УДК 167.7

DOI: 10.17223/1998863X/46/8

С.Ю. Шевченко

МОДЕЛИРУЯ ТЕХНОНАУКУ: ОТ ЭПИСТЕМИЧЕСКИХ СЕТЕЙ К ДИСКУРСИВНЫМ ИГРАМ¹

В статье гуманитарная экспертиза технонаучного проекта рассмотрена как вариант преодоления основных методологических недостатков социальных исследований науки и технологии (STS). В рамках проведения такой экспертизы построение сетей распределения знаний и распространения технологий должно быть дополнено рассмотрением на более локальном уровне онтологии социальных объектов и «дискурсивных игр», происходящих в рамках их взаимодействия.

Ключевые слова: технонаука, гуманитарная экспертиза, методология.

Два «слепых пятна» социальных исследований науки и технологии

Теснейший симбиоз между научными изысканиями и технологическими разработками является одной из ключевых особенностей современного общества знания. В рамках большинства активно развивающихся дисциплинарных полей, в первую очередь вовлечённых в процессы НБИКС-конвергенции, наука и технология оказываются столь тесно связанными, что их различие становится проблематичным. Для обозначения такой ситуации в научной гуманитаристике широко используется термин «технонаука». При этом данное понятие также имплицитно вписанность научных и технических практик в более масштабные социальные процессы, их ориентацию на вненаучные цели и ценности. Один из наиболее известных ученых, работающих с технонаучной проблематикой, Б. Латур провозглашает исчезновение единой и независимой от политики и общества науки, на смену которой приходит разнообразие исследовательских инициатив. Основными объектами исследования социального ученого и философа науки становятся технонаучные проекты, предполагающие ориентацию на практический результат [1]. Вместе с тем эти проекты реализуются в условиях контингентного характера как собственно объектов исследования и материальных условий производства знания, так и социальных, экономических и политических процессов, влияющих на развитие исследовательской инициативы.

«Латурнианские» методологические установки получили широкое распространение среди российских и западных исследователей технонауки. Для этой наиболее ранней версии программы социальных исследований науки и технологии (STS) характерны две важные методологические особенности: во-первых, ориентация только на дескрипцию существующих технонаучных практик; во-вторых, представление технонауки как совокупности взаимодей-

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-311-00315.

ствий между включенными в её практики человеческими и не-человеческими акторами. Во многом данные особенности присущи и более поздним «волнам» STS-исследований и служат предметом серьезной критики крупных социальных учёных и философов. Так, британский социолог С. Фуллер отмечает, что ориентация на дескрипцию не только сужает исследовательский горизонт STS, но и снижает социальную значимость результатов таких исследований, так как не позволяет перейти от вопроса, как были сконструированы практики науки и технологии в прошлом, к проблеме, как они должны быть сконструированы в будущем. Положительным контрпримером у Фуллера выступает программа логических эмпиристов, оказавшая существенное воздействие на развитие методологии науки [2].

Критика американского философа Г. Хармана направлена на редукционистский характер онтологии латурнианской программы, сводящей всякий объект к совокупности его взаимодействий с другими объектами. На примере истории голландской Ост-Индской компании он показывает, что между формированием (социального) объекта и началом его активности могут пройти годы, в течение которых объект не перестаёт существовать [3].

В настоящей статье мы сначала кратко очертим один из уже имеющихся вариантов выхода за пределы дескрипции и включения философской рефлексии в контекст решения актуальных социогуманитарных проблем. Затем в свете обозначенного подхода к исследованию технаук будет рассмотрен методологический инструментарий такого исследования.

Выходя за рамки дескрипции

Предложенная Б.Г. Юдиным концепция гуманитарной экспертизы проектов технаук позволяет решить задачи прогнозирования и минимизации гуманитарных рисков как особого типа угроз, связанных с технологическими и социальными (социотехническими) инновациями. Эта концепция учитывает ряд центральных тенденций в исследовании науки и технологии, хотя открыто на них не опирается – вероятно, из-за опасности связать само развитие гуманитарной экспертизы как социальной практики с раз и навсегда заданным набором подходов¹. Ряд параллелей связывают гуманитарную экспертизу с концептуализированной в работах Г. Коллинза и Р. Эванса «взаимодействующей экспертизой» (*interactional expertise*). Сходство с подходом этих STS-исследователей заключается в анализе социальной роли эксперта и переоценке роли экспертного знания, в том числе через включение в экспертную деятельность «рядовых обывателей» (*laypersons*) [5]. Также гуманитарная экспертиза ориентирована на «предваряющее, моделирующее обживание обществом ситуаций, порождаемых внедрением научно-технических и социальных новшеств» [4]. Фасилитируя эти процессы, деятельность по гуманитарной экспертизе предполагает детальное изучение социальных ожиданий и социотехнических образов будущего, в терминологии американского STS-исследователя Ш. Ясановфа – «мнимостей» (*imaginaries*) [6].

То есть значительная часть подходов современных STS воспринята методологией гуманитарной экспертизы, при этом последняя не ограничивается

¹ Задачи данной статьи не предполагают полного изложения концепции гуманитарной экспертизы. Детальное её описание содержится в [4].

дескрипцией социальных взаимодействий в рамках развития технаучного проекта, но и раскрывает эпистемологические и аксиологические основания такого развития, а главное, применяет эти знания для идентификации гуманитарных рисков и способов их минимизации. Ниже мы тезисно приведем ключевые особенности философской концептуализации технауки в рамках гуманитарной экспертизы:

- Технаука – особое явление в рамках постнеклассической науки, ключевой особенностью которой служит взаимопроникновение внутринаучных и общесоциальных ценностей и целей.

- Научное познание встроено в деятельность как по созданию, так и по продвижению новых технологий.

- В рамках реализации технаучного проекта формируется общественный запрос на эффективные инновации и его удовлетворение.

- Разрабатываемые технологии имеют «человекоориентированный» характер, т.е. изменяют самого их потребителя в биологическом, ментальном и социальном смысле.

- Реализация технаучного проекта предполагает функционирование социального контура, в который включены четыре типа объектов (агентов): лаборатория, общество (широкая общественность), бизнес и медиа [7].

Роли каждого типа агентов в функционировании социальной структуры проекта принципиально различны и несводимы одна к другой, при этом исполнение каждой из них служит необходимым условием реализации проекта. Вместе с тем вклады различных элементов социального контура технауки в его функционирование, или степени их влияния на другие элементы, могут быть сравнимы благодаря представлению всего контура в одной из онтологий философских (или шире – гуманитарных) дисциплин. Такого рода представление технаучного проекта, а точнее, его моделирование, предполагающее высокую степень абстракции, позволяет помимо познавательных задач решить ещё и задачи координации междисциплинарной команды, осуществляющей изучение и собственно гуманитарную экспертизу проекта технауки. Иными словами, абстрактное моделирование позволяет решить три важные задачи гуманитарной экспертизы. Во-первых, оно служит инструментом, разделяющим континуум процессов развития технаучного проекта на несколько срезов дисциплинарных онтологий. Во-вторых, (что очевидно) моделирование позволяет осуществить рационализацию процессов эволюции проекта. И в-третьих, оно позволяет выйти за рамки дескрипции, предложив несколько альтернативных структурных вариантов развития технауки, выступающих в качестве системы координат гуманитарной экспертизы.

Одним из методологических инструментов такого моделирования, активно развивающегося в рамках формальной эпистемологии, служат эпистемические сети. Их построение предполагает представление научного и/или инженерного сообщества в виде графа. В рамках моделирования отдельные социальные группы представлены как вершины этого графа, а интеракции между ними – как ребра графа. По мнению разработчиков эпистемических сетей, эти и другие абстрактные сетевые модели могут быть рассмотрены не как адекватная дескрипция реальных практик, но как способ указать оптимальные конфигурации взаимодействий социальных агентов

и идентифицировать возможные риски, характерные для актуальных конфигураций такого рода [8].

Модели: эпистемические сети и сети диффузии технологий

В последние десять лет рост интереса исследователей науки к коммуникативной структуре, обеспечивающей производство знания, выразился в развитии методов логического и математического моделирования внутри- и межгрупповых эпистемических взаимодействий. Одной из центральных фигур этого движения в эпистемологии является К. Золльман, американский философ, активно применяющий теоретико-игровой подход для моделирования различных социальных взаимодействий – от воспитания детей до коммуникации между лабораториями. Теоретическим стимулом для исследований Золльмана стала опубликованная в 1998 г. работа, посвященная влиянию структуры и типов «межсоседских» взаимодействий на принятие экономических решений. Ее авторы, экономисты В. Бала и С. Гол, приходят к неожиданному заключению, что зачастую более верные решения принимаются в сообществе, члены которого скрывают часть информации [9]. В первых работах, посвященных моделированию научной коммуникации, Золльман приходит к во многом сходным выводам: в некоторых случаях уменьшение числа каналов коммуникации позволяет группе ученых сформировать истинные убеждения относительно закономерностей, имеющих место в исследуемой области [10]. Валидность этого заключения, понимаемая как вероятность появления схожих коммуникативных ситуаций в реальной науке, критически обсуждается в более поздних работах по эпистемическим сетям [8]. Однако методологическая ценность данного теоретического подхода не ограничивается дескрипцией. При этом упомянутая выше легкость, с какой Золльману удалось перейти от моделирования принятия экономических решений к представлению эпистемического процесса поиска истины, служит важным преимуществом этого подхода. Ведь агенты (социальные объекты), вовлеченные в развитие технаучного проекта, также участвуют во множестве типов взаимодействий. При этом возможность перевода одного типа интеракций в другой (скажем, трансляции убеждений в финансовое инвестирование) не делает эпистемические модели исчерпывающими.

Истинность вывода или максимизация экономических выгод для агентов развития проекта не тождественны успешности социального распространения инновационного продукта. Согласно основным типам моделей социальной диффузии технологий выигрышность стратегии может определяться близостью темпов диффузии к логистической кривой. В рамках так называемой «эпидемической модели» основным фактором, лимитирующим скорость распространения технологий, выступает пропускная способность информационных каналов, связывающих узлы сети [11]. Этот вывод эксплицитно противоречит приведенным выше результатам эпистемического и экономического моделирования. То есть наиболее близкие к истине представления о возможностях технологии и экономически оптимальное поведение сообществ, участвующих в её распространении, как минимум не всегда предполагают наиболее быстрое её распространение. Более продвинутые модели жестко связывают темпы диффузии технологий с топологией сети взаимодействий. Так, статус конкретного узла – готовность представленного им агента к ис-

пользованию инновации – определяется количеством его связей с другими узлами и их статусами (гомогенностью их степеней готовности к применению новой технологии). В гораздо меньшей степени статус конкретного узла зависит от тренда развития всей сети [12]. При этом данные модели описывают меньший фрагмент реальности, чем эпистемические сети. В сетях диффузии технологий, как правило, представлены только агенты, напрямую не включенные в процессы разработки инновации. Таким образом, в рамках гуманитарной экспертизы оптимальная структура сетей распространения технологии может быть сопоставлена с оптимальной структурой эпистемической сети всего технoнаучного проекта. Тем самым может быть выявлен класс стратегий развития проекта, в рамках которых истинность (адекватность фактам) представлений о возможностях разрабатываемой технологии может быть принесена в жертву скорости её распространения. К примеру, в рамках рассмотрения конкретного проекта ситуация его реализации может быть смоделирована так, что сокращение числа информационных связей между социальными агентами действительно приведет к более адекватным убеждениям о возможностях инновации. Тогда в рамках гуманитарной экспертизы проекта может быть поставлен вопрос: изоморфно ли это сокращение формированию кластеров социальных агентов, ведущему к более успешному распространению технологии?

Тем самым эпистемическая адекватность служит ориентиром для рассмотрения возможных социально-экономических процессов диффузии технологии. Сама же обширность классов возможных социальных ситуаций, которые могут быть представлены в виде эпистемических сетей, обусловлена использованием теории игр и байесовского подхода при их построении. При этом данные типы моделей нельзя рассматривать как варианты байесовских сетей.

Байесовские сети относятся к обширному классу моделей, в которых процесс получения вероятностного вывода также представлен через структуру графа. При этом задачей эпистемических сетей является моделирование существующей или возможной структуры социальных интеракций, задача построения байесовских сетей – получение инструмента, помогающего в принятии решений в условиях неопределённости. Этот инструмент не ориентирован на возможность существования представленных графом взаимодействий в социальной реальности. Более того, байесовские сети предполагают одностороннюю передачу информации вершинами графа и исключают циклические структуры, что делает крайне проблематичным их применение в моделировании развития технoнаучного проекта [13]. Эпистемические же сети свободны от связанных с этим недостатков, однако для них характерна редукция моделируемого объекта к взаимодействиям между его частями, объектами меньшего масштаба. Это методологическое ограничение эпистемических сетей полностью аналогично описанному в начале статьи второму «слепому пятну» акторно-сетевому подходу, против которого направлена критика Г. Хармана. Как мы покажем ниже, методология эпистемических сетей должна быть дополнена теоретическим инструментарием социальной онтологии и дискурсивных игр, чтобы валидно моделировать такой ключевой для технoнауки параметр, как время реализации конкретного проекта или отдельных его этапов.

Инновации: почему так медленно?

В рамках эпистемических сетей и сетей распространения инновации время выработки вероятностного вывода всеми агентами сети и время диффузии технологии связано лишь с количеством последовательно соединенных ребер в графе, т.е. с максимальной длиной пути взаимодействий между узлами. Переменные, отражающие состояние представленного узлом агента, присваиваются этому узлу моментально, а каждое ребро графа представляет однократное (пусть и продолжительное) взаимодействие. Кроме того, каждый узел не может самопроизвольно исчезнуть из актуальной конфигурации связей и возникнуть в другом месте сети с отличным набором переменных или значений этих переменных. Рассмотренные типы сетей несвободны от актуализма, свойственного акторно-сетевому подходу Б. Латура и последующим традициям в STS. Согласно им нечто или некто существует только потому, что постоянно воспроизводится активностью других агентов сети, служит фактором, влияющим на их взаимодействия, и вместе с тем их результатом. Однако вполне реальной и обыденной выглядит такая «запрещенная» актуализмом ситуация, в которой конкретный агент исчезает из сети взаимодействий и появляется в новой её области с другими свойствами. Например, конкретный ученый, ранее выступавший проponentом развития технологии, уходит в творческий отпуск для подготовки научно-популярной книги. Год спустя выходит его книга, в которой он уже резко критикует технологию, на которую ранее возлагал большие надежды. Он выступает бок о бок с другими спикерами, получает исследовательские гранты от других частных и государственных фондов и т.д.

Согласно отстаиваемой Г. Харманом точке зрения социальные агенты (объекты) не должны выпадать из поля зрения исследователя, даже если они актуально не включены в сеть взаимодействий. Более того, порождаемые объектами события являются эхом ранее сформировавшихся свойств этих объектов. Харман показывает, что между обретением свойств и наступлением событий может пройти несколько десятилетий.

Наиболее явными эти черты объектов социального поля технауки становятся при рассмотрении конкретных примеров. Так, один из главных вопросов трансляционной медицины может быть сформулирован следующим образом: «Почему между получением готовой технологической разработки и её внедрением в клинику проходит 17 лет?». При этом совокупная продолжительность клинических испытаний безопасности и эффективности технологии, кампаний по распространению информации о технологии и обучению сотрудников клиник в среднем в 2–3 раза меньше [14]. Одно из наиболее популярных решений этой проблемы состоит во внедрении новых технологий коммуникации между социальными агентами, участвующими в инновационном процессе (в случае трансляционной медицины – клиникой, фармкомпаниями, контролирующими органами). Однако даже применение блокчейн технологий, моментально снабжающих всех агентов одинаковыми данными, не позволяет приписать им одинаковые убеждения относительно эффективности технологии или успешности технаучного проекта. Лежащий в основе такого решения актуалистский подход не учитывает того, что между участниками коммуникации постоянно происходит не только обмен данными (о состоянии

сети или иных, внешних по отношению к агентам реалиях), но и обмен доводами, где каждый довод означает принятие на себя и приписывание другому новых обязательств. При этом, согласно аналитическому философу Р. Брэндому, «общий счет в этой игре отсутствует», однако существуют общие правила дискурсивной игры, соблюдая которые игроки могут достигнуть интерпретационного равновесия [15]. Таким образом, каждая взаимосвязь между социальными агентами обладает собственной «глубиной»: ребро графа эпистемической сети перестаёт быть простым объектом, который может быть описан через одну переменную. Более пристальный взгляд на эту локальную взаимосвязь показывает, что на фоне «глобальных» сетевых стратегий разворачиваются стратегии локальных взаимодействий, причем продолжительность и итог этих дискурсивных игр не определены структурой сети, в которую включены эти агенты.

Еще более значимым фактором, не учтенным в актуалистских сетевых моделях, выступает «глубина» самих социальных агентов, в терминологии Хармана – объектов. Согласно взглядам на социальную онтологию Дж. Сёрла формирование групповых интенций и убеждений предполагает формирование своего рода коллективного осознания («collective awareness»), которое является условием возникновения групповой агентности. Причем эти доинтенциональные установки не могут быть описаны категорией «убеждения» («beliefs»), на изменениях которых и строятся байесовские модели [16]. То есть социальный агент не может быть в достаточной степени описан через его убеждения, время и сила его реакции могут зависеть от его свойств, не явленных в рамках социальных взаимодействий. При этом такие свойства могут служить основой возникновения гуманитарных угроз или трудностей и задержек в реализации проекта (как в примере с трансляционной медициной).

Представления о «глубине» социальных объектов и связей между ними служат важным дополнением сетевых моделей технаутки, позволяющих в рамках гуманитарной экспертизы предсказывать широкий диапазон рискованных ситуаций, имеющих разный генезис и масштаб.

Литература

1. Черникова И.В., Черникова Д.В. Новая концепция производства знания в технаутке // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2017. № 39. С. 48–58
2. Фуллер С. Социология интеллектуальной жизни: карьера ума внутри и вне академии / пер. с англ. С. Гавриленко, А. Морозова, П. Хановой. М. : Изд. дом «Дело», 2017.
3. Харман Г. Имматериализм : Объекты и социальная теория / пер. с англ. А. Писарева. М. : Изд-во Ин-та Гайдара, 2018.
4. Юдин Б.Г. От этической экспертизы к экспертизе гуманитарной // Гуманитарное знание : тенденции развития в XXI веке : В честь 70-летия Игоря Михайловича Ильинского / под общ. ред. В.А. Лукова. М., 2006. С. 214–237.
5. Collins H.M., Evans R.J. The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience // Social Studies of Sciences. 2002. Vol. 32, № 2. P. 235–296
6. Jasanoff S., Kim S.-H. Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea // Minerva. 2009. 47 (2). P. 119–146.
7. Юдин Б.Г. Об этосе технаутки // Философские науки. 2010. № 12. С. 58–66.
8. Rosenstock S., Bruner J., O'Connor C. In Epistemic Networks, Is Less Really More? // Philosophy of Science. 2017. № 2. P. 234–252.
9. Venkatesh B., Goyal S. Learning from Neighbours // Review of Economic Studies. 1998. № 65. P. 565–621.

10. Zollman, K.J. The Communication Structure of Epistemic Communities // *Philosophy of Science*. 2007. № 74 (5). P. 574–587.
11. Geroski P.A. Models of Technology Diffusion // *Research Policy*. 1999. № 29. P. 603–625.
12. McCullen N.J., Rucklidge A.M., Bale C.S.E., Foxon T.J., Gale W.F. Multiparameter Models of Innovation Diffusion on Complex Networks // *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*. 2013. Vol. 12, № 1. P. 515–532.
13. Тулунцев А.Л., Николенко С.И., Сироткин А.В. Байесовские сети: Логико-вероятностный подход. СПб.: Наука, 2006.
14. Morris Z.S., Wooding S., Grant J. The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research // *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2011. № 104 (12). P. 510–520.
15. Brandom R. Making it explicit Reasoning, Representing, and Discursive Commitment. Cambridge; London: Harvard University Press, 1994.
16. Searle J.R. Collective Intentions and Actions // *Intentions in Communication* / Philip R. Cohen, Jerry Morgan and Martha E. Pollack (eds.). Cambridge: Bradford Books, 1990. P. 401–415.

Sergey Yu. Shevchenko, Institute of Philosophy, RAS (Moscow, Russian Federation).

E-mail: simurg87@list.ru

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science. 2018. 46. pp. 67–75.

DOI: 10.17223/1998863X/46/8

MODELING TECHNOSCIENCE: FROM EPISTEMIC NETWORKS TO DISCURSIVE GAMES

Keywords: technoscience; humanitarian expert examination; methodology.

In this paper, the author proposes a set of methodological approaches to the study of technoscientific projects. Their application allows to overcome two main shortcomings of modern science and technology studies (STS): (1) orientation only on the description of existing practices; (2) reduction of objects to their interactions. Humanitarian expert examination is a variant of overcoming of the first STS deficiency, as it implies a ‘forward reaction’ to the risks associated with the development of a specific technology. Simultaneously, the methodology of humanitarian expert examination includes the most dynamically developing approaches of the STS program: the study of social expectations and “sociotechnical imaginaries”, the development of new approaches to expert practices. At the same time, the necessity to predict the socio-humanitarian effects of a technoscientific project assumes the creation of models of such development. The structure of epistemic networks and network models of innovation diffusion are considered as methodological variants of modeling, not so widely known yet in the Russian tradition of STS. In the framework of the humanitarian expert examination of a significant technoscientific project, a comparison of the structures of epistemic networks and networks models of innovation diffusion allows us to specify the class of strategies within which the adequacy of knowledge about the possibilities of technology can be sacrificed for the effectiveness of its dissemination. The implementation of these network models can overcome the first of the above-mentioned shortcomings of the STS program, but it is not free from the second one. Reduction of the social object to its interactions, in particular, does not allow to solve the problem of time lag between the development of innovation and its application. This problem is central for a number of areas of technoscience, for example, for translational medicine. In the framework of overcoming the second of the indicated shortcomings, the structure of network models should be supplemented by a more local and detailed consideration of the ontology of social objects and the discursive games occurring within the framework of their interaction. Ontological problems can be dealt with both within the concept of formation of group intentions elaborated by John Searle and within Gilbert Harman’s object-oriented ontology. The conceptual apparatus for investigating discursive games is most fully described in Robert Brandom’s *Making It Explicit*.

References

1. Chernikova, I.V., Chernikova, D.V. (2017) The new concept of knowledge production in technoscience. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science*. 39. pp. 48–58. (In Russian). DOI: 10.17223/1998863X/39/6

2. Fuller, S. (2017) *Sotsiologiya intellektual'noy zhizni: kar'era uma vnutri i vne akademii* [The sociology of intellectual life: the career of the mind in and around the academy]. Translated from English by S. Gavrilenko, A. Morozova, P. Hanova. Moscow: Delo.
3. Harman, G. (2018) *Immaterializm. Ob'ekty i sotsial'naya teoriya* [Immaterialism: Objects and Social Theory (Theory Redux)]. Translated from English by A. Pisarev. Moscow: Gaidar Institute.
4. Yudin, B.G. (2006) Ot eticheskoy ekspertizy k ekspertize gumanitarnoy [From ethical examination to humanitarian expertise]. In: Sorokin, A.N. (ed.) *Gumanitarnoe znanie: tendentsii razvitiya v XXI veke* [Humanitarian Knowledge: Trends of Development in the 21st Century]. Moscow: National Institute of Business. pp. 214–237.
5. Collins, H.M. & Evans, R.J. (2002) The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. *Social Studies of Sciences*. 32(2). pp. 235–296
6. Jasanoff, S. & Kim, S.-H. (2009) Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea. *Minerva*. 47(2). pp. 119–146.
7. Yudin, B.G. (2010) Ob etose tekhnologii [About Ethos of Technoscience]. *Filosofskie nauki – Russian Journal of Philosophical Sciences*. 12. pp. 58–66.
8. Rosenstock, S., Bruner, J. & O'Connor, C. (2017) In Epistemic Networks, Is Less Really More? *Philosophy of Science*. 84(2). pp. 234–252.
9. Venkatesh, B. & Goyal, S. (1998) Learning from Neighbours. *Review of Economic Studies*. 65. pp. 565–621.
10. Zollman, K.J. (2007) The Communication Structure of Epistemic Communities. *Philosophy of Science*. 74(5). pp. 574–587. DOI: 10.1086/525605
11. Geroski, P.A. (1999) Models of Technology Diffusion. *Research Policy*. 29. pp. 603–625. DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00092-X.
12. McCullen, N.J., Rucklidge, A.M., Bale, C.S.E., Foxon, T.J. & Gale, W.F. (2013) Multiparameter Models of Innovation Diffusion on Complex Networks. *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*. 12(1). pp. 515–532. DOI: 10.1137/120885371
13. Tulupev, A.L., Nikolenko, S.I. & Sirotkin, A.V. (2006) *Bayesovskie seti: Logiko-veroyatnostnyy podkhod* [Bayesian Networks: The Logical-Probabilistic Approach]. St. Petersburg: Nauka.
14. Morris, Z.S., Wooding, S. & Grant, J. (2011) The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 104(12). pp. 510–520. DOI: 10.1258/jrsm.2011.110180
15. Brandom, R. (1994) *Making it explicit Reasoning, Representing, and Discursive Commitment*. Cambridge; London: Harvard University Press.
16. Searle, J.R. (1990) Collective Intentions and Actions. In: Cohen, P.R., Morgan J. and Pollock, M.E. (eds) *Intentions in Communication*. Cambridge: Bradford Books. pp. 401–415.