

УДК: 1/14

DOI: 10.15372/PS20250515

EDN: IWOUOG

А.К. Гуц

**МОДАЛЬНЫЙ РЕАЛИЗМ,
СПОСОБЫ ПОРОЖДЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ МИРОВ,
КРИТЕРИЙ ФИЗИЧНОСТИ ВОЗМОЖНЫХ МИРОВ**

В докладе дана история появления различных концепций возможных миров, которые вошли в науку разными путями – как открытие в квантовой механике, так и в ходе решения семантических проблем в математической логике, или через желание математиков внедрить в физику категорный аппарат, альтернативный аппарату, основанному на теории множеств. Критерием реальности возможных миров в теоретическом плане, по мнению автора, может стать, применительно к ним, развитие такой же физики, как и в случае известной нам теоретической физики, прародителями которой были Ньютон и Лейбниц.

Ключевые слова: возможные миры, модальный реализм.

A.K. Guts

**MODAL REALISM,
WAYS OF GENERATING POSSIBLE WORLDS,
CRITERION OF PHYSICALITY OF POSSIBLE WORLDS**

In this report a history of the emergence of various concepts of possible worlds that have entered science in different ways – as discovery in quantum mechanics, as well as in the course of solving semantic problems in

mathematical logic, or through the desire of mathematicians to introduce into physics a categorical apparatus that is alternative to the apparatus based on set theory is provided. According to the author, the criterion of the reality of possible worlds in theoretical terms may be the development of the same physics applied to them as in the case of theoretical physics known to us, the progenitors of which were Newton and Leibniz.

Keywords: possible worlds, modal realism.

Возможные миры, которые были открыты и восприняты как нечто физически возможное в физике в то время, когда физики возвысились над лириками и были кумирами молодежи, то есть в 1950-годы, были практически сразу же забыты. Но в 1970-е годы они вновь появились в науке благодаря Брайсу ДеВитту (DeWitt, 1973), но уже под названием *параллельных вселенных*. Их первоначальное название – *relative states*, и знали об их существовании весьма немногие физики, но это были Джон Арчибальд Уилер и Нильс Бор. Нильс Бор был напуган дерзкой идеей аспиранта Джо Эверетта III (Everett, 1957). Общение последнего с Бором, а Эверетт летал к нему в Данию, закончилось тем, что Эверетт ушел из науки и подался в атомное ведомство. Диссертацию по теории *relative states* он всё-таки защитил, но благодаря настойчивости Уилера (Everett, 1973). Слава создателя возможных параллельных миров в квантовой механике пришла к нему в 1972, когда ДеВитт собрал конференцию по *многомировой* интерпретации квантовой механики, или как ее стали позже называть *эвереттовской интерпретации* квантовой механики.

Но миры Эверетта никак не описаны физически в рамках математического аппарата квантовой механики – они всего лишь слагаемые бесконечного ряда, и лишь одно из них есть наш реальный мир, согласно *боровской*, или копенгагенской интерпретации квантовой механики. Точнее, миры Эверетта такие же, как наш мир, но что-то в них *не так*, и это «не так» не случилось, поскольку *маловероятно*. Однако, Эверетт выдвинул концепцию, что в определенный момент, когда все эти миры *реализуются*, то есть Реальность разветвляется, одновременно разветвляется и наше сознание, и каждый возникший мир наблюдается какой-то частью нашего сознания. И таких маловероятных «не так» беско-

нечно много. Однако, где они существуют, где их искать, квантовая механика ничего не говорит. Впрочем, о разветвлении, или, как говорят, о раздвоении личности мы что-то слышали от психиатров, которые считают это заболеванием.

Тем не менее, попытку наполнить возможные миры Эверетта физическим содержанием предпринял один из создателей квантовых вычислений Давид Дойч, говоря о *теневых* частицах, заполняющих *возможные теньевые миры*. Книга Дойча «Fabric of Reality» (1997) широко обсуждалась, однако эти теньевые миры никак физически не описаны, они фактически являются мирами Эверетта, поскольку Дойч использовал ту же квантовую механику, что и Эверетт.

Здесь важно отметить, что миры Эверетта рождаются в рамках классической двузначной логики, поскольку оговоренный выше ряд – это всего лишь классическое решение классического дифференциального уравнения Шрёдингера. Разговоры же о существовании особой квантовой логики, лучше сказать квантовых логик, поскольку их придумано множество, мало соотносится в какой-то мере с классической логикой исследований специалистов по квантовой механике. Миры Эверетта вне модальных логик.

Теньевым частицам Дойча было найдена чисто физическая интерпретация как фермионам с нулевым тензором энергии-импульса. Сделала это молодой математик Елена Палешева (Палешева, 2001), защитившая на эту тему кандидатскую диссертацию по теоретической физике. Эти частицы, а, точнее, соответствующее им решение уравнений Дирака были обнаружены в 1970-е годы и известны под названием призраки или духи (ghosts). Было показано, что призраки могут взаимодействовать с частицами нашего мира (Палешева, 2002). И более того, возможны переходы из теневого мира в наш мир и обратно (Гуц, 2020). Таким образом, тут мы видим расхождение с утверждениями отдельных известных философов, что возможные миры не взаимодействуют – каждый сам по себе. Но в данном случае, установление взаимодействия возможных миров друг с другом – это факты, полученные в рамках квантовой механики, то есть, общепринятыми в физике научными методами. Появляется возможность просчитывать самые различные детали проникновения одного мира в другой, находить условия таких проникновений,

определять как последствия таких общений, так их преимущества, делая, быть может, неожиданные открытия.

Вспомним, что есть чисто логический способ порождения возможных миров. И найден он был не физиками, а логиками. Этот способ действует вне классической логики, он обращается к познанию Мира с помощью модальной логики. Так рождаются возможные миры Льюиса, возрождаются миры Лейбница, рождаются при интерпретации формул модальной логики, известной как семантика Соула Крипке. Хотя было ясно, что интерпретации модальных логик многозначны, блестящее обращение Крипке к монадам Лейбница породило многообразие логически возможных миров с булевой логикой.

Вот только физика в работах Кларенса Льюиса и Крипке, по сути дела, отсутствует. Эти миры возможны, но в них нет физики, нет дифференциальных уравнений, нет материи. Неясно, где их искать, и как они выглядят. Впрочем, Льюис, и особенно Крипке, не придавали своим возможным мирам характера реального физического существования. Хотя другой Льюис, Дэвид Льюис, – авторитетный философ в области аналитической философии, будучи материалистом, был убежден в полной реальности возможных миров.

Попытку построить физику с возможными мирами и с уравнениями в них предпринял в 1970-е годы американский логик Уильям Ловер, обратившись к математической теории категорий. Но даже математики, интересующиеся физикой, его идеи не восприняли. Тем не менее, на свет появилась теория топосов, которая, однако, в категорном исполнении, то есть в рамках математической теории категорий, по-прежнему отпугивала искателей реальных возможных миров.

Тут интересно отметить, что хотя теория топосов как раз и задает многообразие возможных миров, поскольку ей была предназначена роль семантических моделей для формальной *синтетической дифференциальной геометрии* (СДГ), в рамках которой и пишутся столь необходимые дифференциальные уравнения, в которой содержится аналог дифференциального и интегрального исчисления, и в которой все функции дифференцируемы, что всегда было тем, на что не обращали внимания физики, но что так остро воспринимали математики (Kock, 1981).

Синтетическая дифференциальная геометрия, а лучше сказать, синтетическое дифференциальное и интегральное исчисление – это тот же математический аппарат, который подарили физикам Ньютон и Лейбниц, и благодаря чему были написаны уравнения Максвелла и Эйнштейна и все уравнения математической физики, вот только логика там интуиционистская, или, если хотите, модальная. И, следовательно, при семантических интерпретациях теорий, созданных с помощью синтетической дифференциальной геометрии, всегда будут появляться многообразия возможных миров. Но в этих мирах, уже всё есть – и уравнения, и физика, и, если пожелаете, раздвоение сознания. Однако, в СДГ не действует закон исключенного третьего, логика в СДГ интуиционистская, и это открывает путь к порождению многообразия возможных *классических* миров, то есть миров с классической логикой, как и в случае семантики Крипке.

Как видим, это тот же путь, что путь порождения возможных миров Крипке. Вначале, на языке синтетической дифференциальной геометрии пишется формальная теория T пространства-времени с уравнением Эйнштейна, – аналог общей теории относительности (Гуц, 2012), – затем в качестве ее интерпретации i берется один из гладких топосов, скажем, топос \mathbf{Sets}^{Lop} , или символически

$$i: \mathbf{Sets}^{Lop} \models T,$$

где L – категория так называемых локусов, состоящей из конечно порожденных гладких колец $lA = C^\infty(\mathbf{R}^n)/I$ (Moerdijk, 1991), \mathbf{Sets} – категория множеств Кантора.

При такой интерпретации объектам топоса \mathbf{Sets}^{Lop} , например кольцу R – множеству, заменяющему в СДГ поле вещественных чисел, множеству функций в нем R^R и другим объектам ставятся в соответствии функторы F рассматриваемого топоса \mathbf{Sets}^{Lop} (категории), как-то, $i(R) = F_R \in \mathbf{Sets}^{Lop}$, $i(R^R) = F^F \in \mathbf{Sets}^{Lop}$ и пр.

При интерпретации i элементам x кольца R ставятся в соответствие «элементы» $i(x)$ функтора F_R из \mathbf{Sets}^{Lop} . Но сделать это не так просто потому, что функтор F_R определен на категории локусов L , $F_R: L \rightarrow \mathbf{Sets}$, то есть переменной (аргументом) является произвольный локус lA , а значением будет множество

$F_R(lA) \in \mathbf{Sets}$. Иначе говоря, выбор того, что поставить в соответствие «числу» $x \in R$ зависит от выбора локуса lA .

Выход из затруднения заключается в определении *обобщённых элементов* $f \in_{lA} F$ для любого функтора F в *стадии* (at stage) lA , который по определению есть элемент $f \in F(lA)$.

Теперь сопоставляем элементу $x \in R$ обобщённый элемент $i(x) \in_{lA} lA$. Но, как видим, таких элементов $i(x)$ столько, сколько локусов. При переходе к интерпретации (модели) в топосе $\mathbf{Sets}^{L_{op}}$ происходит «размножение», или «разветвление» элемента x . Он начинает существовать в бесконечном числе вариантов $\{i(x) : i(x) \in_{lA} F_R, lA \in L\}$.

Другими словами, появляется бесконечное число возможных миров с классической булевой логикой, и в каждом из них имеет место классическое дифференциальное и интегральное исчисления и, естественно, классическая теоретическая физика.

Чем различается математика в этих мирах? И в чем различие физических законов в них? Дело в том, что кольцо R отличается от поля вещественных чисел \mathbf{R} добавлением к последнему множества бесконечно малых элементов $D = \{d \neq 0 : d^2 = 0\}$. Поэтому известный всем факт, что любая фундаментальная физическая константа k измеряется лишь с некоторой точностью, в теории T сводится к постулату, что $k = k_0 + d$, $d \in D$, и это сразу даёт разветвление на множество различных возможных миров. В принципе, в каждом из них, физические константы точно не измеряются, но их отклонения от величины k_0 у всех различны.

Отсюда следует, что доказательством истинности (реальности) существования множества возможных миров, по-разному отличающихся от нашего, является то, что, как всем известно, физические константы мы, в нашем мире, точно измерить не можем, и лишь только уточняем их. Заметим, что если слово stage перевести как «сцена», то возможные миры появляются в *Реальности* как *разные* спектакли с одним и тем же сценарием T на *разных сценах* и в значительной степени за счет участия актеров с *отличающимся по силе талантом*, который мы называем фундаментальной константой.

Подводя итог, можем сказать, что скепсис Крипке по поводу реальности возможных миров был оправдан, поскольку в его возможных мирах не было «материи» (физики), а была только булева

логика, а оптимизм Дэвида Льюиса был преждевременным, в его руках были только слагаемые из бесконечного ряда, дающего решения уравнению Дирака, но и то, если он был знаком с эвереттовской интерпретацией квантовой механики.

Литература

1. *Everett, Hugh III.* Relative State. Formulation of Quantum Mechanics. // *Reviews of Modern Physics.* 1957. Vol. 29, №3. P. 454-462.
2. *Everett, Hugh III.* Theory of the universal wave function. // *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics / Eds. B. DeWitt, N. Graham.* Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 1973. P. 3-140.
3. *DeWitt, B. S.* The many-universe interpretation of quantum mechanics. // *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics / Eds. B. DeWitt, N. Graham.* Princeton/New Jersey: Princeton University Press. 1973. P. 167-218.
4. *Палешева, Е. В.* Спинорные духи, теневые электроны и мультиверс Дойча. // *Математические структуры и моделирование.* 2001. Вып.8. С. 66-75.
5. *Палешева, Е.В.* Вклад спинорных духов в интерференцию квантовых частиц // *Математические структуры и моделирование.* 2002. Вып. 9. С. 142-157.
6. *Гуц, А. К.* (2020). Частицы-призраки, сцепленность исторических эпох и машина времени. *Математические структуры и моделирование.* №3 (55). С. 12-21.
7. *Kock, A.* Synthetic Differential Geometry. Cambridge Univ. Press. 1981.
8. *Moerdijk, I., Reyes, G. E.* *Models for Smooth Infinitesimal Analysis.* Springer-Verlag, 1991.
9. *Гуц, А. К.* (2012). *Физика реальности.* Омск: Изд-во КАН. 2012.

References

1. *Everett, Hugh III.* (1957). "Relative State» Formulation of Quantum Mechanics. // *Reviews of Modern Physics.* Vol. 29, no.3. pp. 454-462.
2. *Everett, Hugh III.* (1973). Theory of the universal wave function. In *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics / Eds. B. DeWitt, N.Graham.* Princeton/New Jersey: Princeton University Press, pp. 3-140. (In Eng.)

3. DeWitt, B. S. (1973). The many-universe interpretation of quantum mechanics. // *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*. / Eds. B. DeWitt, N.Graham. Princeton/New Jersey: Princeton University Press. Pp. 167-218.
4. Palesheva, E. V. (2001). Spinor ghosts, shadow electrons, and the Deutsch multiverse. *Mathematical Structures and Modeling*. 2001. № 8. Pp. 66-75. (In Russ.)
5. Palesheva, E.V. (2002). Contribution of spinor ghosts to the interference of quantum particles. / *Mathematical structures and modeling*. Issue 9. Pp. 142-157. (In Russ.)
6. Guts, A. K. (2020). Ghost particles, entanglement of historical epochs and a time machine. *Mathematical structures and modeling*. No. 3 (55). P. 12-21. (In Russ.)
7. Kock, A. (1981). *Synthetic Differential Geometry*. Cambridge Univ. Press.
8. Moerdijk, I., Reyes, G. E. (1991). *Models for Smooth Infinitesimal Analysis*. Springer-Verlag.
9. Guts, A. K. (2012). *Physics of Reality*. Omsk: Publishing House of the KAN. (In Russ.)

Информация об авторе

Гуц Александр Константинович – доктор физ.-мат. наук, профессор, Профессор кафедры информационных технологий и математики Сочинский государственный университет.
aguts@mail.ru

Information about author

Guts Alexander Konstantinovich – Dr. Science in Physics and Mathematics, Professor Full Professor Department of Information Technology and Mathematics Sochi State University.
aguts@mail.ru

Дата поступления 12.03.2025
Принята к печати 11.12.2025