

КОНЦЕПЦИЯ

УДК 168

DOI: 10.32326/2618-9267-2022-5-4-52-74

НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ БЕЗ НЕСОИЗМЕРИМОСТИ

Аргмакова Александра Александровна – кандидат философских наук, научный сотрудник сектора социальной эпистемологии. Институт философии РАН. 109240, Российская Федерация, г. Москва, ул. Гончарная 12/1, ком. 315; e-mail: argamakova@gmail.com

Томас Кун не представлял научные революции и восприятие новой парадигмы без несоизмеримости. Она означает радикальные концептуальные новации, разрыв с прошлой традицией мышления. Тем не менее несоизмеримость не получила повсеместно признанной трактовки, а ее статус как необходимого атрибута научных революций не основан на надежном фундаменте. Философия Куна нашла живой отклик в социальных исследованиях науки, получивших распространение в постпозитивизме, социологии знания, STS и социальной эпистемологии. Кун не только сформировал философские основания теории научных революций как модели интеллектуальной истории, но и применил социологию науки для обоснования механизмов образования научных убеждений. Согласно взглядам Куна, научные революции представляют собой объективную фазу в истории познания, во время которой происходят творческий прорыв к новым ландшафтам мысли и создание следующей парадигмы. В статье отрицается объективность научных революций в смысле Куна и усиливается социальная трактовка, которая объясняет пролиферацию критериев в оценке научных открытий и других достижений. Научные революции не только описывают логику и историю научного мышления, но предписывают принципы для организации науки. В этом смысле они являются прагматической идеей, сигнальной надстройкой над познавательной практикой, позволяющей распределять признание, внимание, уважение и другие ресурсы между акторами, вовлеченными в интеллектуальную работу. Прояснению отдельных целей дискурса о научных революциях посвящена заключительная часть статьи.

Ключевые слова: научные революции, несоизмеримость, семантика научных понятий, теории научного роста, социология знания, социальная эпистемология

Цитирование: Аргмакова А.А. Научные революции без несоизмеримости // Цифровой ученый: лаборатория философа. 2022. Т. 5. № 4. С. 52-74. DOI: 10.32326/2618-9267-2022-5-4-52-74

SCIENTIFIC REVOLUTIONS WITHOUT INCOMMENSURABILITY

Alexandra A. Argamakova –
PhD in Philosophy, scientific
fellow, Department of Social
Epistemology, Institute of Phi-
losophy, Russian Academy of
Sciences. 12/1 Goncharnaya St.,
Moscow, 109240,
Russian Federation;
e-mail: argamakova@gmail.com

Thomas Kuhn's viewpoint tells that scientific revolutions and the new paradigms cannot be understood without incommensurability. It means radical conceptual novations and disruption with the previous tradition of thinking. However, incommensurability does not possess the only shared treatment. Besides its status as a necessary attribute of scientific revolutions is not firmly supported. Philosophy of Kuhn inspired social studies of scientific cognition, which bloomed in postpositivism, sociology of knowledge, STS and social epistemology. He not only laid the foundations for scientific revolution theory, but also developed sociology of science justifying formation mechanisms for scientific beliefs. For Kuhn, scientific revolutions are an objective phase in knowledge history, when creative development begins and the subsequent paradigm emerges. The author rejects objectivity of scientific revolutions in the Kuhnian sense and strengthens their social interpretation, which explains the proliferation of criteria in evaluation of scientific discoveries. Scientific revolutions not only describe the logic and history of scientific thinking, but actually they prescribe imperatives and principles for science organization. In such a sense, they function as a pragmatic idea, a signal superstructure over cognitive practice, allowing to distribute recognition, attention, respect and other assets among actors engaged in cognition and intellectual work. The final part of the article clears up what kind of goals can be pursued by discourse over scientific revolutions.

Keywords: scientific revolutions, conceptual incommensurability, semantics of scientific notions, theories of scientific growth, sociology of knowledge, social epistemology

For References: Argamakova, Alexandra. 2022. Scientific revolutions without incommensurability, *The Digital Scholar: Philosopher's Lab*, 5 (4): 52-74. DOI: 10.32326/2618-9267-2022-5-4-52-74 (In Russian).

Критерии научных революций

Благодаря постпозитивизму появилось много реконструкций истории науки, которые должны были потеснить логические модели познания. Эту миссию постпозитивизму выполнить не удалось. И за последние десятилетия кроме логики и истории неуклонно возрастал интерес к социологическому моделированию науки.

Таблица 1. Философия научного познания

Логико-методологические и исторические модели науки	Социальные типы науки
Стандартная концепция науки (логический позитивизм) Новоевропейский и неклассический стили научного мышления (Л. Флек) Логика открытий (Н. Хэнсон) Теория научных революций (Т. Кун) Натурализованная эпистемология (У. Куайн) Методология научно-исследовательских программ (И. Лакатос) Критический рационализм (К. Поппер) Методологический анархизм (П. Фейерабенд) Концепция личностного знания (М. Полани) Теория научной рациональности и мультитрадиционная модель науки (Л. Лаудан) Эволюционная модель науки (С. Тулмин) Неопрагматизм Р. Рорти Модальный реализм Д. Льюиса	Технонаука (К. Кнорр-Цетина, Б. Латур и др.) 1 и 2 способы производства знания (М. Гиббонс, Х. Новотна, К. Лимож и др.) 3 способ производства знания (Э. Караянис и Д. Кэмпбелл) Большая и малая наука (Д. Прайс) Академическая и постакадемическая наука (Д. Зиман) Академическая и гражданская наука (П. Фейерабенд, Э. Чаргафф, А. Ирвинг) Закрытая и открытая наука (К. Поппер, Р. Мертон) Чистая и предпринимательская наука (Г. Эцковиц, С. Шейпин) Доцифровая и цифровая наука ⁴ Технократическая vs гуманистическая наука (социальная эпистемология в России) ⁵ Неолиберальная наука (Ш. Слоутер, Г. Родес и др.) Маскулинная и феминистская

⁴ Различия между доцифровой наукой и цифровой, использующей мощности искусственного интеллекта, освещаются во многих актуальных работах философов науки и науковедов [Bornmann, Haunschild, Mutz, 2021; Аргамакова и др. (ред.), 2020]. По нашему предположению, каждый тип науки формирует свои особые режимы работы ученого, стандарты качества, наборы компетенций, форматы репрезентации и оценки полученных результатов. Вероятно, философия науки будущего станет использовать статистические законы и компьютерные модели для изучения разных аспектов научной деятельности (таких как: рост числа публикаций, распределение научных работ по областям, количество научных сотрудников, объемы произведенной информации, оценка труда, измерение социальных эффектов и пр.). Контент-анализ философских текстов и программирование нейронных сетей будут широко применяться для решения рутинных задач, связанных с созданием научных текстов, смысловой обработкой источников, моделированием рассуждений, получением обратной связи от аудитории.

⁵ Представления о гуманистической науке в сравнении с классическим гуманизмом, неолиберализмом, технонаукой и технократическим пониманием науки разрабатываются социальными эпистемологами в России [Вострикова, Куслий, 2015; Касавин, 2020; Аргамакова, Костина, Масланов (ред.), 2021].

Научный реализм У. Селларса Трехслойная модель П. Галисона Логика науки Я. Хинтикки Логика науки Я. Хакинга Философия науки Н. Картрайт Типы научной рациональности (В.С. Степин) Теория социальных эстафет (М.А. Розов)	наука (Д. Харавей) Колониальная и постколониальная наука (А. Нанди, С. Хардинг, Ф. Фанон, М. Воан и др.) Концептуализации контекста приложения (А. Нордманн, М. Карриер и др.) Нормальная и постнормальная наука (С. Фунтович, Д.Р. Равец)
--	--

В результате философские образы науки размножились настолько, что между ними можно «переключаться» будто между куновскими парадигмами или гештальтами в психологии. В этом отношении П. Галисон замечает, что философия науки нуждается в микроисториях прежде прибегания к захватывающим генерализациям и несовершенным абстракциям. Как и в социальной истории, большие нарративы создают обманчивый мираж в истории науки [Galison, 2008].

Практически каждое положение теории научных революций стало объектом критики. Практически каждое – было пересмотрено и модифицировано в постпозитивизме и последующих философиях. Революции следуют за эпизодами нормальной науки? К. Поппер и П. Фейерабенд возражали: нормальный кумулятивный рост отсутствует в познании. Научное мышление переживает перманентные революции. И это нормально! Точно так же считал И. Лакатос, отвергавший догматичные парадигмы в пользу теории коэволюции конкурирующих исследовательских программ. Л. Лаудан, наоборот, показал, как согласие и разногласия взаимодействуют в контексте научной рациональности. Для Куна научное исследование всегда протекает по стандартам, заданным дисциплинарной матрицей, для Фейерабенда научный метод антидогматичен и анархичен. Если нормальная наука Куна разрабатывает найденные теории, то в науке без новых гипотез Поппер не видел смысла. Другие, как С. Тулмин, не видели смысла в науке, которая не накапливает истины.

Холизм и несоизмеримость – казалось бы, неотъемлемые атрибуты научных революций – произвели не меньшую дивергенцию во взглядах философов. Не будет ли противоречием мыслить научные революции без допущения несоизмеримости? Ведь несоизмеримость – это основной критерий научной революции как теоретического достижения⁶.

По убеждению Куна, научная революция означает радикальный разрыв с прошлой традицией мышления. В нормальной науке,

⁶ Далее мы проанализируем объективные и социологические критерии научных революций, в том числе основополагающий вопрос о несоизмеримости, и на примерах покажем, почему объективные критерии не всегда работают. Так как их применение зависит от точки зрения научного сообщества, ключ к пониманию научных революций дает социология.

как одной из фаз в истории познания, происходит накопление фактов и усовершенствование теорий. С накоплением аномальных данных возрастает потребность в нетривиальных объяснениях, происходит неравномерный переход к следующей фазе – революционной науке. Научная революция характеризуется эпистемическими и социологическими изменениями, и это принципиальная позиция для Куна. Революция разделяет противоположные научные парадигмы, или традиции мышления.

Тезис о научной революции неотделим от постулирования несоизмеримости (научных теорий, понятий, методологий и исследовательских культур). Бытие одного без другого представляется абсурдом: они внутренне связаны по определению [Kuhn, 1977, р. xxii]. Несоизмеримость – основной критерий свершившейся революции, водораздел противоположных исследовательских традиций [Кун, 2003].

Несоизмеримость как атрибут революции

Всем формам несоизмеримости, согласно Куну, предшествует семантическая несоизмеримость. Благодаря ей теории T_1 и T_2 несовместимы, так что T_2 заменяет предшествующую теорию T_1 . Сменяющие друг друга теории не только содержат несовместимые положения, но различны в понятиях N_1 и N_2 , с помощью которых описывают предмет. Смена теорий влечет изменения в семантике терминов, а значит, в их референции и содержании [Кун, 2003, с. 257]. В результате меняются картины мира и режимы исследования. Одни перестройки знания влекут другие судьбоносные события.

Если несоизмеримость – необходимый атрибут научной революции, то нельзя представить перемену в фундаментальных теориях без радикальной ревизии словаря. Кун убедительно показал последствия такого рода для истории физических теорий. Попытки интерпретации новых областей приводили к новым выводам – в частности, в биологии. В некоторых исследованиях по истории генетики находили подтверждение тезисы Куна о несоизмеримости фундаментальных теорий [Rheinberger, Muller-Wille, 2017]. В других подходах предлагались модели более плавных семантических переходов между терминами для случая развития генетических теорий и знаний о наследственности [Weber, 2005]. История генетики могла бы стать фальсифицирующим тестом для проверки универсальности историко-философских формул Куна.

Если Кун прав, то генетические теории демонстрируют несоизмеримость, а не комплементарность вместе с уточнением знаний о генах. В начале экспериментальной биологии, действительно, распространение получили гипотезы пангенезиса и геммул⁷, которые

⁷ Пангенезис означает наследование приобретенных признаков в соответствии с ламаркистским механизмом упражнения органов и функций орга-

несовместимы с современными представлениями о принципах наследственности. Хотя в трудах Э. Геккеля, Ч. Дарвина, Х. де Фриза эти гипотезы были введены в качестве временных предположений в отношении носителей и механизмов наследственности, не образовав в строгом смысле парадигму или научно подтвержденную теорию. Пангенезис оставался философской, спекулятивной конструкцией над растущим массивом экспериментальных данных. В большей мере метафизика была характерна для работ Ж.Б. Ламарка, Г. Спенсера, А. Вейсмана, часто прибегавших к натурфилософским способам мышления и спекуляциям («флюиды жидкостей», «органическая энергия», «жизненный стимул-оргазм»; «имманентная эволюционная сила»; «бессмертная зародышевая плазма»).

После переоткрытия законов Г. Менделя в начале XX в. молекулярная биология последовательно прогрессирует на основе опытного знания. Религиозно-философские идеи преформизма и спекулятивная теория пангенезиса экспериментально отвергаются. Формируется понимание гена на основе молекулярной структуры. История генетики в XX-XXI вв. в значительной мере воспринимается как кумулятивный рост знаний о генах, дополняющий найденные теории новыми открытиями.

Таблица 2. Краткая история генетики⁸

Основные этапы и концепции	Даты, имена и открытия
Становление клеточной теории	1665 г. – Р. Гук открывает клетку у растений; исследования половых клеток. 1673 г. – А. Левенгук описывает одно- и многоклеточные организмы; описание ядра. 1838-1839 гг. – основные положения клеточной теории М. Шлейдена и Т. Шванна о развитии и строении клеток; обобщение знаний о клетках. 1866 г. – Э. Геккель в ходе эксперимента обнаруживает ядро клетки: гипотеза о ядре клетки как хранилище наследственной информации. 1873-1875 гг. – теория митоза Ф. А. Шнейдера и Э. Страсбургера. 1876-1878 гг. – теория мейоза О. Гертвига, согласно которой ядро хранит наследственную информацию.

низма, а также с принципом передачи накопленной информации напрямую от органов к гонадам. Геммулы – это элементарные частицы – носители признаков вида и особи; также функцию передачи признаков могла принимать на себя зародышевая плазма.

⁸ Источники: [Rheinberger, Muller-Wille, 2017; Gayon, 2016; King, Stansfield, Mulligan, 2006; Weber, 2005; Ламарк, 1937; Мендель, 1935; Spencer, 1898; Darwin, 1868] и др.

Теория преформизма	1673 г. – идея преформизма А. Левенгука об образовании новых особей из микрокопий организма с уже сформированными органами и системами. 1751 г. – преформистское философское учение К. Линнея о неподвижности видов. 1828 г. – законы К.Э. фон Бэра, опровергнувшие преформизм.
Теория пангенезиса	1809 г. – эволюционная теория Ж.Б. Ламарка о передаче по наследству приобретенных признаков (пангенезис), прогрессивном самосовершенствовании, происхождении человека путем эволюции обезьян; концепция самозарождения живого. 1864 г. – гипотеза пангенезиса Г. Спенсера о трансляции приобретенных признаков и о физиологических единицах – геммулах. Ламаркизм. 1866 г. – гипотеза монерулы Э. Геккеля об образовании зародыша из бесструктурной массы первичной слизи; обоснование кровного родства животных. 1868 г. – гипотеза пангенезиса Ч. Дарвина; изучение наследования врожденных и благоприобретенных признаков; эволюционное учение. 1885 г. – теория зародышевой идиоплазмы (пангенезис) и теория барьера А. Вейсмана; исследование связи эволюции с генетикой. 1889 г. – теория внутриклеточного пангенезиса Х. де Фриза, согласно которой наследование признаков происходит в частицах (идея зародышевой плазмы).
Эволюционные законы наследственности	1809 г. – эволюционная теория Ж.Б. Ламарка о наследовании приобретенных признаков. 1859 г. – эволюционное учение Ч. Дарвина. 1864 г. – эволюционное учение Г. Спенсера. 1866 г. – биогенетический закон Э. Геккеля. 1866 г. – законы наследственности Г. Менделя; обнаружена связь признаков организма с «наследственными задатками»; отсутствие гипотез о физической природе задатков. 1889 г. – мутационная теория Х. де Фриза о происхождении видов. 1900 г. – К. Корренс, Х. Де Фриз, Э. Чермак повторно открывают законы Г. Менделя. 1930 г. – синтетическая теория эволюции Р. Фишера.
Хромосомная теория наследственности	1878-1880 гг. – В. Шлейхер, В. Флемминг, П.И. Перемежко вводят термин «хроматин»; описание поведения хроматина при делении клетки; теория митоза. 1885 г. – А. Вейсман исследует хромосомы и приходит к выводу, что они содержат хроматин и зародышевую плазму. 1888 г. – Г. В. Вальдейер изучает структуру ядра; введение термина «хромосома». 1902 г. – хромосомная теория наследственности У. Саттона и Т. Бовери. 1910-1915 гг. – группа Т. Моргана экспериментально

	подтверждает хромосомную теорию наследственности: гены линейно локализируются в хромосомах; описание мутационных закономерностей изменчивости генов; описание кроссинговера и деления клетки. Ген – единица рекомбинации. Сцепленное наследование генов хромосомы. Множественные связи между генами и признаками. Идея множественных аллелей у вида. 1913 г. – А. Стертевант составляет первую генетическую карту хромосомы.
Современные исследования ДНК и механизмов кодирования протеинов	1871 г. – И. Ф. Мишер экспериментирует с лейкоцитами; открытие нуклеинов в ядре; не доказано, что нуклеины передают наследственную информацию. 1889 г. – Р. Альтман обнаруживает у нуклеинов кислотные свойства; введение термина «нуклеиновая кислота» вместо «нуклеины». 1900-1902 гг. – пептидная теория строения белков Г. Э. Фишера; молекулярные исследования аминокислот, пептидов и белков. 1905-1909 гг. – В. Бейтсон вводит термин «генетика»; введение термина «частичка-признак» – без гипотез о физической природе; открытие сцепленного наследования; гипотеза о функциях гена в производстве молекул, ведущих себя как ферменты. 1909 г. – В. Л. Иогансен вводит термины «ген» (единица трансмиссии признаков и мутации), «генотип», «фенотип» – без гипотез об их физической природе. 1928 г. – Ф. Гриффит предвосхищает открытие ДНК как трансформирующего фактора (гипотеза о молекуле, которая переносит органические признаки). 1931-1933 гг. – К. Штерн и Б. Мак-Клинток исследуют цитологические основы кроссинговера. 1933 г. – цитохимия нуклеиновых кислот Ж. Браше; обнаружение РНК в клетке. 1941 г. – гипотеза «один ген – один фермент» Д. У. Бидла и Э. Тейтема; открытие того, что гены регулируют биохимические реакции с ферментами и белками. 1942 г. – К. Уоддингтон изучает «эпигенетический ландшафт». 1944 г. – открытие ДНК как фактора трансформации (О. Эвери, К. Маклауд, М. Маккарти). 1951 г. – Э. Льюис разрабатывает цис-транс-тест. 1952 г. – А. Херши и М. Чейз доказывают, что генетическая информация находится в ДНК; связь ДНК с мультимплификацией бактериофагов. 1953 г. – Д. Уотсон и Ф. Крик открывают двуспиральную структуру ДНК; открытие процесса репликации ДНК; обнаружена связь ДНК с синтезом белков. 1954 г. – Ю. П. Кеннеди открывает фосфорилирование белков под влиянием ферментов класса киназ; изучение посттрансляционных модификаций белков. 1955 г. – гипотеза С. Бензера «один ген – один полипептид»; введен термин «цистрон» для определения гена по его

	функции, выделяемой в цис-транс-тесте. 1958 г. – открытие и обоснование «центральной догмы молекулярной биологии». 1961 г. – расшифровка генетического кода М. У. Ниренбергом и Д. Г. Маттеи. 1964 г. – Ч. Яновский определяет биохимическую функцию гена – кодирование белка. 1970 г. – Д. Балтимор открывает фермент «обратная транскриптаза». 1977 г. – Ф. Сэнгер создает метод определения последовательности ДНК (секвенирования). 1977-1978 гг. – Л. Т. Чоу, Т. Р. Брокер, С. М. Бергет и др. открывают альтернативный сплайсинг; описание функций регуляторных факторов в синтезе аминокислот. 1983 г. – создание К. Муллисом метода ПЦР (полимеразной цепной реакции). С 1990-х гг. – секвенирование генома человека.
--	--

В книге «Философия экспериментальной биологии» Вебер занимает позицию, согласно которой понятие «ген» неоднократно меняло значение в теориях Дарвина, Менделя, Фриза, Бэтсона, Иогансена, Моргана и т.д. Дескриптивистская теория референции (Г. Фреге) и каузальная теория референции (С. Крипке, Х. Патнем) объясняют, почему мы фиксируем изменения в употреблении данного термина. С точки зрения дескриптивистской теории референции ген как частица – носитель дискретного признака, как субстрат для мутаций, как кодирующий участок ДНК или как последовательность нуклеотидов, включенная в сложный биохимический процесс синтеза вещества с регуляторными и эпигенетическими факторами, обладает разным референтом в силу различия дескриптивного содержания, ассоциируемого с термином. С точки зрения каузальной теории референт для гена жестко фиксирован в языке благодаря начальным эпизодам употребления и оstenсивным процедурам наименования. Он прикреплен к определенному типу природных объектов, характеристики которых намерено прояснить исследовательское сообщество. Соответственно, референция понятия не меняется вместе с дескрипциями. Дескриптивисты склонны видеть несоизмеримость в истории науки, а сторонники каузальной теории — преемственность [Weber, 2005, p. 191].

Однако при сопоставлении гена с наследственными геммулами становится очевидным то, что референт понятия не оставался прежним (то, что понималось под геммулами, могло иметь референцию к микровезикулам, цитоплазме клетки, лейкоцитам и, во всяком случае, не стало последовательностью нуклеотидов ДНК). Каузальные теории не объясняют, как «развязываются» жесткие референциальные связи и термины находят новые референты (даже если предположить, что ген и геммулы никогда не были одним понятием). Вебер прибегает к семантическим идеям Ф. Китчера, согласно которым термины языка обладают модусами значения.

Модус значения зависит частично от интенций говорящего, частично – от каузальной истории [Weber, 2005, p. 192]. Научные термины наделены референциальным потенциалом – спектром способов употребления, зафиксированных сообществом. Референциальный потенциал подвержен изменениям с течением времени. Он содержит либо набор дескрипций, либо причинно-каузальных правил референции. Обычно референциальный потенциал фундирован множественными способами [Sankey, 1997]. Семантические переходы в истории понятия будут выглядеть более плавными, частыми и более последовательными, не похожими на неожиданные научные революции. Вебер считает, что естественные типы (*natural kinds*) в биологии, в отличие от физики и химии, вариативны. Референция не установлена как десигнатор в соответствии с естественным типом и будто находится в смысловом потоке, где ее значение постоянно смещается.

В исторически существовавших способах описания генов отсутствует семантическое единство. Референт понятия постоянно ускользал от неверных дескрипций, которые ему приписывали. Способы употребления объединяли исключительно «референциальные пересечения» (*extensional overlap*). В начале генетических исследований «ген» мог функционировать в качестве операционального термина, описывающего экспериментальные эффекты, которые получали ученые (если любая «философия биологии» вынесена за скобки) [Weber, 2005, p. 208-223]. Операциональные описания не являются субстанциальным определением гена и не говорят о природе того, чем гены являются. Они сообщали минимальные дескрипции для референции термина. На основе данных дескрипций референция неоднократно терпела неудачу. Характеристики «один ген – один признак» и «один ген – один фермент» иллюстрируют неудачу референции. Вебер не допускает, что кроме неправильных описаний возможны правильные, однако неточные и неполные описания, которые частично сохраняются в референциальном потенциале и модусах употребления термина. Частично неточные и неполные описания все же достигают свои референты и дают стимул для уточнения дескрипций. Потому что тезис о том, что гены определяют признаки и функции организма, не является принципиально дефектным. Минимально он говорит о корреляциях между генами и признаками, генотипом и фенотипом организма. Постепенное уточнение понятий и накопление дескрипций больше соответствует картине кумулятивной науки; постоянные ревизии и утрата значений больше похожи на революционную науку (если прошлые теории не комплементарны новым). Но Вебер абсолютно прав в том, что история «гена» не соответствует паттернам теории Куна.

В книге Томаса Куна «После “Структуры”» научная терминология разделена на «таксономические категории» с жестко фиксированной референцией, основанной на естественных типах, и «лексикон» (*lexicon*) с частично детерминированным значением. Слу-

жебная функция лексикона – быть количественными переменными в уравнениях научных законов [Kuhn, 2000]. Но это миф, что научный словарь не может изменяться без драматичных эпизодов, перечеркивающих историю. Найденный новый объект, физическое свойство и объясняющая теория, согласующая предыдущие знания, служат примером поступательного развития (например, химический элемент или микрочастица с необычным поведением). Сказанное тем более верно для классификаций биологического мира и открытий генетики.

Понять Куна – значит представить точнее, что является несоизмеримостью понятий для теорий T_1 и T_2 . В контексте аристотелевско-птолемеевской физики под планетой, например, понимали: физическое тело, вращающееся по круговым орбитам вокруг Земли; удерживаемое на орбитах небесными сферами; и состоящее из других химических элементов (квинтэссенция) нежели Земля. В посткоперниканской физике планетой называют: тело, вращающееся по эллиптическим орбитам вокруг звезд; тело, по химическому составу сходное с Землей. Самой лучшей иллюстрацией несоизмеримости будут евклидово и риманово пространства, свойства которых не сводимы друг к другу и исключают друг друга. Несοизмеримые понятия для версий теории T_n определимы следующим способом⁹:

1) Понятия N_1 и N_2 принадлежат теориям T_1 и T_2 соответственно.

2) Предположительно понятия N_1 и N_2 описывают одно множество объектов.

3) Понятия N_1 и N_2 несовместимы по смыслу, исключают друг друга и не используются в одной и той же теории.

4) Свойства в N_1 и N_2 не могут быть редуцированы одно к другому, соподчинены или описаны как комплементарные при определенных условиях.

5) При всех обратных утверждениях, понятия N_1 и N_2 считаются соизмеримыми, т.е. демонстрируют семантическую преемственность в теории T_n .

Если генетические теории¹⁰ комплементарны и понятия о генах не исключают друг друга, а референциальный потенциал обеспечивает экстенциональные совпадения, развитие теорий в генетике происходит без эффекта несоизмеримости¹¹. Одновременно они производят революционный эффект на мышление ученых относительно устройства и функций живого мира.

⁹ Альтернативные определения несоизмеримости приведены в [Sankey, 1997; Sankey, 2011; Hoyningen-Huene, 2001].

¹⁰ См.: таблица 2 и [Gayon, 2016].

¹¹ Комплементарность представляет собой, по выражению Г. Санкея, «отношение согласия» между теориями в отличие от «несогласия», а совпадение экстенционалов вызвано предполагаемым тождеством референтов. В противном случае несоизмеримые теории будут соперничать друг с другом [Sankey, 2011].

В книге М. Мизрахи «Образ науки Томаса Куна» уже обсуждалась идея, в соответствии с которой несоизмеримость не является обязательным атрибутом научных революций [Mizrahi, 2018]. Научная революция модифицирует структуру фундаментальных теорий, но нет решающих теоретических доводов в пользу того, что концептуальные изменения приносят несоизмеримость, а значит, несовместимость словарей и искажения в понимании других традиций.

Строгой индуктивной поддержкой тезис о несоизмеримости не обладает при условии, что подтверждение получают случаи концептуальной преемственности, сопутствующие изменениям фундаментальных теорий [Mizrahi, 2018, p. 25-44]. Не удивительно, что отказ от системы К. Птолемея в пользу теории Н. Коперника кажется менее революционным и более последовательным, если допустить наличие гибридных моделей подобных системе Т. Браге в качестве связующего звена между древним и новым пониманием космоса. Соответственно, И. Ньютон не пересматривает физический мир Аристотеля, и его исследования уместнее противопоставить физике Р. Декарта [Mizrahi, 2018, p. 31]. Похожие примеры и подтверждения были найдены в истории математики, медицины и биологии [Mizrahi, 2018]. Как кажется, представления о генах, хромосомах, делении клеток уточнялись вместе с экспериментальными данными и не испытали настолько радикальных семантических разрывов, когда последующая теория не могла воспринять результаты предыдущей «парадигмы». Поэтому в разных исторических эпизодах «ген» проявлял себя как многозначное, но не несоизмеримое понятие.

Утрата определенностей

Модель науки, которую предложил Галисон, основана на дифференциации уровней познания в физике (теория, эксперимент, инструментарий). Изменение каждого «слоя» не следует универсальной логике и неизменному алгоритму. Они зависят от контекста, в который погружено исследование [Galison, 1997]. Поэтому историю науки невозможно объяснить как смену парадигм, разделенных точками бифуркации – научными революциями. Даже если возможно объединить теории, эксперименты и методы в исследовательские программы, доминирующие, конкурирующие или конвергирующие на произвольном интервале времени.

Для Куна научная парадигма эквивалентна «дисциплинарной матрице», которая образует целое и функционирует как единое целое [Кун, 2003, с. 233]. В отличие от нее исследовательская программа свободно располагается на стыке областей, она менее догматична и обладает более поисковым характером [Lakatos, 1978]. Важно то, что методология исследовательских программ И. Лакатоса позволяет отделить концептуальное ядро от периферии,

т.е. анализировать иерархии и констелляции теорий, складывающиеся в результате научных открытий.

Если наука не развивается по Куну, научные революции сохраняют важность как обозначение значимых открытий и фундаментальных перемен в структуре знания. Они создаются в периодизациях истории и в научных историографиях дисциплин. Пролиферация критериев ведет к альтернативным спискам революций; достаточно сравнить описание НТП в исследованиях [Lakatos, 1978; Кун, 2003; Casadevall, Fang, 2016; Mizrahi, 2018; Степин, 2003]. В американском журнале по микробиологии опубликован список, в который вошли теории, значимые для естественных наук сегодня [Casadevall, Fang, 2016], но не достижения прошлого, как предлагал Кун [Кун, 2003, с. 225].

Несмотря на внимание к феномену научных революций, сложно определить, чем они являются по природе. Каждый из предполагаемых критериев революционного достижения несовершенен и фальсифицируем с помощью контрпримеров. Поэтому закономерно то, что философы создают альтернативные списки научных революций и снова обращаются к истории, чтобы понять, как развивалась наука, какие эпизоды могли быть упущены, переоценены, непоняты, забыты, символически значимы и т.д. Критерии оценки научных теории также уточняются на этом пути. Почему так сложно понять природу научных революций? Что происходит с критериями определения научных революций и почему эти критерии несовершенны и применимы только от случая к случаю?

Научная революция и открытие законов

Критерий, согласно которому научные революции приносят новые законы природы, работает для законов Ньютона, но неверен для научной революции А. Левенгука. С помощью универсальных математических законов Ньютон описал физические силы и перемещения тел в пространстве и времени. Левенгук усовершенствовал инструментарий биологии, одним из первых описал микроорганизмы и строение живой материи. Оба достижения приобрели революционное значение для истории науки. Таким образом, законы не являются обязательным признаком научных революций. Кун сам замечает, что будет «говорить даже об отдельных открытиях, как о революционных» [Кун, 2003, с. 31]. Математика постулирует абстрактные объекты, решает задачи и доказывает теоремы. Биологические теории построены на эмпирических обобщениях, допускающих неколичественные характеристики. В социогуманитаристике важно объяснение, которое не ограничено номотетической моделью. Законы – не единственная и не всегда достижимая форма существования знания. Научные законы не тождественны парадигме, отличаются они и от научных революций [Кун, 2003, с. 55].

Теоретическая новизна как признак революции

Все революции характеризуются теоретической новизной, которая привлекает наше внимание. Однако новизной обладает любое научное открытие, а не только класс революционных теорий. Поэтому теоретическая новизна не объясняет, чем являются научные революции. Сказать, что исследование обнаружило новое – значит просто сказать, что оно состоятельно и представляет ценность в поисковой науке. Открытие водорода Г. Кавендишем и А. Лавуазье должно чем-то качественно отличаться от открытия Бозе–Дирака в отношении более фундаментальных частиц материи. По-видимому, Кун не согласился бы со всем только что сказанным. Он считал, что в русле нормальной науки отсутствует теоретическая новизна: «Ученые в русле нормальной науки не ставят себе цели создания новых теорий, обычно к тому же они нетерпимы и к созданию таких теорий другими. Напротив, исследование в нормальной науке направлено на разработку тех явлений и теорий, существование которых парадигма заведомо предполагает» [Кун, 2003, с. 50-51].

Итак, эмпирическое исследование в нормальной науке разрабатывает парадигмальную теорию [Кун, 2003, с. 53-54, 63]. Но разработка парадигмальной теории не ограничивается интерпретацией фактов, если приводит к открытию новых законов, обширных областей познания и к созданию формализмов (как в случае уравнений Д.К. Максвелла для классической и квантовой электродинамики). Следовательно, новизна не может являться отличительной чертой научных революций по сравнению с другими достижениями в науке.

Фундаментальность открытий

Фундаментальность как критерий значимого открытия означает обнаружение основополагающей структуры физической реальности. К фундаментальным открытиям относят модель атома, периодическую систему химических элементов, клеточную теорию. В физике фундаментальных частиц каждое открытие фундаментально.

К исторически значимым Кун относил открытие водорода и кислорода Г. Кавендишем, Д. Пристли и А. Лавуазье, понимая данные результаты как начало теоретической химии. Но в сравнении с периодической таблицей открытие отдельных веществ может казаться лишь частным сюжетом [Кун, 2003; Kuhn, 1977, p. xvii].

Более того, первыми шагами химии стали не только открытия Г. Кавендиша и А. Лавуазье, но также и: химическая теория теплоты Р. Бойля; корпускулярно-кинетическая теория тепла, закон постоянства массы вещества, теория упругости газов и теория растворов М.В. Ломоносова; теория химических равновесных процессов и водородная теория кислот К.Л. Бертолле; закон Бойля – Ма-

приотта; закон Шарля; закон постоянства состава веществ Ж. Пруста. Итак, революцию в научной химии обусловила последовательность разнородных теоретических достижений.

Масштабность теории

Известные научные революции охватывали многочисленные феномены, имели отношение к обширным разделам внутри дисциплины, близким областям познания и философским картинам мира. Революции оказывались достаточно универсальными, чтобы объяснить накопленные знания и разрозненные факты. В этом состоит их познавательная ценность как обобщающих формул и эвристических принципов. Для естественных и социальных наук масштабность составляет существенный признак теоретической значимости. В формальных науках достижением будут доказательство неразрешимой теоремы или получение ответа для сложной задачи из списка Д. Гильберта. Создание принципиально новой системы исчисления в математике либо построение новой геометрии не менее значимы. Таким образом, для математики масштабность уже не будет ясным критерием. Противоречивые мысли вызывает исключительно философский вывод из рассуждений о масштабности. Самые масштабные революции должны происходить не внутри отдельной дисциплины, а на границах научных областей. Это входит в противоречие с тезисом Куна о революциях как трансформации «дисциплинарной матрицы».

Несоизмеримость парадигм до и после революции

Несоизмеримость парадигм до и после научной революции не прольет свет на природу того, чем являются научные революции. Случаи концептуальной преемственности и потенциальная переводимость языка одной теории на язык другой теории противоречат представлению о несоизмеримости парадигм. Если термины «пространство», «время», «вселенная», «планета», «движение», «атом» радикально меняли содержание в контексте физических теорий, другие фундаментальные понятия («гены», «хромосомы», «митоз», «мейоз») демонстрируют длительные эпизоды преемственности своих смыслов – особенно в молекулярной биологии после 1900 г. По меньшей мере, их семантические изменения (плавные, а не революционные) не вполне соответствуют паттернам теории Куна [Weber, 2005].

Создание новых дисциплин и областей познания

Научные революции влияют на формирование новых дисциплин и исследовательских областей. Нельзя не согласиться с тем, что это правильный критерий научной революции. Он работает, но от случая к случаю. Например, к моменту революционного открытия

ПЦР, указанного в [Casadevall, Fang, 2016], молекулярная генетика, молекулярная медицина, биохимические исследования и синтетическая диагностика успели сформироваться как дисциплины. Критерий говорит о существовании влиятельных теорий в истории научной дисциплины, существенно определивших прогресс познания. Но он снова кажется приложимым только в частных ситуациях.

Влияние на открытия и изобретения

Влияние на открытия и изобретения, будучи корректным критерием научной революции, все же не является надежным основанием при ее определении. Флогистон, теплород, алкагест, астрология, теория небесных сфер, гомункулы, ньютоновское пространство и время, стационарная теория Вселенной посоперничают с атомной теорией в вопросе приближения исследователей к будущим открытиям и изобретениям. Ложные физические теории позволяли совершать новые ценные открытия (химические вещества и элементы, а также их свойства) или находить законы природы (принципы движения макроскопических тел и планет [Cartan, 2010]). Псевдотеории могли считаться революционными для своего времени и составлять «научную парадигму». Примечательно, что пишет Кун на этот счет: «Устаревшие теории нельзя в принципе считать ненаучными только на том основании, что они были отброшены. Но в таком случае едва ли можно рассматривать научное развитие как простой прирост знания» [Кун, 2003, с. 25].

Итак, неясно, следует ли считать принятые в прошлом теории революционными *постфактум*. Представление о революциях релятивизируется таким образом и зависит от принятой в парадигме историографии. Влияние на последующие открытия – противоречивый признак, не соответствующий в полной мере революционности теории. Он оставляет нас без ответа на вопрос о природе научных революций.

Методологические принципы

Исследования ДНК клетки или свойств электричества произошли благодаря инструментальным достижениям. Но ничто не мешает ученым получать результаты на основе знакомых методологических принципов (если не инструментов). Ученые используют ускорители заряженных частиц для экспериментального изучения свойств материи с прошлого столетия и продолжают получать фундаментальные результаты. Конструкция ускорителей позволяет изучать параметры заряженных частиц через взаимодействие с электромагнитным полем. Ускорители направляют по ускорительным трубкам потоки частиц с высокой энергией, и частицы сталкиваются друг с другом или с мишенью. Для разных частиц и принципов ускорения предназначены специальные конструкции

(высоковольтные ускорители, индукционные ускорители, циклотроны, фазотроны, микротроны, синхротроны и др.). Кроме того, ускорители различаются детектирующими системами сбора данных (счетчики, камеры, калориметры, трековые детекторы, масс-анализаторы и др.). Однако в основании их конструкции лежат одинаковые физические принципы и отчасти инженерные решения. Либо методологические принципы не могут помочь нам понять научные революции, либо история современной научной техники не учтена в должной мере в известных классификациях революций в физике.

Изменение стандартов исследования

Выше, в таблице 1, приведены социальные модели науки, которые можно сравнить с революционными поворотами в ее истории. С изменением социального типа науки менялись стандарты и режимы научного исследования. Если пересмотр стандартов исследования является основополагающим признаком революции, то какие научные революции происходят вследствие изменения социальных типов науки? Стоит ли признать цифровую революцию в науке нашего времени? Или революцию науки соучастия? Какие важные достижения они индуцировали? Применение цифровых методов в гуманитаристике начинается с решения задач по формированию архивов и обработке текстов. Сейчас цифровые методы меняют образ гуманитарных дисциплин, представления о культуре, человеке, языке и познании. Если научные революции переписывают стандарты исследования, то каждый социальный тип науки следует соотносить с революционным поворотом в научных областях познания. Результат ревизии истории, который следует, позволит не только уточнить знакомые классификации революций, но поможет по-новому осмыслить, чем они являются или могут быть.

Социальные последствия научных революций

Не секрет, что научные революции влияют на практику и имеют значимые социальные последствия. Правда, не каждая область в одинаковой мере обладает практическим потенциалом. Фундаментальные астрофизические исследования обещают отложенные и гипотетические выгоды. Доподлинно нельзя измерить практическое значение филологии. Напротив, небольшие открытия и изобретения могут обладать огромным утилитарным потенциалом для человека. Чем они будут отличаться от научных революций, измеренных социальным эффектом? Наконец, оценка социальных эффектов неизбежно будет социологической оценкой науки.

Контрпримеры доказывают: в отдельности или вместе теоретические критерии не позволяют определить и классифицировать научные революции. Критерии не совершенны и работают «от слу-

чая к случаю». Попытки ясно представить природу научных революций приводят к неудаче. Но именно «природе научных революций» посвящал свою главную книгу Кун [Kuhn, 1977, p. 15]. Социология научных революций оставляет шанс осмыслить вопрос в совершенно другой перспективе.

Социологическая теория научных революций

Вероятно, научные революции относятся больше к социальной, чем к интеллектуальной истории – вопреки убеждению, что ими является вид теоретического достижения, выделяемый по известным заранее критериям.

Кун не отделял научные революции от социальной и институциональной истории, фундамирующей содержание научного мышления. Революции привносят изменения в канонические взгляды и интерпретацию традиции и вместе с этим – в «паттерны научного образования, институционализации и поддержки, как моральной, так и финансовой» [Kuhn, 1977, p. 12]. Кун указывает на факт, говорящий о том, что «Научная Революция не была исключительно революцией в мышлении» [Kuhn, 1977, p. 41].

В книге «Основное противоречие» (“The Essential Tension”) подробно описаны ремесла (алхимия, фармацевтика, металлургия) и эксперименты (барометр Э. Торричелли, эксперименты с наклонной плоскостью Г. Галилея, физические опыты Р. Бэкона), расцвет которых инициировал научные революции XVI-XVII вв. и которые рассматривают в качестве их интегральной части [Kuhn, 1977, p. 46-47, 52, 55-56]. Обновленные научные институты (ученые объединения, академии, редакции журналов, кафедры университетов) вместе с исследовательской инфраструктурой (лабораториями, музеями, обсерваториями) создали предпосылки для революций в науке [Kuhn, 1977, p. 15].

Если научные революции трансформируют исследовательские практики, то, вероятно, верно и обратное – социальные типы науки могут рассказать, какие новые исследования и научные революции они произвели на свет. Как следствие, список революций пополнится новыми эпизодами и социологическими маркерами. Основанием для социологии научных революций можно считать следующий тезис Куна: «хотя науку делают отдельные личности, научное знание – это подлинно коллективный продукт, и ни его особая эффективность, ни способ развития не могут быть поняты без учета уникальной природы тех групп, которые его производят» [Kuhn, 1977, p. xx].

Каким образом организована наука, какое знание она приносит зависит от природы сообщества исследователей. Историография научных революций является ничем иным, как системой саморегуляции в «организме» науки, благодаря которой научное сообщество описывает этапы и параметры собственной деятельности, оценивает успехи и ошибки, распределяет ресурсы и усилия, пре-

дупреждает угрозы и закрепляет приобретения. В этом смысле научная революция представляет собой прагматическое понятие. Оно нечто предписывает системе, сообщает жизненно важные параметры. К ним могут относиться образцы научного творчества и интеллектуального мужества, параметры оценок результатов, символические ценности ученого сообщества, признания прошлых заблуждений и досадных коллективных ошибок, индикаторы интеллектуального престижа, профессиональные иерархии, способы идентификации исследовательской традиции, а также цели будущих перспективных разработок. Вряд ли сказанное сейчас — это все, что может быть сказано.

Историко-философский дискурс вокруг проблемы научных революций нагружен прагматическими целями и семиотическими кодами. Он не только держится предмета и стремится классифицировать достижения по выбранной оценочной шкале, но имеет надстройку над содержательной стороной в виде особой сигнальной системы (суперструктуры). В ней могут содержаться как простые сигналы (восхищение гением), так и более сложные (признание достижений ученого от лица науки и самой истории).

Научная революция как идея описывает социологические параметры интеллектуальных изменений (об этом речь пойдет дальше), но она еще нечто предписывает науке как способу организации практической деятельности (об этом говорилось выше).

Помимо объективных факторов роста, Кун показал зависимость знания от точки зрения ученого сообщества. Задача не казалась тривиальной, потому что следовало избежать релятивистских прочтений и поддержать авторитет научной рациональности, ее исключительную привилегию на обладание знанием. Как распутать этот клубок субъективных факторов и объективных истин, накрепко связанных вместе? Социологические признаки научных революций Кун описывает следующим образом:

- 1) Роль новых личностных и исторических факторов в формообразовании убеждений [Кун, 2003, с. 27].
- 2) Следующее поколение исследователей [Кун, 2003, с. 77].
- 3) Усиление споров и коммуникаций между учеными [Кун, 2003, с. 128].
- 4) Выбор между несовместимыми моделями жизни сообщества [Кун, 2003, с. 131].
- 5) Коммуникативный консенсус и взаимопонимание после кризиса и разногласий [Кун, 2003, с. 228, 255].
- 6) Легитимация парадигмы внутри сообщества ученых [Кун, 2003, с. 243].
- 7) Формирование новых языковых конвенций, принятие допущений [Kuhn, 1977, p. xxiii].
- 8) Переоценка значимости/правильности научных проблем и решений [Кун, 2003, с. 30, 155, 256].
- 9) Трансформация образцов научной деятельности [Кун, 2003, с. 232].

- 10) Институциональные трансформации, обновление целей, интеллектуальной атмосферы и ценностей сообщества [Kuhn, 1977, pp. 50-52, 55, 155].
- 11) Ревизия стандартов научного образования и индоктринации [Кун, 2003, с. 152, 268].
- 12) Изменения в структуре публикаций и цитирования литературы [Кун, 2003, с. 18].
- 13) Переписывание интеллектуальной истории [Кун, 2003, с. 181; Kuhn, 1977, pp. 7, 17, 170].
- 14) Новое мировоззрение на фундаменте новой парадигмы [Кун, 2003, с. 29, 151].

Параллели между социальными и научными революциями – не просто красивая метафора для теоретического броска. Это важный элемент в понимании социальной истории науки. Кун неоднократно обращал внимание на конфликты при легитимации парадигмы и на сопротивление, которое встречает первооткрыватель (Коперник, Бруно, Галилей, Лавуазье, Ньютон и др.). Может создаваться впечатление, что ценность открытия определяет мера мракобесия, которое ему противостоит. Конечно, теория научных революций предполагала нечто совершенно большее.

Социологию Куна необязательно применять к научным парадигмам. Она вполне применима к вопросам восприятия новых теорий. Приведенные описания имеют непреходящий смысл и способствовали прояснению социальных механизмов легитимации знания.

Почему научные революции не объективны?

Прежде всего потому, что они не столь очевидны, как теоретические достижения, научные теории и новые открытия. Являясь частью метатеории науки, научные революции описывают достижения особой важности. В чем заключается их уникальный признак, недостаточно внятно определено; теория научных революций не позволяет его специфицировать. Если Галисон прав, то научные революции не следуют универсальной схеме. Нельзя эксплицировать их алгоритм и структуру на основе исторических формул Куна.

Критерии научных революций множественны и пролиферируют. Они работают от случая к случаю, а их применение зависит от точки зрения научного сообщества. Кроме описаний истории науки, научные революции несут предписания, оценки, признания, а также другие прагматические параметры и императивы. Научное достижение в каждой области устанавливается посредством социальных механизмов признания и одобрения – как определение лауреатов Нобелевской премии является процедурой коллективного выбора кандидатур в зависимости от степени признания их вклада в область исследований.

Научная революция – это оценка научного открытия; она имеет отношение исключительно к пониманию того, как структурировано знание и организована работа в коллективах ученых. Наконец, революции происходят в нашем собственном мышлении о мире.

Информация о конфликте интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Declaration of Conflicting Interests

The author declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Список литературы

Аргамачова и др. (ред.), 2020 – Социальные и цифровые исследования науки: коллективная монография / ред. А.А. Аргамачова, Е.В. Масланов, В.В. Слюсарев, Т.М. Хусяинов. М.: Русское общество истории и философии науки, 2020. 282 с.

Аргамачова, Костина, Масланов (ред.), 2021 – Союз науки и гуманизма: коллективная монография / ред. А.А. Аргамачова, А.О. Костина, Е.В. Масланов. М.: Русское общество истории и философии науки, 2021. 178 с.

Вострикова, Куслий, 2015 – *Вострикова Е.В., Куслий П.С.* Неолиберализм в науке: подход STS // Эпистемология и философия науки. 2015. №4. С. 105-127.

Касавин, 2020 – *Касавин И.Т.* Наука – гуманистический проект. М.: Издательство «Весь мир», 2020. 496 с.

Кун, 2003 – *Кун Т.* Структура научных революций / пер. с англ. Н.З. Налетова. М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. 605 с.

Ламарк, 1937 – *Ламарк Ж.Б.* Философия зоологии: в 2 т. Т. 2. / пер. с фр. М. – Л.: Государственное изд-во биологической и медицинской литературы, 1937. 483 с.

Мендель, 1935 – *Мендель Г.* Опыты над растительными гибридами / пер. с нем. К.А. Фляксбергера. М. – Л.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1935. 113 с.

Степин, 2003 – *Степин В.С.* Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2003. 744 с.

Bornmann, Haunschild, Mutz, 2021, web – *Bornmann L., Haunschild R., Mutz R.* Growth Rates of Modern Science: a Latent Piecewise Growth Curve Approach to Model Publication Numbers from Established and New Literature Database // Humanities and Social Sciences Communications. 2021. Vol. 224. No. 8. URL: <https://www.nature.com/articles/s41599-021-00903-w> (дата обращения: 15.08.2022).

Carman, 2010 – *Carman C.C.* On the Determination of Planetary Distances in the Ptolemaic System // International Studies in the Philosophy of Science. 2010. Vol. 24. No. 3. P. 257-265.

Casadevall, Fang, 2016 – *Casadevall A., Fang F.C.* Revolutionary Science // American Society for Microbiology. 2016. Vol. 7. No. 2. P. 1-6.

Darwin, 1868 – *Darwin Ch.* The Variation of Animals and Plants under Domestication. Vol. 2. L.: John Murray, Albemarle Street, 1868. 486 p.

- Galison, 2008 – *Galison P.* Ten Problems in History and Philosophy of Science // *Isis*. 2008. Vol. 99. No. 1. P. 111-124.
- Galison, 1997 – *Galison P.* Image and Logic: A Material Culture of Microphysics. Chicago: University of Chicago Press, 1997. 955 p.
- Gayon, 2016 – *Gayon J.* From Mendel to Epigenetics: History of Genetic // *Comptes Rendus Biologies*. 2016. Vol. 339. No. 7-8. P. 225-300.
- Hoyningen-Huene, Sankey, 2001 – *Hoyningen-Huene P., Sankey H.* Incommensurability and Related Matters. Dordrecht: Springer, 2001. 325 p.
- King, Stansfield, Mulligan, 2006 – *King R.C., Stansfield W.D., Mulligan P.K.* A Dictionary of Genetics. Oxford: Oxford University Press, 2006. 608 p.
- Kuhn, 1977 – *Kuhn T.* The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change. Chicago: University of Chicago Press, 1977. 366 p.
- Kuhn, 2000 – *Kuhn T.* The Road since Structure. Chicago: University of Chicago Press, 2000. 355 p.
- Lakatos, 1978 – *Lakatos I.* The Methodology of Scientific Research Programmes. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. 250 p.
- Mizrahi (ed.), 2018 – *Mizrahi M. (ed.)* The Kuhnian Image of Science: Time for a Decisive Transformation? L. – N.Y.: Rowman & Littlefield International Publ., 2018. 217 p.
- Rheinberger, Muller-Wille, 2017 – *Rheinberger H.-J., Muller-Wille S.* The Gene: From Genetics to Postgenomics. Chicago – L.: The University of Chicago Press, 2017. 147 p.
- Sankey, 1997 – *Sankey H.* Incommensurability: The Current State of Play // *Theoria*. 1997. Vol. 3. No. 12. P. 425-445.
- Sankey, 2011 – *Sankey H.* Incommensurability and Theory Change // *A Companion to Relativism* / ed. by S. Hales. Oxford: Wiley-Blackwell Publ., 2011. P. 456-474.
- Spencer, 1898 – *Spencer H.* The Principles of Biology. Vol. 1. L. – Edinburgh – Oxford: Williams and Norgate Publ., 1898. 706 p.
- Weber, 2005 – *Weber M.* Philosophy of Experimental Biology. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 374 p.

References

- Argamakova, A.A., Kostina, A.O., Maslanov, E.V. (eds.) Soyuz nauki i gumanizma: kollektivnaya monografiya [Union of Science and Humanism: Collective Monograph]. Moscow: Russkoe obshchestvo istorii i filosofii nauki Publ., 2021. (in Russian)
- Argamakova, A.A., Maslanov, E.V., Slyusarev, V.V., Khusyainov, T.M. (eds.) Sotsialnye i tsifrovye issledovaniya nauki: kollektivnaya monografiya [Social and Digital Studies of Science: Collective Monograph], Moscow: Russkoe obshchestvo istorii i filosofii nauki Publ., 2020. (in Russian)
- Bornmann, L., Haunschild, R., Mutz, R. "Growth Rates of Modern Science: a Latent Piecewise Growth Curve Approach to Model Publication Numbers from Established and New Literature Database", *Humanities and Social Sciences Communications*, 2021, vol. 224, no. 8. Available at: <https://www.nature.com/articles/s41599-021-00903-w> (accessed on August 15, 2022).
- Carman, C.C. "On the Determination of Planetary Distances in the Ptolemaic System", *International Studies in the Philosophy of Science*, 2010, vol. 24, no. 3, pp. 257-265.

Casadevall, A., Fang, F.C. "Revolutionary Science", *American Society for Microbiology*, 2016, vol. 7, no. 2, pp. 1-6.

Darwin, Ch. *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. Vol. 2. London: John Murray, Albemarle Street, 1868.

Galison, P. "Ten Problems in History and Philosophy of Science", *Isis*, 2008, vol. 99, no. 1, pp. 111-124.

Galison, P. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

Gayon, J. "From Mendel to Epigenetics: History of Genetic", *Comptes Rendus Biologies*, 2016, vol. 339, no. 7-8, pp. 225-300.

Hoyningen-Huene, P., Sankey, H. *Incommensurability and Related Matters*. Dordrecht: Springer, 2001.

Kasavin, I.T. *Nauka – gumanisticheskii proekt [Science – Humanistic Project]*. Moscow: Ves mir Publ., 2020. (in Russian)

King, R.C., Stansfield, W.D., Mulligan, P.K. *A Dictionary of Genetics*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

Kuhn, T. *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago: University of Chicago Press, 1977.

Kuhn, T. *The Road since Structure*. Chicago: University of Chicago Press, 2000.

Kuhn, T. *Struktura nauchnykh revolyutsii [Structure of Scientific Revolutions]*. Moscow: AST Publ., 2003. (in Russian)

Lakatos, I. *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

Lamarck, J.-B. *Filosofiya zoologii: in 2 t. [Philosophy of Zoology: in 2 vol]*. Vol. 2, Moscow – Leningrad: Gosudarstvennoe izd-vo biologicheskoi i meditsinskoi literatury Publ., 1937. (in Russian)

Mendel, G. *Opyty nad rastitelnymi gibridami [Experiments with Plants Hybridization]*. Moscow – Leningrad: OGIZ-SELKhOZGIZ Publ., 1935. (in Russian)

Mizrahi, M. (ed.) *The Kuhnian Image of Science: Time for a Decisive Transformation?* London – New York: Rowman & Littlefield International Publ., 2018.

Rheinberger, H.-J., Muller-Wille, S. *The Gene: From Genetics to Postgenomics*. Chicago – London: The University of Chicago Press, 2017.

Sankey, H. "Incommensurability: The Current State of Play", *Theoria*, 1997, vol. 3, no. 12, p. 425-445.

Sankey, H. *Incommensurability and Theory Change*. In: Hales S. (ed.) *A Companion to Relativism*. Oxford: Wiley-Blackwell Publ., 2011, pp. 456-474.

Spencer, H. *The Principles of Biology*. Vol. 1. London – Edinburgh – Oxford: Williams and Norgate Publ., 1898.

Stepin, V.S. *Teoreticheskoe znanie [Theoretical Knowledge]*. Moscow: Progress-Traditsiya Publ., 2003. (in Russian)

Vostrikova, E.V., Kusliy, P.S. "Neoliberalizm v nauke: podkhod STS" [Neoliberalism in Science: STS Approach], *Epistemology and Philosophy of Science*, 2015, no. 4, pp. 105-127. (in Russian)

Weber, M. *Philosophy of Experimental Biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

Поступила в редакцию: 05.10.2022

Принята к публикации: 10.11.2022