

УДК 1:7/9

DOI: 10.34670/AR.2020.47.1.038

**Логика научного развития: парадигма  
Т. Куна и четвертая парадигма Дж. Грея**

**Платонова Светлана Ипатовна**

Доктор философских наук, доцент,  
заведующая кафедрой философии,  
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,  
426069 Российская Федерация, Ижевск, ул. Студенческая, 11;  
e-mail: platon-s@bk.ru

**Аннотация**

В статье анализируются концепты «парадигма» и «четвертая парадигма», представленные в философии науки Т. Куна и Дж. Грея. Если Т. Кун под парадигмой понимал модель научных исследований, то Дж. Грей в качестве основного критерия научной парадигмы выделяет радикальное изменение методологии и эпистемологии научного исследования, а также оперирование разными объемами данных. «Четвертая парадигма» предполагает обработку больших объемов экспериментальных данных, появление принципиально новых научных методов, связанных с обработкой больших данных, и ориентирована на получение выводов, проистекающих из данных. В статье рассматривается возникновение в рамках четвертой парадигмы двух ветвей науки: вычислительной науки и цифровой науки. Отмечается, что данное деление характерно не только для естественных наук, но и для социально-гуманитарных наук. Делается вывод, что четвертая парадигма научных исследований требует от ученых пересмотра всех стандартных научных операций, начиная от проведения эксперимента и заканчивая обработкой и интерпретацией научных данных.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Платонова С.И. Логика научного развития: парадигма Т. Куна и четвертая парадигма Дж. Грея // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2020. Том 9. № 1А. С. 144-151. DOI: 10.34670/AR.2020.47.1.038

**Ключевые слова**

Парадигмы, методология, эпистемология, большие данные, цифровая наука, вычислительная наука.

## Введение

Концепт «парадигма» сформировался в философии науки во второй половине XX века и широко обсуждался в мировой философии с этого времени. Данный концепт нередко отождествляется, прежде всего, с теоретическим подходом, разработанным Т. Куном. Вместе с тем в философии науки сегодня представлена другая версия концепта «парадигма», предложенная А. Сзалай и Дж. Греем. «Четвертая парадигма» является быстро развивающимся понятием, которое характеризует особенности современной науки. В рамках данной статьи мы проанализируем понятие «четвертая парадигма» Дж. Грея, сравнив при этом данный концепт с парадигмой Т. Куна. Целью статьи является также анализ кардинальных сдвигов в методологии науки, вызванных «четвертой парадигмой» научных исследований.

### Т. Кун и его концепт «парадигма»

Понятие «парадигма» чаще всего связывают с Т. Куном, который применил его для изучения развития естественнонаучного знания. В его работе «Структура научных революций» (1962) понятие «парадигма» является одним из центральных. Однако, несмотря на важность данного понятия, однозначного определения парадигмы Кун не предлагает. Исследователи насчитали 21 определение данного понятия в «Структуре научных революций». Самым, пожалуй, точным и соответствующим содержанию работы определением является следующее: «Под парадигмами я подразумеваю признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и их решений» [Кун, 1977, 11]. Парадигма – это (наилучший на данный момент) способ объяснения устройства мироздания. Примерами парадигм являются физика Аристотеля, астрономия К. Птолемея, геометрия Евклида, механика И. Ньютона, теория электричества Франклина, химия Лавуазье, теория относительности А. Эйнштейна и др. Развитие научного знания происходит благодаря научным революциям, когда одна господствующая парадигма заменяется на другую, предлагающую принципиально иное видение научной проблемы.

Однако реальное развитие науки расходилось с парадигмальной моделью Т. Куна. Это несоответствие было заметно даже в естественных науках. В частности, концепция смены парадигм Т. Куна не могла объяснить одновременное сосуществование в научной дисциплине двух конкурирующих теорий. Например, В.С. Степин отмечал, что в XIX веке существовала конкуренция двух альтернативных программ изучения явлений электричества и магнетизма: электродинамика Ампера-Вебера и электродинамика Фарадея-Максвелла [Степин, 2016, 9]. При конкуренции двух соперничающих программ победу в конечном итоге в физике XIX века одержала программа Фарадея-Максвелла. «Однако уже в XX веке физики вновь вернулись к идеям электродинамики Ампера-Вебера, которая легла в основу построения квантовой электродинамики» [Платонова, 2017, 135].

Логика развития социально-гуманитарных наук вообще с трудом укладывалась в предложенную концептуальную схему. Господство одной парадигмы, согласно концепции Т. Куна, не могло объяснить функционирование и развитие социально-гуманитарных наук, где полипарадигмальность, существование множества теорий, является признанным фактом. Поэтому предполагалось, что либо социальные науки еще не достигли развитого этапа, либо они принадлежат к такому типу наук, которые не объясняются логикой Куна. Согласно нашей

позиции, парадигма – это не господствующая длительное время хорошо обоснованная единственная теория, а «устойчивая, связанная совокупность теорий, объединенных общими представлениями о предмете исследования, методах исследования и интерпретации научных результатов» [Платонова, 2014, 124].

Видимо, этими причинами можно объяснить, что востребованность модели научного развития через смену парадигм, предложенной Т. Куном, к началу XXI века снизилась. Парадигмальную схему Т. Куна отличают довольно сильное упрощение реального развития науки, игнорирование специфики социально-гуманитарных наук, где полипарадигмальность является важной характеристикой.

### **«Четвертая парадигма» Джима Грея и современная наука**

Очередной всплеск интереса к концепту «парадигма» был вызван идеями, сформулированными американскими учеными А. Сзалай и Дж. Греем в начале XXI столетия. Александр Сзалай – ученый – физик, Джим Грей – ученый в области информатики. Они предложили рассматривать динамику науки и научных исследований в контексте развития и сменяемости четырех парадигм. По их мнению, развитие науки шло от экспериментальных исследований до появления цифровой науки, которую Джим Грей назвал «четвертой парадигмой» [Szalay, Grey, 2006, 413-414].

Что собой представляют первые три парадигмы научных исследований? Начиная с античности и приблизительно до Нового времени существовала экспериментальная наука, в основе которой лежали наблюдения, эксперименты с последующей систематизацией данных наблюдений и обобщением результатов экспериментов. Этот период получил название первой парадигмы. С XVII века начинается этап второй парадигмы, или этап теоретической науки, предполагающей использование теоретических моделей. На этом этапе были сформулированы законы механического движения И. Ньютона, законы движения планет И. Кеплера, уравнения Дж. Максвелла. Третья парадигма – крупномасштабное компьютерное моделирование – появилась в середине XX века [Heu, Tansley, Tolle, 2009, xviii]. Наука становится вычислительной. «Компьютеры позволили использовать методы численного моделирования, что ознаменовало появление третьей парадигмы, которая начала распространяться в последние 60 лет» [Журавлева, 2012, 118].

Современный этап в развитии науки Джим Грей предложил назвать четвертой парадигмой. В чем принципиально отличается данная парадигма от трех предыдущих? Особенностью четвертой научной парадигмы является то, что наука объединяет эксперимент, теорию и моделирование. «Четвертая парадигма Грея обеспечивает интегрирующую структуру, которая позволяет первым трем взаимодействовать и усиливать друг друга» [Lynch, 2014, 177]. Одной из особенностей четвертой парадигмы является значительное увеличение объемов данных. «Объемы данных удваиваются с каждым годом в большинстве областей современной науки, и анализ этих данных становится все более и более сложным» [Szalay, Grey, 2006, 413-414]. Данных становится очень много, поэтому они требуют автоматизированного анализа. Наука имеет дело с большими данными, которые обрабатываются программным обеспечением. «Четвертому периоду свойственна возможность обработки огромных объемов экспериментальных данных, появление новых научных методов, основанных на их анализе, и доминирование синтезирующих теорий. Данные содержат в себе много полезной информации,

но их анализ невозможен ни в каком другом виде, кроме как автоматизированного» [Журавлева, 2012, 118].

Например, «в астрономии с начала 20-го века мы наблюдаем третью «революцию» в экспериментальных данных. Это касается представления информации, методов накопления, объемов данных, а также обработки и анализа наблюдений, начиная с аналоговых светоприемников – фотоэмульсий, затем - цифровых светоприемников, а в настоящее время – гигабайтные объемы информации, получаемые в одном наблюдении, являются нормальным явлением. ... Традиционный подход, при котором исследователь анализирует данные с помощью процедур обработки только на своем рабочем компьютере, уже ушел в прошлое. ... Анализ больших объемов данных остается сложной, трудоемкой и ресурсоемкой задачей. И возможным решением этих задач является систематическое использование новых технологий интернета, систем управления базами данных. Эти системы ... имеют механизмы и обеспечивают средства для организации работы с большими наборами данных, эффективного поиска, сортировки, поддержки целостности данных и пр.» [Желенкова, Витковский, 2014, 47-48].

Приведенный пример из области астрономии, связанный с изменениями в работе с данными экспериментов и наблюдений, относится не только к данной научной дисциплине. Подобные революционные трансформации касаются большинства (если не всех) наук. Данных становится все больше и больше. Данные поступают от астрономических наблюдений и телескопов, от большого адронного коллайдера, от генетических и иных биологических исследований, метеорологических станций.

Современные ученые сейчас на самом деле не смотрят в телескопы. Вместо этого они «просматривают» крупномасштабные и сложные инструменты, которые передают данные в центры обработки данных, и только после этого они видят информацию на своих компьютерах. Для собирания и обработки огромного количества данных необходимо программное обеспечение, причем стоимость программного обеспечения может превышать капитальные затраты на строительство и обслуживание современных приборов. «Методы и технологии для такой наукоемкой науки настолько различны, что стоит отличать наукоемкую науку от вычислительной науки как новую четвертую парадигму научного исследования» [Hey, Tansley, Tolle, 2009, xxx].

В начале XX века большие данные стали активно распространяться в социальных исследованиях. Появление средств массовой информации, растущий интерес коммерческих и политических организаций к получению точных и детализированных знаний о мнениях, установках и вкусах различных слоев населения сделали возможным и необходимым получение массивных первичных данных. Это могут быть цифровые системы видеонаблюдения; данные розничных продаж; ведение журнала операций и взаимодействия по цифровым каналам связи (например, электронной почты или онлайн-банкинга); публикации в социальных сетях и другие данные. Получение этих данных не является целью какого-либо социального исследования. Большие данные зачастую являются побочным продуктом разного рода опросов.

Сейчас мы имеем большое количество дискуссий, в которых рассматриваются эпистемологические, методологические и онтологические вызовы, связанные с использованием Big Data (большие данные) в науках, в том числе и в социально-гуманитарных науках [Дудина, 2016; Kitchin, 2013; Resnyansky, 2019]. Дж. Грей обозначил еще одну существенную проблему

современной науки: наука отстает от коммерческого мира в способности выводить значения из данных и предпринимать действия, основанные на этом значении.

Рост объемов научных данных и изменения в методологии их анализа, обработки и интерпретации как раз и позволили утверждать А. Сзалай и Дж. Грею, что немногие традиционные и привычные методы научного исследования выживут в их нынешнем виде к 2020 году [Szalay, Grey, 2006, 413-414]. Скорее всего, мы стоим на пороге больших перемен в изменении методологии научных исследований и традиционного понимания науки.

К особенностям четвертой парадигмы можно отнести изменение мира науки в целом. Современная наука подразумевает междисциплинарность научных исследований, интеграцию разных научных дисциплин. Например, для определения экологических тенденций, влияющих на почвенное разнообразие, необходимо объединить экологические данные с данными по гидрологии, климату, биоразнообразию и биогеохимии [Szalay, Grey, 2006, 414]. Или для установления общих паттернов (например, констатация географической концентрации различных этнических сообществ в городе) необходимо дальнейшее объяснение, почему возникла именно такая концентрация, каковы социально-экономические последствия подобной концентрации, а это требует дальнейшей социальной теории и глубокого контекстуального знания [Kitchin, 2014, 8]. Иными словами, для объяснения сложившейся ситуации также требуются междисциплинарные усилия социальных географов, демографов, социологов, философов.

Ряд исследователей отмечает, что четвертая парадигма научных исследований приводит к изменению архива науки. Архив науки сам становится объектом непрерывной обработки информации [Lynch, 2014, 180].

Авторы книги «Четвертая парадигма» Т. Хей, С. Тэнсли, К. Толл утверждают, что эволюцию научных исследований можно представить в виде двух ветвей, направлений: вычислительная-Х и Х-информатика, где под Х понимается любая наука [Hey, Tansley, Tolle, 2009, xix]. Например, если мы посмотрим на экологию, то сейчас есть как вычислительная экология, предполагающая моделирование экологических процессов, так и экоинформатика, связанная со сбором и анализом экологической информации. Аналогично можно выделить вычислительную биологию и биоинформатику. Вычислительная биология имитирует работу биологических систем, а биоинформатика собирает и анализирует информацию из множества различных экспериментов. «Если вычислительная ветвь науки (вычислительная-Х) отвечала на вопрос «Как это может быть?», то информационная ветвь науки (Х-информатика) отвечает на вопрос: «Что это?» [Журавлева, 2012, 119].

Подобное разделение научной дисциплины на две ветви можно наблюдать и в социально-гуманитарных науках. Сейчас существуют вычислительные социальные науки и цифровые гуманитарные науки. Вычислительные социальные науки связаны с исследованиями гораздо большего масштаба, глубины, охвата, чем это было при исследованиях, построенных на ограниченных наборах данных. Цифровые гуманитарные науки включают в себя деятельность по обработке и анализу данных, имеющих цифровой формат изначально, а также проекты по переводу в цифровой формат и созданию архивов [Kitchin, 2014, 7]. Р. Китчин полагает, что цифровые гуманитарные науки встречают не только одобрение, но и определенную настороженность со стороны ученых-гуманитариев, так как использование компьютеров как «читающих устройств» подрывает традиционные методы анализа, связанные с внимательным изучением текста [Kitchin, 2014, 8].

## Заключение

Итак, концепт «парадигма», предложенный Т. Куном, дает упрощенную и линейную картину развития науки, очищенную от случайностей, многообразия, конкуренции, характерных для реальной науки. В современной философии науки активно используется понятие «четвертая парадигма», ориентированное на вычислительную, цифровую науку. Современная наука начинает использовать огромные массивы данных, при этом поток данных непрерывно растет, и это относится не только к естественным наукам, но и к социально-гуманитарным наукам также.

«Четвертая парадигма» науки требует от ученых пересмотра стандартных научных операций (проведение эксперимента, анализ экспериментальных данных, обобщение данных, проверка гипотез, формулирование научной теории). Одной из целей современной методологии науки является создание инструментов для поддержки всего цикла исследований – от сбора данных и их обработки до анализа данных и их визуализации. Четвертая парадигма предполагает междисциплинарную работу ученых, начиная от создания программного обеспечения до получения данных, их анализа и интерпретации.

И, наконец, «четвертая (информационная) парадигма» научных исследований требует осторожного ее применения в социально-гуманитарных науках. Использование вычислительных подходов успешно в коммерческом секторе, где с помощью больших данных можно отслеживать предпочтения людей по их онлайн-запросам и сетевой коммуникации. Но возникают проблемы при использовании этих методов в социальных и гуманитарных исследованиях, во многих практических областях. Поэтому большие данные требуют более тонкого учета социального контекста, обращения к социальным теориям.

## Библиография

1. Дудина В.И. Цифровые данные – потенциал развития социологического знания // Социологические исследования. 2016. № 9. С. 21-30.
2. Желенкова О.П., Витковский В.В. Методы управления данными, их организации и анализа в астрофизических исследованиях // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6-8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. В 2-х тт. Т. 2. М.: ВЦ РАН, 2014. С. 47-66).
3. Журавлева Е.Ю. Эпистемический статус цифровых данных в современных научных исследованиях // Вопросы философии. 2012. № 2. С. 113-125.
4. Кун Т. Структура научных революций. Пер. с англ. И. Налетова. М.: Прогресс, 1977. 300 с.
5. Платонова С.И. Парадигмальный характер социального знания: дис. ... докт. филос. наук. М.: РУДН, 2014. 271 с.
6. Платонова С.И. Эпистемологические особенности современного социально-гуманитарного знания // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2017. Том 6. № 3А. С. 131-142.
7. Степин В.С. Историко-научные реконструкции: плюрализм и кумулятивная преемственность в развитии научного знания // Вопросы философии. 2016. № 6. С. 5-15.
8. Hey T., Tansley S., Tolle K. Jim Grey on eScience: A transformed scientific method» // The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery / Eds: Hey T., Tansley S., Tolle K. Redmond: Microsoft Research, 2009. Pp. XVII-XXXI.
9. Kitchin R. Big Data and Human Geography: Opportunities, Challenges and Risks // Dialogues in Human Geography. 2013. Vol. 3. No. 3. Pp. 262-267.
10. Kitchin R. Big data, New epistemologies and Paradigm Shifts // Big Data & Society. 2014. Vol. 1. No. 1. Pp. 1-12.
11. Lynch C. Jim Grey's Fourth Paradigm and the Construction of the Scientific Record // The Fourth Paradigm. Data-Intensive Scientific Discovery / Edited by Tony Hey, Stewart Tansley and Kristin Tolle. Microsoft Research, 2009. Pp. 177-185.
12. Resnyansky L. Conceptual frameworks for social and cultural Big Data analytics: Answering the epistemological challenges // Big Data & Society. 2019. Vol. 6. No. 1. Pp. 1-12.
13. Szalay A., Gray J. 2020 Computing: Science in an exponential world // Nature. 2006. Vol. 440. Pp. 413-414.

## The logic of scientific development: the paradigm of T. Kuhn and the fourth paradigm of J. Grey

**Svetlana I. Platonova**

Doctor of Philosophy, Docent,  
Department of Philosophy,  
Izhevsk State Agricultural Academy,  
426069 11, Student str., Izhevsk, Russian Federation;  
e-mail: platon-s@bk.ru

### Abstract

The article analyzes the concepts of "paradigm" and "fourth paradigm", presented in the philosophy of science by T. Kuhn and J. Grey. The concept "paradigm", proposed by T. Kuhn, gives a simplified and linear picture of the development of science, cleared of accidents, diversity, competition, characteristic of real science. Particular attention is being paid to the "fourth paradigm" and its practical implementation in the form of data-centric models. In particular, the development of digital Humanities and computer social Sciences is considered. It is shown that big data and new approaches to data analysis are innovations that reconstruct the usual order of scientific research: conducting an experiment, analyzing experimental data, generalizing data, testing hypotheses, and formulating a scientific theory. The fourth paradigm involves the interdisciplinary work of scientists, from software development to data acquisition, analysis, and interpretation. The necessity of critical understanding of the consequences of the unfolding information revolution for the methodology and epistemology of science is contended.

### For citation

Platonova S.I. (2020) Logika nauchnogo razvitiya: paradigma T. Kuna i chetvertaya paradigma Dzh. Greya [The logic of scientific development: the paradigm of T. Kuhn and the fourth paradigm of J. Grey]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 9 (1A), pp. 144-151. DOI: 10.34670/AR.2020.47.1.038

### Keywords

Paradigms, methodology, epistemology, big data, digital science, computational science.

### References

1. Dudina V.I. (2016) Cifrovyye dannyye – potencial razvitiya sociologicheskogo znaniya [Digital data – the potential for the development of sociological knowledge]. *Sociologicheskie issledovaniya* [Sociological research], no. 9, pp. 21-30.
2. Hey T., Tansley S., Tolle K. (2009) «Jim Grey on eScience: A transformed scientific method». In: Hey T., Tansley S. and Tolle K. (eds) *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Redmond: Microsoft Research. pp. xvii-xxxi.
3. Kitchin R. (2013) Big Data and Human Geography: Opportunities, Challenges and Risks. *Dialogues in Human Geography*, vol. 3, no. 3, pp. 262-267.
4. Kitchin R. (2014) Big data, New epistemologies and Paradigm Shifts. *Big Data & Society*, vol. 1, no. 1, pp. 1-12.
5. Kuhn T. (1977) *Struktura nauchnykh revolyucij* [The structure of Scientific Revolutions]. (Russ. ed.: Naletov I.). Moscow, Progress publ.
6. Lynch C. (2009) Jim Grey's Fourth Paradigm and the Construction of the Scientific Record. In: Hey T., Tansley S. and Tolle K. (eds) *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Redmond: Microsoft Research. pp. 177-185.

7. Platonova S.I. (2014) Paradigmal'nyj harakter social'nogo znaniya. Doct. Diss. [Paradigmatic character of social knowledge]. Doct. Diss. Moscow.
8. Platonova S.I. (2017) Epistemologicheskie osobennosti sovremennogo sotsial'no-gumanitarnogo znaniya [Epistemological features of modern social-humanitarian knowledge]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 6 (3A), pp. 131-142.
9. Resnyansky L. (2019) Conceptual frameworks for social and cultural Big Data analytics: Answering the epistemological challenges. *Big Data & Society*, vol. 6, no. 1, pp. 1-12.
10. Stepin V.S. (2016) Istoriko-nauchnye rekonstrukcii: pljuralizm i kumuljativnaja preemstvennost' v razvitii nauchnogo znaniya [Historical-Scientific Reconstruction: pluralism and cumulative continuity in the development of scientific knowledge]. *Voprosy` filosofii* [The questions of philosophy]. no. 6, pp. 5-15.
11. Szalay A., Gray J. (2006) 2020 Computing: Science in an exponential world. *Nature*. vol. 440, pp. 413-414.
12. Zhuravleva E.Yu. (2012). E`pistemicheskij status cifrovyy`x danny`x v sovremenny`x nauchny`x issledovaniyax [Epistemic status of digital data in modern scientific research]. *Voprosy` filosofii* [The questions of philosophy]. no. 2, pp. 113-125.
13. Zhelenkova O.P., Vitkovskij V.V. (2014) Metody` upravleniya danny`mi, ix organizacii i analiza v astrofizicheskix issledovaniyax [Methods of data management, organization, and analysis in astrophysical research]. In: *Infrastruktura nauchny`x informacionny`x resursov i sistem* [Infrastructure of scientific information resources and systems]. Moscow: VZ RAN. vol. 2, pp. 47-66.