds & Machines*, 2016, vol. 26, pp. 323–339.
- Bynum, 2014 – Bynum, T.W., "On the Possibility of Quantum Informational Structural Realism", *Minds and Machines*, 2014, vol. 24, no. 1, pp. 123–139.
- Cao, 2003 – Cao, T.Y. "Structural Realism and the Interpretation of Quantum Field Theory", *Synthese*, 2003, vol. 136, no. 1, pp. 3–24.
- Chakravartty, 1998 – Chakravartty, A. "Semirealism", *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 1998, vol. 29, no. 3, pp. 391–408.
- Chaly, V.A. "Nauchnyi perspektivizm: realizm, antirealizm ili novaya paradigma?" [Scientific perspectivism: realism, antirealism, or a new paradigm?], *Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science*, 2022, vol. 70, pp. 80–90. (In Russian)
- Demopoulos, Friedman, 1985 – Demopoulos, W., Friedman, M. "Critical Notice: Bertrand Russell's The Analysis of Matter: Its Historical Context and Contemporary Interest", *Philosophy of Science*, 1985, vol. 52, no. 4, pp. 621–639.
- Esfeld, Lam, 2010 – Esfeld, M., Lam, V. "Ontic structural realism as a metaphysics of objects", in: A. Bokulich, P. Bokulich (eds.). *Scientific Structuralism. Boston Studies in the Philosophy and History of Science*, vol. 281. Dordrecht: Springer, 2010, pp. 143–159.
- Floridi, 2003 – Floridi, L. "Informational Realism", 2003. [<https://philpapers.org/archive/FLOIR.pdf>, accessed on 14.03.2025]
- Floridi, 2008 – Floridi, L. "A Defense of Informational Structural Realism", *Synthese*, 2008, vol. 161, pp. 219–253.
- Floridi, 2009 – Floridi, L. "Against Digital Ontology", *Synthese*, 2009, vol. 168, pp. 151–178.
- Floridi, 2013 – Floridi, L. *The Philosophy of Information*. Oxford: Oxford University Press, 2013. 405 p.
- Fredkin, 2003 – Fredkin, E. "An Introduction to Digital Philosophy", *International Journal of Theoretical Physics*, 2003, vol. 42, pp. 189–247.
- French, 2016 – French, S. "Eliminating Objects Across the Sciences", in: T. Pradeu, A. Guay (eds.). *Individuals Across the Sciences*. New York: Oxford University Press, 2016, pp. 371–394.
- Fursov, A.A. "Nauchnyi realizm i razvitie teorii superstrun" [Scientific Realism and the Development of Superstring Theory], in: I.T. Kasavin, I.D. Nevvazhai, L.V. Shipovalova, D.S. Artamonov (eds.). *Posle postpozitivizma* [After Postpositivism]. Moscow: ROIFN, 2022, pp. 27–32. (In Russian)



Golovko, N.V., Ertel, I.I. "Onticheskii strukturnyi realizm: ontologiya patternov i modal'naya priroda struktur" [Ontical Structural Realism: The Ontology of Patterns and the Modal Nature of Structures], *Sibirskii filosofskii zhurnal*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 5–29. (In Russian)

Hawking, 1975 – Hawking, S. "Particle Creation by Black Holes", *Communications in Mathematical Physics*, 1975, vol. 43, no. 3, pp. 199–220.

Karpenko, I. A. "Kritika solipsizma v kontekste mnogomirovykh modelei" [Criticism of solipsism in the contexts of many-world models], *Philosophy of Science and Technology*, 2021, vol. 26, no. 1, pp. 78–90. (In Russian)

Ladyman, 2017 – Ladyman, J. "An Apology for Naturalized Metaphysics", in: M.H. Slater & Z. Yudell (eds.). *Metaphysics and the Philosophy of Science: New Essays*. New York: Oxford University Press, 2017, pp. 141–162.

Ladyman, 2024 – Ladyman, J. "Structural Realism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2024. [<https://plato.stanford.edu/archives/spr2024/entries/structural-realism/>, accessed on 09.12.2024]

Ladyman, 2008 – Ladyman, J. Structural Realism and the Relationship between the Special Sciences and Physics, *Philosophy of Science*, 2008, vol. 75, no. 5, pp. 744–755.

Lektorsky, 2023 – Lektorsky, V. A. "Epistemological Realism and Cognitive Science", *Global Philosophy*, 2023, vol. 33, no. 6, article number 49.

Lloyd, 2007 – Lloyd, S. *Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos*. New York: Vintage, 2007.

Long, 2020 – Long, B. "ISR Is Still a Digital Ontology", *Erkenntnis*, 2020, vol. 85, no. 3, pp. 649–664.

Maldacena, 1999 – Maldacena, J. "The Large N Limit of Superconformal Field Theories and Supergravity", *International Journal of Theoretical Physics*, 1999, vol. 38, no. 4, pp. 1113–1133.

Mamchur, E.A. *Ob"ektivnost' nauki i relyativizm (k diskussiyam v sovremennoi epistemologii)* [The Objectivity of Science and Relativism (towards Discussions in Modern Epistemology)]. Moscow: IPh RAS, 2004. (In Russian)

Mamchur, E.A. Informatsionno-teoreticheskii povорот v interpretatsii kvantovoi mekhaniki. Filosofsko-metodologicheskii analiz [Information-Theoretic Twist in Interpretation of Quantum Mechanics: Philosophical and Methodological Analysis], *Voprosy Filosofii*, 2014, vol. 1, pp. 57–71. (In Russian)

Mamchur, E.A. "V poiskakh informatsionnoi interpretatsii kvantovoi mekhaniki" [In a Search for Information Interpretation of Quantum Mechanics], *Vox*, 2016 [<https://vox-journal.org/content/Vox20/Vox20-MamchurE.pdf>, accessed on 13.03.2013]. (In Russian)

Maxwell, 1970 – Maxwell, G. "Theories, Perception and Structural Realism", in: R. Colodny (ed.). *The Nature and Function of Scientific Theories: Essays in Contemporary Science and Philosophy*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, 1970, pp. 3–34.

Newman, 1928 – Newman, M.H.A. "Mr. Russell's Causal Theory of Perception", *Mind*, 1928, vol. 37, no. 146, pp. 137–148.

Poincaré, 1905 – Poincaré, H. "La valeur de la science", *Revue Philosophique de la France Et de l'Etranger*, 1905, vol. 60, pp. 415–423.



Polchinski, 1998 – Polchinski, J. *String Theory, vol. 2: Superstring Theory and Beyond*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

Pris, 2024 – Pris, I.E. “Effektivnyi onticheskii strukturnyi realizm i kontekstual’nyi realizm” [Effective Ontic Structural Realism and Contextual Realism], *Filosofiya nauki*, 2024, vol. 2, no. 101, pp. 69–91.

Psillos, 2001 – Psillos, S. “Is Structural Realism Possible?”, *Philosophy of Science*, 2001, vol. 68, no. 3, pp. 13–24.

Ramsey, 1931 – Ramsey, F. “Theories”, in: R.B. Braithwaite (ed.). *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*. New York: Harcourt, Brace and Company, 1931, pp. 212–236.

Reck, Schiemer, 2023 – Reck, E., Schiemer, G. “Structuralism in the Philosophy of Mathematics”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2023. [<https://plato.stanford.edu/archives/spr2023/entries/structuralism-mathematics/>, accessed on 09.12.2024]

Rowbottom, 2019 – Rowbottom, D.P. “Scientific Realism: What It Is, the Contemporary Debate, and New Directions”, *Synthese*, 2019, vol. 196, no. 2, pp. 451–484.

Schaffer, 2003 – Schaffer, J. “Is There a Fundamental Level?”, *Noûs*, 2003, vol. 37, no. 3, pp. 498–517.

Schmidhuber, 1997 – Schmidhuber, J. “A Computer Scientist’s View of Life, the Universe, and Everything”, in: C. Freksa (ed.) *Foundations of Computer Science: Potential – Theory – Cognition. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer, 1997, pp. 201–208.

Sequoiah-Grayson, Floridi, 2022 – Sequoiah-Grayson, S., Floridi, L. “Semantic Conceptions of Information”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2022. [<https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/information-semantic/>, accessed on 14.03.2025]

Seiberg, 2007 – Seiberg, N. “Emergent Spacetime”, in: Henneaux, M., Severin, A., Gross, D. (eds.). *The Quantum Structure of Space and Time*. 2007, Singapore: WSPC, pp. 163–213.

Susskind, L. “The World as a Hologram”, *Journal of Mathematical Physics*, 1995, vol. 36, no. 11, pp. 6377–6396.

Terekhov, V.E. “Struktury, ob’ekty i real’nost’. Chast’ 1” [Structures, Objects, and Reality. Part 1], *Epistemology & Philosophy of Science*, 2022, vol. 59, no. 3, pp. 166–184. (In Russian)

Terekhov, Vladislav E. “Struktury, ob’ekty i real’nost’. Chast’ 2” [Structures, Objects, and Reality. Part 2], *Epistemology & Philosophy of Science*, 2023, vol. 60, no. 1, pp. 149–165. (In Russian)

van Fraassen, 1991 – van Fraassen, B.C. *Quantum Mechanics: An Empiricist View*. Oxford: Clarendon Press, 1991.

Votsis, 2011 – Votsis, I. “Everything You Always Wanted to Know about Structural Realism but were Afraid to Ask”, *European Journal for Philosophy of Science*, 2011, vol. 1, no. 2, pp. 227–276.

Votsis, 2004 – Votsis, I. *The Epistemological Status of Scientific Theories: An Investigation of the Structural Realist Account*. London School of Economics, 2004. [https://www.votsis.org/PDF/Votsis_Dissertation.pdf, accessed on 09.12.2004]



Wallace, 2022 – Wallace, D. “Stating Structural Realism: Mathematics-first Approaches to Physics and Metaphysics”, *Philosophical Perspectives*, 2022, vol. 36, no. 1, pp. 345–378.

Weizsacker, 1980 – Weizsacker, C. *The Unity of Nature*. New York: Farrar Straus Giroux, 1980.

Wheeler, 2022 – Wheeler, B. “How Realist Is Informational Structural Realism?”, *Synthese*, 2022, vol. 200, article number 480.

Wheeler, 1990 – Wheeler, J. “Information, Physics, Quantum: The Search for Links”, in: W. Zurek (ed.). *Complexity, Entropy, and the Physics of Information*. Redwood City: Addison-Wesley, 1990, p. 3–28.

Wolfram, 2002 – Wolfram, S. *A New Kind of Science*. Champaign: Wolfram Media, 2002.

Worrall, 1989 – Worrall, J. “Structural Realism: The Best of Both Worlds?”, *Dialectica*, 1989, vol. 43, no. 1–2, pp. 99–124.

Yaghmaie, 2021 – Yaghmaie, A. “On the Problem of Relation Without Relata”, *Philosophical Investigations*, 2021, vol. 14, no. 33, pp. 404–425.

Zuse, 1967 – Zuse, K. “Rechnender Raum”, *Elektronische Datenverarbeitung*, 1967, vol. 8, pp. 336–344.

Zwiebach, 2009 – Zwiebach, B. *A First Course in String Theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.