

ПРОГРЕСС НАУКИ: СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ИЛИ УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ*

Михайлов Андрей

Игоревич – кандидат философских наук, исследователь.

Русское общество истории и философии науки.

Российская федерация,
105062, г. Москва,
Лялин пер., 1/36, стр. 2;
e-mail: mikhailov1984@gmail.com

Исследование взаимосвязи тенденций к специализации и универсализации научного знания наиболее плодотворно при сопоставлении социологических и эпистемологических методов. Социологические методы описывают рост научного знания количественно как рост объема, эпистемологически качественно как рост уровня обобщения. Социологическое объяснение специализации исследователей основано на ограниченности ресурсов времени обучения, эпистемологическое объяснение дифференциации дисциплин – в онтологических различиях объектов исследования. Напротив, эпистемологическая универсализация – формулирование обобщающих теорий – обусловлена социальной потребностью в обеспечении связности сети технических практик. История развития естественных наук демонстрирует тенденцию к поглощению более развитыми парадигмами менее развитых, иными словами, научное знание возрастает кумулятивно как в количественном, так и качественном смысле.

Ключевые слова: научный прогресс, специализация, универсализация, междисциплинарность, трансдисциплинарность, историческая эпистемология, социальная эпистемология

PROGRESS OF SCIENCE: SPECIALIZATION OR UNIVERSALIZATION?

Andrey I. Mikhailov –

PhD in Philosophy, Researcher.
Russian Society for the History
and Philosophy of Science.

1/36 Lyalin lane, bd. 2,
Moscow 105062,
Russian Federation;
e-mail: mikhailov1984@gmail.com

A study of the relationship of trends towards specialization and universalization of scientific knowledge is most fruitful when sociological and epistemological methods are compared. Sociological methods describe the growth of scientific knowledge quantitatively as an increase in volume, whereas epistemological methods do it qualitatively in terms of an increase in the level of generalization. The sociological explanation of the specialization of researchers is based on the limited resources of the study time, the epistemological explanation of the differentiation of disciplines is in the ontological differences of the objects of research. On the contrary, epistemological universalization – the formulation of generalizing theories is conditioned by the social need to ensure the connectivity of the network of technical practices. The history of the development of natural sciences shows a tendency towards absorption of the less developed paradigms by more developed ones. In other words, scientific knowledge increases cumulatively both in quantitative and qualitative terms.

* Исследование подготовлено при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-78-10171 «Трансдисциплинарные концептуализации научного прогресса: проблемно-ориентированный, семантический и эпистемический подходы. К 100-летию со дня рождения Томаса Куна и Имре Лакатоса».



Keywords: scientific progress, specialization, universalization, interdisciplinarity, transdisciplinarity, historical epistemology, social epistemology

Введение

Философский анализ задачи исследования перспектив преодоления междисциплинарной сепарации, поставленной Т.Д. Соколовой, предполагает два уровня рефлексии: эмпирическую проверку выдвинутых гипотез на материале истории науки и теоретическое обоснование условий существования как самой дисциплинарной дифференциации научного знания, так и синтеза наук. Последнее предполагает ответ на ряд последовательных вопросов. Во-первых, необходимо выявить критерии прогресса научного знания, т.е. отрефлексировать, какие конкретно тенденции в исторической эволюции науки следует считать прогрессивными и на каком основании. Во-вторых, необходимо установить наличие или отсутствие корреляции между ранее определенными трендами прогресса и тенденциями к специализации и универсализации знания, отрефлексировав определения последних. Наконец, в-третьих, желательно сформулировать и обосновать гипотезы, объясняющие выявленные корреляции. Эмпирическим материалом для проверки выдвинутых гипотез выступает в первую очередь история математического естествознания, при этом следует учитывать потенциальную изменчивость гипотез в других дисциплинарных областях. Основной метод исследования – сопоставление эпистемологических структур научного знания и социальной организации науки. В результате такого сопоставления удастся показать, что росту связности технических практик соответствует процесс универсализации знания с поглощением, а не вытеснением парадигм.

Социальная эпистемология прогресса

Критерии роста научного знания можно разделить на две группы: эмпирические формально-количественные критерии и критерии логические, содержательно-качественные. Первая группа порождена экстерналистскими средствами исследования, т.е. социологией науки, вторая – интерналистскими средствами, т.е. эпистемологией. Простейшая форма критерия из первой группы это рост объема информации, массива достоверных эмпирических свидетельств, числа публикаций и исследований. Количественные характеристики позволяют уточнить постановку проблемы – степень дифференциации



и глубина обобщений должны быть измерены как функции объема информации и численности научного сообщества. Следует отметить, что минимальный набор количественных характеристик науки неявно предполагает столь же простую модель научного знания в духе логического позитивизма – научная информация трактуется как массив данных воспроизводимых экспериментов. Разумеется, такая модель обладает минимальными объясняющими возможностями в силу теоретической нагруженности факта – ежедневно наблюдаемая ложная очевидность вращения Солнца вокруг Земли была «фактом», в то время как в действительности является ошибочным донаучным представлением. Само выделение модельно независимых суждений требует теоретической работы и не обеспечивает полноты знания. Наука это не только описание, это в конечном счете объяснение – ответ на вопрос «Почему так, а не иначе?». Оценка объяснительных возможностей науки требует привлечения эпистемологических критериев – способности теории предсказывать результаты экспериментов. Логическое измерение прогресса научного знания определяется не только размерностью объясняемых данных, но и эффективностью теории. Из двух теорий с совпадающими предсказаниями лучше та, которая проще, содержит меньше параметров и предположений. Поэтому редукция нескольких частных теорий к единому основанию выступает одной из основных форм прогресса научного знания. Заметим, что тренд универсализации фактически включен в определение эпистемологического прогресса, предполагающего в качестве идеала научного познания единую картину мира, дедуцированную из минимума первопринципов. Поэтому проблема смещается в онтологическую плоскость: возможна ли единая научная картина мира или же совокупность теорий образует несвязный граф? Наконец, в рамках акторно-сетевой модели науки Бруно Латура [2014] возможен синтез социологических и эпистемологических критериев прогресса. Латур рассматривает знание как способ связывания в сеть социальных взаимодействий технико-экспериментальных практик, фактически отождествляя истинность и связность.

Точно так же возможны два типа объяснения тренда к специализации: социологическое и логико-эпистемологическое. Социологический аспект обусловлен ограниченными возможностями исследователя перерабатывать информацию при росте общего объема знания. Эволюционная стратегия специализации в технических, биологических и социальных системах обоснована общими принципами математического программирования и выпуклого анализа. Так, классическая теорема комплексного анализа [Половинкин, 1999] – принцип максимума гармонической функции, утверждающая, что максимум и минимум гармонической функции достигаются на границе области, описывает достаточно общую ситуацию условной оптимизации в отличие от глобального экстремума целевой функции, условный



экстремум целевой функции зависит не только самой функции, но в первую очередь от ограничений. В линейном программировании [Карманов, 1986] задача поиска оптимума сводится к задаче перебора вершин границы области. Область может описывать множество параметров технической системы или признаков биологического вида, ограничения определяются условиями среды, а целевая функция задает эффективность или приспособленность. Теоремы об оптимуме означают, что универсальная техника или одинаково приспособленный ко всем нишам вид не будут эффективными, а максимальная эффективность будет достигнута системой специализированных устройств и сообществом специализированных видов. Аналогично при ограниченном ресурсе времени на обучение сообщество исследователей-специалистов будет эффективнее ученых-универсалов. Предметное содержание специализации определяется логико-эпистемологической структурой знания. Так, например, университетский курс математики [Богачев, Смолянов, 2009] построен как последовательность дедуктивных теорий: действительный анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных и т.д. Социальная организация воспроизводства знания предполагает дедуктивный способ изложения, обеспечивающий как обоснованность фактов и методов решения задач, так и эффективное сжатие информации посредством аксиоматических систем. При этом аксиоматика предметной области тождественна локальной онтологии – структура математизированного знания объективна. В конечном счете класс «теоретически возможных миров» описывается исчислением ординалов, и упорядоченность ординалов вкупе с бесконечностью класса дает основания полагать, что для всякого явления найдется модель нужной сложности, а значит, рост научного знания может быть описан как рост дерева вложенных теорий, т.е. процесс универсализации.

В продолжение сопоставления социологии и эпистемологии, аналогичная кластеризация возможна и для объяснений тренда к универсализации. Социологическое объяснение было выдвинуто Г.П. Щедровицким [1995] – всякий прикладной, инженерный проект требует междисциплинарного знания и осуществляется посредством разделения труда между специалистами и междисциплинарной кооперации. Структура фундаментальной науки задается объектами исследования, прикладной – целями разработки. Критерии научности при этом не меняются, и для того, чтобы использовать различные локальные онтологии для достижения конечного прикладного результата, возникает нужда в обобщающих теориях, обеспечивающих тем самым рост связности сети технических практик.

Эпистемологически тренд универсализации знания может быть предьявлен на материале истории физики. В рамках классической научной рациональности было создано три больших теории – механика,



термодинамика и электродинамика. При этом нормы научности и границы предметной области физики были заданы механикой как наукой о движении, позволившей описывать мир дифференциальными уравнениями. Критика механицизма, ошибочно распространявшего свойства интегрируемых систем на все динамические системы, на самом деле оказалась триумфом редукционизма [Михайлов, 2017]. Основные принципы редукции термодинамики к механике были сформулированы еще в XIX в. в работах Гиббса и Больцмана по статистической механике, хотя математически строгое обоснование впервые было разработано Н.Н. Боголюбовым [1946] в середине XX в. Научная революция первой половины XX в., изменив парадигму представлений о причинности с лапласовского детерминизма на вероятностную каузальность, редуцировала к механике, теперь уже квантовой, не только термодинамику, но и теорию поля. В свою очередь, разрешение противоречий между механикой и теорией поля было найдено до первой квантовой революции в специальной, а затем и общей теории относительности. Всего в рамках неклассической научной рациональности [Степин, 2006], онтологизирующей измерительные процедуры, были представлены три нередуцируемых друг к другу картины мира: общая теория относительности, квантовая механика и кибернетика. Математические препятствия к редукции общей теории относительности и квантовой механики заключались в перенормируемости наивного квантования гравитации, т.е. самопротиворечивости модели, и концептуальных трудностей формулировки общеквариантной, независимой от геометрии процедуры квантования. Кибернетика, введя в рассмотрение обратные связи, стала первой существенно немеханической теорией – универсальная вычислительная машина Тьюринга может вычислить динамику гамильтоновой системы в дискретном времени, но сама ей не является. При этом онтология кибернетики неявно предполагала классическую детерминацию входов и выходов «черных ящиков», а значит, предписанное парадигмой моделирование квантовой системы с помощью кибернетических «черных ящиков» и связей между ними было бы заведомо несостоятельно в силу нарушения неравенств Белла [Bell, 1964]. Однако в конце XX и начале XXI в. именно поиск обобщающих теорий продолжает оставаться магистральным направлением развития науки [Weinberg, 1993]. На объединение квантовой механики и общей теории относительности в единую картину квантовой геометродинамики претендуют теория суперструн [Zwiebach, 2009], петлевая квантовая гравитация [Rovelli, Smolin, 1995] и некоторые другие подходы. Квантовая механика и кибернетика объединяются в квантовых вычислениях [Холево, 2010], превратившихся из теоретической концепции в экспериментальную технологию. Наконец, в работах современного российского математика С.В. Козырева [Kozyrev, 2020a; Kozyrev, 2020b; Kozyrev, 2022] соединение статистических методов



машинного обучения и функционального программирования – синтез механической и кибернетической парадигм рассматривается как фундаментальная онтология наук о жизни. В будущем завершить связность научной картины мира сможет возрастающая математизация общественных наук [Турчин, 2010], причем трактовка исторического процесса как смены закономерностей социальной эволюции [Михайлов, 2021] позволяет считать математику универсальной метатеорией как естественных, так и социогуманитарных дисциплин.

Заключение

Подводя итог, можно сформулировать следующие выводы. Возрастная объема научной информации ведет к универсализации теорий, но специализации исследователей. Связность графа частных научных дисциплин обеспечивается обобщающими теориями. Наличие обобщений высокого уровня позволяет специалистам в различных предметных областях выстраивать совместную деятельность. Иными словами, каждый исследователь, не имея возможности полностью овладеть всей совокупностью знаний, должен видеть путь от теоретической концепции максимальной общности до своей конкретной задачи. Таким образом, более плодотворным представляется не противопоставление кумулятивных и антикумулятивных концепций развития науки, а сопоставление количественной и качественной кумулятивности роста научного знания.

Список литературы

Богачев, Смолянов, 2009 – *Богачев В.И., Смолянов О.Г.* Действительный и функциональный анализ: университетский курс. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2009. 724 с.

Боголюбов, 1946 – *Боголюбов Н.Н.* Проблемы динамической теории в статистической физике. М.; Л.: ОГИЗ. Гостехиздат, 1946. 120 с.

Карманов, 1986 – *Карманов В.Г.* Математическое программирование. М.: Наука, 1986. 288 с.

Латур, 2014 – *Латур Б.* Пересборка социального: введение в акторно-сетевую теорию / Пер. с англ. И. Полонской; под ред. С. Гавриленко. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. 384 с.

Михайлов, 2017 – *Михайлов А.И.* О границах редукции // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2017. № 5. С. 61–76.

Михайлов, 2021 – *Михайлов А.И.* Механизмы социальной эволюции и периодизация исторического процесса // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2021. № 6. С. 81–97.



Половинкин, 1999 – Половинкин Е.С. Курс лекций по теории функции комплексного переменного. М.: МФТИ. 1999. 256 с.

Степин, 2006 – Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М.: Гардарики, 2006. 384 с.

Турчин, 2010 – Турчин П.В. Историческая динамика: на пути к теоретической истории. М.: Издательство ЛКИ, 2010.

Холево, 2010 – Холево А.С. Квантовые системы, каналы, информация. М.: МЦНМО, 2010. 328 с.

Щедровицкий, 1995 – Щедровицкий Г.П. Методологический смысл оппозиции натуралистического и системодейственного подходов // Избр. труды. М.: Шк. Культ. Полит., 1995. С. 143–154.

References

Bell, 1964 – Bell, J.S. “On the Einstein Podolsky Rosen Paradox”, *Phys. Phys. Fiz.*, 1964, vol. 1, iss. 3, pp. 195–200.

Bogachev, V.I., Smolyanov, O.G. *Deistvitel’nyi i funktsional’nyi analiz: universitetskii kurs* [Real and Functional Analysis: University Course]. Izhevsk: Regul’yarnaya i khaoticheskaya dinamika, 2009, 724 pp. (In Russian)

Bogolyubov, N.N. *Problemy dinamicheskoi teorii v statisticheskoi fizike* [Problems of Dynamic Theory in Statistical Physics]. Moscow, Leningrad: OGIZ, Gos-tekhnizdat, 1946, 120 pp. (In Russian)

Karmanov, V.G. *Matematicheskoe programmirovaniye* [Mathematical Programming]. Moscow: Nauka, 1986, 288 pp. (In Russian)

Kholevo, A.S. *Kvantovye sistemy, kanaly, informatsiya* [Quantum Systems, Channels, Information]. Moscow: MTsNMO, 2010, 328 pp. (In Russian)

Kozyrev, 2020a – Kozyrev, S.V. “Genome as a Functional Program”, *Lobachevskii J. Math.*, 2020, vol. 41, no. 12, pp. 2326–2331.

Kozyrev, 2020b – Kozyrev, S.V. “Learning Problem for Functional Programming and Model of Biological Evolution”, *P-Adic Numbers Ultrametric Anal. Appl.*, 2020, vol. 12, no. 2, pp. 112–122.

Kozyrev, 2022 – Kozyrev, S.V. “Learning Theory and Population Genetics”, *Lobachevskii J. Math.*, 2022, vol. 43, no. 7, pp. 1655–1662.

Latour, B. *Peresborka sotsial’nogo: vvedenie v aktorno-setevuyu teoriyu* [Re-assembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory], trans. by I. Polonskaya; ed. by S. Gavrilenko. Moscow: VSChE, 2014, 384 pp. (Trans. into Russian)

Mikhailov, A.I. “Mekhanizmy sotsial’noi evolyutsii i periodizatsiya istoricheskogo protsessa” [Mechanisms of Social Evolution and Periodization of the Historical Process], *Bulletin of the Moscow University. Series 7. Philosophy*, 2021, no. 6, pp. 81–97. (In Russian)

Mikhailov, A.I. “O granitsakh reduktzii” [About Limitation of Reductionism], *Bulletin of the Moscow University. Series 7. Philosophy*, 2017, no. 5, pp. 61–76. (In Russian)



Polovinkin, E.S. *Kurs lektsii po teorii funktsii kompleksnogo peremennogo* [Lectures on the Theory of the Function of a Complex Variable]. Moscow: MFTI, 1999, 256 pp. (In Russian)

Rovelli, Smolin, 1995 – Rovelli, C., Smolin, L., “Discreteness of Area and Volume in Quantum Gravity”, *Nucl. Phys.*, 1995, B442, pp. 593–622.

Shchedrovitskii, G.P. “Metodologicheskii smysl oppozitsii naturalisticheskogo i sistemodeyatel’nostnogo podkhodov” [Methodological Meaning of the Opposition of Naturalistic and System-Activity Approaches], in: *Izbrannye trudy*. Moscow: Shk. Kul’t. Polit., 1995, pp. 143–154 (In Russian)

Stepin, V.S. *Filosofiya nauki. Obshchie problemy* [Philosophy of Science. Common Problems]. Moscow: Gardariki, 2006, 384 pp. (In Russian)

Turchin, P.V. *Istoricheskaya dinamika: Na puti k teoreticheskoi istorii* [Historical Dynamics: On the Way to Theoretical History]. Moscow: LKI Publishing House, 2010. (In Russian)

Weinberg, S. *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature*. New York: Vintage books, 1993, 340 pp.

Zwiebach, B. *A First Course in String Theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009, 673 pp.