

ИТОГИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО СЕМИНАРА ПАМЯТИ Г.С. БАТЫГИНА

В этой рубрике публикуются статьи, написанные на основе выступлений на седьмом Методологическом семинаре «Методология и практики междисциплинарных взаимодействий в познавательных интересах социологии», посвященном памяти доктора философских наук, профессора Г.С. Батыгина — известного методолога социологических исследований и историка социологии, основателя и главного редактора «Социологического журнала». Семинар прошел 25–26 апреля 2019 г. в Институте социологии ФНИСЦ РАН.

В.С. АВДОНИН

ОБ УСЛОВИЯХ И СРЕДСТВАХ ТРАНСФЕРА ЗНАНИЙ В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ¹

Аннотация. В первой части статьи рассматривается методология изучения условий и средств трансфера знаний в междисциплинарных исследованиях. Она базируется на сочетании методологии историко-научных, социокультурных и науковедческих исследований, применяемой к изучению условий междисциплинарной коммуникации, с методологическим подходом, характерным для философии и эпистемологии науки, ориентирующимся на изучение средств трансфера. В качестве таких средств предлагается рассматривать концептуальные метафоры, или смысловые переносы между концептуальными доменами, исследуемые в когнитивной лингвистике. В статье анализ их роли в междисциплинарном трансфере изучается с помощью авторской методики параллельного словаря. Во второй части статьи показано применение этого подхода к исследованию конкретных междисциплинарных трансферов знаний на примерах ряда актуальных и развивающихся междисциплинарных областей. Непосредственно рассмотрено три примера: трансфер знаний между эволюционной биологией и эволюционными вычислениями; между эволюционной биологией и эволюционной политической наукой и биологической наукой и семиотикой.

Ключевые слова: междисциплинарность; трансфер знаний; концептуальные метафоры; смысловые домены; эволюционная биология; эволюционные вычисления; эволюционная политическая наука; биосемиотика.

Авдонин Владимир Сергеевич — доктор политических наук, ведущий научный сотрудник ИНИОН РАН.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 51/21.

Телефон: +7 (929) 518-53-44. **Электронная почта:** avdoninvla@mail.ru

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 17-18-01536).

Для цитирования: Авдонин В.С. Об условиях и средствах трансфера знаний в междисциплинарных исследованиях // Социологический журнал. 2019. Том 25. № 3. С. 99–116. DOI: 10.19181/socjour.2019.25.3.6678

Исходным моментом анализа междисциплинарности является понятие научной дисциплины как результата дифференциации науки в ходе развития в предметном, познавательном, методологическом и институциональном плане [16; 19]. В этом смысле дисциплины различаются по объектам исследований, накопленным знаниям о них, выраженным специальным образом, методам получения новых знаний, а также институционализацией — то есть наличием дисциплинарных организационных структур в системе науки и образования, позволяющих поддерживать и воспроизводить дисциплины. С эффективным использованием, а также с возможным преодолением и ослаблением этих различий и дифференциаций, с интеграцией познавательных усилий науки и связан феномен междисциплинарности. К его «драйверам» также обычно относят: сложность, комплексность самого объективного мира; опции получения новых фундаментальных знаний на стыках дисциплин; сложность и комплексность проблем, которые ставит перед наукой развитие общества; формирование технологий и методов, генерирующих междисциплинарность [30, р. 37–40].

Как правило, выделяются три основных типа междисциплинарности: *мультидисциплинарность* или неинтегрированная междисциплинарность, предполагающая сравнение и сопоставление исследовательских результатов двух или более дисциплин, но без объединения или интеграции их знаний и выводов; собственно междисциплинарность или *интегрированная междисциплинарность*, означающая интеграцию знаний двух или более дисциплин в ходе исследований, получения результатов и выводов; *трандисциплинарность*, касающаяся, как сказано выше, интеграции знаний и опыта науки и лежащих вне ее областей [58, р. 21–34].

На фоне этих различий и классификаций предметом нашего интереса является лишь один аспект данного процесса — трансфер (перенос) знаний между дисциплинами и группами научных дисциплин, выступающий в качестве важнейшего условия и средства становления междисциплинарных исследований. В этом смысле проблематика трансфера, очевидно, наиболее близка к типу интегрированной междисциплинарности, в рамках которой знания разных наук не просто сопоставляются, но и активно формируются в новые знания путем перемещения / переноса между различными дисциплинарными контекстами. В изучении этого процесса могут выделяться и применяться разные методологические подходы и способы анализа. В их числе достаточно важным и востребованным является философско-эпистемологический подход, нацеленный на рассмотрение общих эпистемологических оснований и принципов трансфера в науках и тяготеющий к теоретическому плану исследования. Но не менее важным представляется и рассмотрение практики конкретных трансферов знаний в областях определенных междисциплинарных исследований, больше ориентированное на эмпирический план анализа [30; 51].

О методологии исследования средств и условий междисциплинарного трансфера знаний

При изучении трансфера знаний в междисциплинарных исследованиях мы планируем опираться на координацию и взаимодействие обоих указанных подходов, сочетая эмпирико-практический и теоретико-эпи-

стемологический планы анализа. Этот объединенный подход означает, что рассмотрение конкретных условий и проблемных ситуаций междисциплинарных трансферов в локальных коммуникационных пространствах (полях трансфера) сочетается с эпистемологическим анализом средств и механизмов трансфера, представляющих собой средства переноса смысловых значений между разными научными дисциплинами (разными эпистемологическими контекстами).

В качестве примеров и образцов здесь можно указать на исследования таких историков науки, как Питер Галисон, Пол Тагард и другие, где трансфер знаний рассматривается как практика коммуникативного взаимодействия разных научных сообществ [3; 24; 40; 41; 56; 59]. Галисон уподобляет их разным культурным сообществам, а их взаимодействия, в том числе и трансфер знаний, — некоему роду межкультурных обменов. Различия их исходных базовых дисциплинарных «культур» не позволяют им общаться всесторонне и полноценно, подобно тому, как могут общаться представители одной «культуры», но некий редуцированный и в то же время эффективный трансфер знаний между ними происходит. Это имеет место в так называемых «зонах обмена», где объединены люди с их знаниями и где между ними возникает реальная практическая коммуникация для решения общих задач [41, p. 145–149].

Галисон сравнивает формирование языков такого обмена знаниями с образованием жаргонов и пиджинов — упрощенных языков межкультурной коммуникации, ориентированных на ограниченные и прагматические взаимодействия. В лингвистике и культурной антропологии описано множество таких языков [38]. Редукция или упрощение пиджина выражается в практически полном отсутствии в нем грамматики, в крайне огрубленной фонетике, в применении главным образом семантической функции языка и выработке так называемых «промежуточных словарей понимания» (“in-between” vocabularies).

В науке пиджины возникают в виду различия ее дисциплин и компонентов и необходимости находить между ними эффективные познавательные взаимодействия. Их применение в междисциплинарном общении, как показывает Галисон, способно давать важные эвристические эффекты и приводить к получению новых знаний. В качестве примера он приводит работу над проектом «Радар» в начале Второй мировой войны, в которую были вовлечены ученые разных специальностей (физики-теоретики, экспериментаторы, инженеры). Возникший в общении между физиками-теоретиками, специализировавшимися в области теории поля, и инженерами-электротехниками упрощенный язык (пиджин) способствовал быстрому нахождению ключевых технологических решений для создания радаров большой мощности [41, с. 149–153].

По мере развития междисциплинарных взаимодействий редуцированные языки общения могут развиваться в нечто большее, подобно тому, как упрощенные пиджины развиваются в креолы — гибридные языки полноценного общения, и обеспечивать более интенсивную и всестороннюю коммуникацию научных дисциплин, ведущую к формированию новых дисциплинарных образований.

Известный историк когнитивной науки и один из ее создателей Пол Тагард, используя подход Галисона, также объединяет в исследовании меж-

дисциплинарных трансферов эпистемологический и социально-антропологический аспекты. На примере становления такой ярко выраженной междисциплинарной области, как когнитивная наука, он исследует не только трансфер знаний между разными дисциплинами, но и роль в этом отдельных людей и институтов. По существу, Тагард описывает формирование галисоновской «зоны обмена» в когнитивистике, обеспечивающей эффективный трансфер знаний между такими разными науками, как психология, нейробиология, лингвистика, исследование искусственного интеллекта и других. Несмотря на существенные различия этих наук, трансфер идей между ними возможен в силу общей заинтересованности возникшего сообщества когнитивистов в продвижении исследований. В частности, Тагард приводит примеры, как концепт «ментальной репрезентации» из психологии и философии был трансферирован в области лингвистики, искусственного интеллекта, нейробиологии и антропологии, вызвав там продуктивные эвристические эффекты [24, с. 49]. Относительно языка общения, обслуживающего этот междисциплинарный трансфер в когнитивистике, он в духе Галисона отмечает, что это типологически скорее упрощенный пиджин, чем полноценный креол, создание которого в когнитивистике — дело будущего [24, с. 35].

В работах российских авторов, анализировавших этот подход, предлагались типологизации «галисоновских зон обмена», дискутировались вопросы концептуальных характеристик данной методологии и возможности применения в анализе междисциплинарных исследований концептуального аппарата социокультурной антропологии. В целом была признана ее продуктивность в концептуализации определенных проблемных ситуаций в научной коммуникации, разрешение которых может давать научные достижения [11, с. 11–12; 7 и др.].

Для дальнейшего развития этих подходов в концептуальном плане важно, на наш взгляд, постараться объединить историко-научный и социокультурный подходы к трансферу научных знаний с эпистемологическим и (теоретико-) коммуникативным. В последнем случае подход к трансферу знаний в основном ориентирован на теоретическую проблематику, в рамках которой он осмысливается как одновременно познавательный и коммуникационный процесс. Оба этих измерения в трансфере тесно связаны. Выделение и рассмотрение одного без другого оказывается не вполне продуктивным, поэтому, когда речь идет о теоретическом анализе трансфера знаний в науке, предпочтительны коммуникативно-эпистемологические теории и подходы [5; 12; 14 и др.].

Включение коммуникативно-эпистемологического плана исследования трансфера знаний в науке может базироваться на так называемых нелинейных или семиотических теориях коммуникации, предполагающих перенос / трансфер смыслообразующей информации или информации, организованной в смыслы и организующей смыслы. Они акцентируют знаковую, кодовую природу переноса / трансфера смыслов, фокусируются на знаках и знаковых системах как средствах трансфера, на восприятии, декодировании и интерпретации (семиозисе) знаковых средств в различных контекстах, на формировании на этой основе новых смысловых значений и новых знаний [17; 20; 22; 28 и др.]. Важным аспектом семиотических теорий коммуникации являются теории знаков и знаковых систем как средств трансфера смыслов, а в более узком лингво-семиотическом значении — лингвистических знаковых систем как средств такого трансфера.

В нашем исследовании, ориентированном на взаимосвязь коммуникационных и познавательных аспектов трансфера знаний в науке, целесообразно обратиться именно к таким лингвистическим (лингво-семиотическим и лингво-когнитивным) средствам трансфера. На них уже обращалось внимание в ряде близких к нашему проекту исследований [9; 10; 13 и др.], ориентирующихся на направления лингво-семиотики и когнитивной лингвистики, хотя в некоторых аспектах и выходящих за их пределы.

В целом когнитивная лингвистика как раз исходит из тесной связи языка и познания, полагая, что в основании языков лежат такие когнитивные (познавательные) способности, как категоризация, концептуализация, интерпретация, метафоризация и т. д. В рамках когнитивной лингвистики разрабатываются объяснительные теории различных когнитивных аспектов языка, которые могут быть полезны в нашем исследовании трансферов знаний в науке [6; 15; 57 и др.]. Особенно важную роль в этом плане играет исследование в когнитивной лингвистике когнитивных или *концептуальных метафор* как средств переноса смыслов (когнитивного содержания) между разными концептуальными или смысловыми «доменами». Как формулирует Э. Будаев: «В результате однонаправленной метафорической проекции (*metaphorical mapping*) из сферы-источника в сферу-мишень сформировавшиеся в результате опыта взаимодействия человека с окружающим миром элементы сферы-источника структурируют менее понятную концептуальную сферу-мишень, что составляет сущность когнитивного потенциала метафоры» [2, с. 16].

В лингвистике в основном исследуется употребление концептуальных метафор в быденном языке, в художественной литературе, в языке СМИ, в политических и юридических документах и дебатах, есть также и направление исследования таких метафор в науке [21; 33; 48 и др.].

В когнитивной лингвистике существует несколько теорий концептуальных метафор. Наиболее известные из них были выдвинуты Д. Лакоффом и Дж. Джонсоном, М. Блэком, Э. МакКормаком, М. Тернером и Ж. Фоконье и другими [25 и др.]. Перенос смысла из домена-источника к домену-цели позволяет создавать в последнем новые, не присутствующие там ранее смыслы и получать тем самым новые знания.

Особенностью концептуальной метафоры также считается перенос не всех, а лишь некоторой части смыслов домена-источника к домену-цели (теория «инвариантов» [45; 60]). По поводу того, какова эта часть, существуют разные мнения. Иногда говорят о смысловых аналогиях или сходствах концептуальных доменов, которые выделяет метафора, иногда о смысловых схемах, переносимых метафорой, иногда о переносимых ею достаточно сложных и комплексных смыслах [48].

В литературе говорится и о развитии теории концептуальных метафор в направлении «смешивания» или «блендирования» смыслов [37; 61]. В данном случае идея двух концептуальных доменов (источника и цели) дополняется еще двумя пространствами (доменами) — пространством генезиса (метафоры) и пространством «смещения» смыслов. Первое из них представляет собой некоторую область подготовки и формирования возможной концептуальной метафоры (*generic space*), область предварительного согласования и некоторого соответствия связываемых в ней смыслов. А вторая (домен-«бленд» — *blended space*) возникает уже после переноса смыслов от домена-источника к домену-цели. Она, по замыслу авторов, является уже новым концептуальным

доменом, в котором перенесенный в домен-цель смысл ставится «блендом» (гибридным или смешанным смыслом) и получает возможность модифицироваться по разным траекториям (либо вновь сближаясь с доменом-источником, либо развиваясь в домене-цели, либо трансформируясь в направлении новых доменов) [61, p. 137].

Коммуникативный подход к трансферу, выделяя в нем свойство переноса смыслов между концептуальными доменами, применительно к наукам означает, что и междисциплинарный трансфер знаний есть по существу процесс переноса смысловых значений между концептуальными пространствами двух различных научных дисциплин. Особенность здесь состоит в том, что концептуальные пространства наук являются значительно более строгими и упорядоченными по сравнению с доменами других областей [33]. И здесь требуется значительно более точная и избирательная передача смыслов. С другой стороны, концептуальная упорядоченность научных доменов означает и более существенную модификацию самих смыслов при трансфере для их эффективного «встраивания» в новый контекст.

Может ли с этим справиться концептуальная метафора, о которой упоминалось выше? Ответ здесь в принципе содержится в исследованиях, посвященных типологии концептуальных доменов и подчеркивающих значимость и эффективность познавательного потенциала концептуальных метафор [4; 33 и др.]. Эти метафоры многослойны и могут содержать не только лежащие на поверхности, но и внутренние, обобщенные и редуцированные смыслы концептуальных доменов в виде схем, структурных аналогий, сценариев, фреймов. В трансфере в науках это особенно важно, так как там речь часто идет о переносе смысла абстрактных идей и теорий. При этом редуцированные смыслы должны эффективно передавать смысловые значения от одного концептуального домена в другой, чтобы выполнить эвристическую функцию порождения нового знания в целевом домене.

Опираясь на сказанное выше, мы предлагаем использовать в исследовании междисциплинарного трансфера знаний методику *параллельного вокабуляра* (словаря смысловых значений терминов), которая основывается на сопоставлении и анализе смысловых значений ряда идентичных научных терминов в разных научных областях. (Предварительный вариант методики см.: [27, с. 80–81]). Методика предполагает, что идентичность терминов свидетельствует о трансфере знаний между этими областями, а различия смысловых значений — о модификациях смыслов при их переносе из одного дисциплинарного контекста в другой. При этом средством трансфера предлагается считать концептуальную метафору или метафорическую проекцию смысла из исходного (более познанного) концептуального домена (дисциплинарного контекста) в целевой (менее познанный) домен (контекст), способную порождать в нем новое знание. Ниже приводится матричная таблица параллельного словаря, которая может быть использована при исследовании междисциплинарного трансфера знаний.

Матричная таблица параллельного словаря

Общий термин	Смысловое значение термина в исходной научной дисциплине (домен-источник)	Смысловое значение термина в целевой научной дисциплине (домен-цель)	Анализ модификации смысла в трансфере и возможных эвристик (нового знания)
--------------	---	--	--

Итак, в исследовании междисциплинарных трансферов знаний мы намерены обратиться к методологии, сочетающей историко-научный и социокультурный подход к изучению условий научных коммуникаций с семиотическим подходом к анализу средств и процедур таких трансферов.

Примеры из практики междисциплинарных трансферов

Переходя к практике исследований конкретных междисциплинарных трансферов, остановимся на нескольких примерах, которые могут показать существенные черты этих процессов и в то же время относятся к некоторым активно развивающимся областям («точкам роста») междисциплинарных исследований в современной науке.

Пример 1. В качестве одного из таких примеров предлагается рассмотреть область трансфера знаний между эволюционной биологией и эволюционными вычислениями (ЭВ), составляющими быстро развивающуюся область вычислительной математики и компьютерных наук.

Прежде всего — об историко-научных условиях формирования пространства этого трансфера. Считается, что оно возникает в 1960–1970-е гг. на стыке эволюционной биологии и вычислительной математики (в первую очередь области математического программирования). Главными инициаторами этого трансфера выступают специалисты-математики из сферы компьютерного программирования. Хотя определенную поддержку они встречают и у эволюционистов, ориентированных на использование в своих исследованиях вычислительной техники. Интерес математиков к трансферу знаний из эволюционной биологии возникает как составная часть более широкого течения в вычислительных компьютерных науках по исследованию и использованию «естественных вычислений» или «природных моделей вычислений» (Natural computing, Nature-inspired models of computation) [26; 31; 32].

Следует также отметить, что к моменту начала трансфера знаний из эволюционной биологии в вычислительные науки сама эволюционная биология пережила ряд существенных трансформаций, главной из которых было утверждение в ней классического эволюционного синтеза или синтетической теории эволюции (СТЭ) [53]. При этом важно, что становление в биологии эволюционного синтеза не обошлось без влияния математики. Особенно это относится к игравшей важную роль в эволюционном синтезе популяционной генетике, где вычисления, связанные с динамикой популяций и комбинациями единиц генетической наследственности, занимали важное место и требовали привлечения математических знаний. Целый ряд положений популяционной генетики были выражены в математической форме (теоремы Фишера, Холдейна, закон Харди-Вайнберга и др.) [50]. По сути, это был некоторый предварительный этап (или аналог «формирующего домена» в «домене источнике»), без которого возникший затем трансфер из эволюционной биологии в вычислительную математику был бы значительно менее вероятен.

К настоящему времени результатом трансфера знаний из эволюционной биологии в вычислительную математику является обширная и активно развивающаяся область эволюционных вычислений. Она не является в полном смысле слова междисциплинарной, а представляет собой часть вычислительной математики, тесно связанной с компьютерным программированием, в том числе с исследованием и разработкой эволюционных и генетических алгоритмов, находящих применение в решении самых разнообразных задач науки и практики [8; 42; 39; 43 и др.].

В качестве основного средства этого междисциплинарного трансфера знаний мы рассматривали частичный (редуцированный) перенос смысловых значений ряда научных терминов из эволюционной биологии в вычислительную математику, который был исследован, опираясь на семиотические теории концептуальных метафор, методом параллельного словаря.

Сами по себе результаты этого исследования, проводившегося с участием биологов и вычислительных математиков, достаточно интересны и заслуживают более подробного освещения и отдельной публикации. Здесь же отметим, что в ходе исследования был обнаружен в том числе и эффект «обратного трансфера», который характеризуется уже обратной направленностью и переносом знаний из эволюционных вычислений в эволюционную биологическую науку. С точки зрения применяемого подхода это означает, что в эволюционных вычислениях (целевом домене) сформировался некоторый гибридный смысловой домен («домен-бленд»), который и стал источником *обратного трансфера*. Его результатом является становление на стыке этих научных областей некоторой новой междисциплинарной области, которую можно условно назвать *вычислительной эволюционной биологией* (Computational evolutionary biology). Можно также обнаружить, что она основывается на все более активном включении эволюционных вычислений (программ и алгоритмов) в биологические эволюционные исследования — эволюции макромолекул, генных регуляторных сетей, эпигенеза и др. [23; 54; 55; 62].

Ниже приводится начальный фрагмент большой таблицы² смыслового значения терминов параллельного словаря, включающий их значения в эволюционной биологии, эволюционных вычислениях (первичный трансфер) и вычислительной эволюционной биологии (обратный трансфер).

Термин	Значение в эволюционной биологии (домен-источник)	Значение в эволюционных вычислениях (домен-цель)	Значение в вычислительной эволюционной биологии (домен-бленд)
Ген	Материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, способная к воспроизведению и расположенная в определенном локусе хромосомы. Обеспечивает преемственность в поколениях того или иного признака или свойства организма. Представляет собой участок ДНК, задающий последовательность определенного полипептида либо функциональной РНК.	Синоним термина «компонента», если генотип рассматривается как вектор. Если же генотип рассматривается как строка, то ген — элемент, символ в заданной позиции этой строки. Как правило, принимает конечное множество значений (например, 0 или 1), хотя может быть и вещественным числом.	Последовательность оснований, далеко не всегда линейная и непрерывная, составляющая структурные и функциональные компоненты гена. Например, цис-регуляторные элементы, промотер, экзоны, интроны. Функционально образуют ансамбль, обеспечивающий регулируемый синтез полипептидов (или РНК) данного гена в надлежащих местах организма и в надлежащее время.
Генотип	Совокупность всех наследственных задатков особи, наследственная основа организма, составленная совокупностью генов.	Вектор или строка (последовательность) символов некоторого алфавита, как правило, алфавита 0,1.	Трактуется как обобщение хромосомы. Включает не только основные компоненты хромосомы, но и, например, разнообразные виды «генетического мусора» и последовательности преимущественно со структурными («механическими») функциями.

² В полном формате таблица параллельного словаря приводится в приложении к электронной версии этой статьи по адресу: URL: <https://www.jour.isras.ru/index.php/socjour/article/downloadSuppFile/6678/16>

Сопоставление смысла терминов «ген», «генотип», «фенотип», «адаптация», «отбор», «популяция» и других в эволюционной биологии, эволюционных вычислениях и вычислительной эволюционной биологии позволяет определить характер и особенности трансфера знаний между ними, тип и направленность редукции при прямом и обратном трансфере, формы эвристики и т. д. Исследование также позволяет выявить целый ряд свойств, характерных для целевых областей трансфера, и тенденции их развития.

Среди многочисленных примеров эвристик (новых знаний), полученных в результате прямых и обратных трансферов между эволюционной биологией и эволюционными вычислениями отметим здесь лишь один, ставший в последнее время наиболее известным. Это результаты исследования направленной эволюции ферментов, полученные биологом Френсисом Арнольдом на основе применения в биологии эволюционных алгоритмов, отмеченные Нобелевской премией 2018 года [18].

Пример 2. Другой пример, который мы хотели бы предложить, относится к трансферу знаний из эволюционной биологии в политическую науку, что ведет к формированию там достаточно активно развивающейся области эволюционной политологии. Здесь, как и в предыдущем примере, существенную, но, вероятно, даже более важную роль играет историко-научный и социокультурный контекст взаимоотношений биологических и социально-политических наук.

История их взаимодействий в первой половине XX века была отягощена проблемами использования биологических знаний в агрессивных, консервативных и антигуманных политических доктринах (расовые теории, социал-дарвинизм, евгеника и др.). Это вызвало тенденцию отчуждения политической науки от биологических знаний во второй половине XX века и осложнило междисциплинарные взаимодействия. Но к концу XX века ситуация постепенно изменилась, прежде всего в силу успехов биологических наук и быстрого роста их знаний и усложнения представлений [47, р. 29–30]. Социальные и антропологические науки уже не могли сохранять отчуждение и игнорировать этот растущий и усложняющийся массив знаний о мире живого. На этом фоне эволюционная политическая наука стала одним из примеров «открытия» социальных наук в направлении биологического знания и готовности к его трансферу. Типологически это напоминает ситуацию из первого примера, где речь идет о трансфере знаний из эволюционной биологии в вычислительную математику. Здесь также наблюдается перенос знаний из эволюционной биологии в новый контекст, но иной — характерный уже для социальных наук [1; 49].

Для эволюционной политологии трансфер биологических знаний, впрочем, не является прямым. Важной промежуточной областью-медиатором для нее служит эволюционная психология, выступающая также интерфейсом отношений с эволюционной биологией для целого ряда поведенческих наук. По существу, как отмечают сторонники эволюционной политологии, она представляет собой приложение эволюционной психологии к области политики (политического поведения) [34]. Эволюционная психология обеспечивает теоретическую связь между эволюцией и поведением и предлагает динамическое объяснение взаимодействия между психологией человека и социальной средой. Опираясь на эту модель, эволюционная политическая наука также стремится связать «конечную» логику эволюции

с «непосредственными фенотипическими замыслами и эффектами человека (поведение, мотивация и т. д.). Главной особенностью эволюционной политологии «является явное использование предельного давления отбора в качестве дедуктивной номологической базы, с помощью которой можно объяснить примерный фенотипический дизайн и эффекты, имеющие отношение к политическому поведению» [46, р. 348].

В качестве семиотических средств трансфера знаний здесь, как и в других примерах, рассматриваются концептуальные метафоры, обеспечивающие перенос смыслов терминов из эволюционной биологии в эволюционную психологию и эволюционную политическую науку. Ключевыми для анализа здесь выступают смыслы терминов «адаптация», «отбор», «наследственность», «среда», «репродуктивность» и другие. Ниже приводится начальный фрагмент рабочей таблицы примененной в исследовании методики параллельного словаря.

Термин	Значение в эволюционной биологии (домен-источник)	Значение в эволюционной психологии (домен-цель 1)	Значение в эволюционной политической науке (домен-цель 2)
Адаптация	Процесс выработки приспособлений организмов к условиям их существования, а также те закрепленные отбором признаки организмов, благодаря которым они могут выживать в определенных условиях внешней среды.	Закрепленные отбором в виде специализированного психического механизма типичные решения конкретных повторяющихся проблем в окружающей среде предков.	Контентно ориентированные психологическим механизмом типичные решения повторяющихся проблем в окружающей среде, закрепленные отбором.
Отбор	Процесс, посредством которого генетически наследуемые особенности, которые способствуют репродуктивному успеху, распространяются в популяции за счет альтернативных конструкций.	Процесс, фиксирующий генотип, кодирующий психологические особенности, которые в среднем усиливают пригодность их носителей к внешней среде.	Близок к смыслу термина в эволюционной психологии. Акцентирует особенности контента типичных решений и внешней среды.

Исследование показывает характерные редукции смысла терминов при трансфере. В частности, редукции смысловых значений термина «адаптация», «отбор» и др. в эволюционной психологии, а затем и в эволюционной политологии.

В области эвристики эволюционная политология предлагает свой вклад в изучение таких традиционных для современной политической науки тем, как исследование политического лидерства, коалиций, совместное использование ресурсов, переговоры и конфликты, войны и др. [46].

Пример 3. И наконец, еще один пример, который мы упоминаем, касается биосемиотики. Во многом эта научная область базируется на трансфере знаний из социокультурных, лингвистических и семиотических наук в биологию. Но также включает и значительный трансфер знаний, особенно по генной, поведенческой, системной регуляции, поступающих из биологических наук. В трансфере, таким образом, активно участвуют и биологи, и семиотики, и лингвисты, и информатики.

Условия формирования пространства этого трансфера и возникновения биосемиотики обычно описываются как период, когда успехи биологических наук, открывшие для них новые горизонты и области исследований, стимулировали поиски новых путей и перспектив их развития. Они предлагались разными научными областями — кибернетикой,

информатикой, системными теориями, семиотикой. Линия семиотики составила в данном случае тренд влияния на развитие биологии знаний и методологий социально-гуманитарных наук [44; 64]. На этом направлении преимущественно и формировалось возникшее коммуникативное пространство трансфера знаний. В этой связи существует две тенденции понимания биосемиотики. Одна заключается в том, что она фактически является частью, продолжением семиотики в области биологических наук [35]. Другая — что биосемиотика представляет собой междисциплинарную область, основанную на интеграции биологических и семиотических знаний и подходов (парадигма «семиотической биологии») [21; 29; 52].

Исследование трансфера знаний между семиотикой и биологическими науками, проведенное по методике параллельного словаря (саму рабочую таблицу мы здесь не приводим), показывает, что такой словарь пока не очень развит. Он включает целый ряд параллельных терминов, например «генетический код», «окружающая среда» («Umwelt»), «сигналы», «информация», «связь / коммуникация» и др., имеющих соответствующие смысловые значения в семиотике и биологии. Но пока не содержит в биологии в качестве общепринятых, в частности, таких ключевых для биосемиотики терминов, как «семиозис», «интерпретация», «агентность» («agency»). Этот анализ также позволяет определить некоторые особенности концептуальных редукиций при трансфере и указать некоторые эвристики.

В числе некоторых положительных эвристик трансфера семиотических знаний в биологию известный генетик и семиотик Гюнтер Витцани отмечает, например, следующее. Возможность анализировать биологические процессы «нередуктивно», т. е. не сводя их объяснения к абиотическим; изучать знаковую природу биологических процессов, сигнальные связи и взаимодействия в биологических системах, исследовать «агентов» биологического взаимодействия на разных уровнях живого; обсуждать и по-новому ставить вопросы о происхождении и фундаментальных свойствах живого и др. [63, р. 187].

В целом биосемиотику, вероятно, можно признать сегодня развивающейся междисциплинарной научной областью. В то же время полноценной междисциплинарной исследовательской программой в биологии, подобно, например, биохимии, она пока не стала. Хотя и существуют проекты ее развития в этом направлении [29; 64], некоторыми биологами иногда отмечается, что получаемые в этой области знания недостаточно эффективны по сравнению со знаниями, получаемыми современной биологией, например, в рамках биохимии.

Заключение

Таким образом, проведенный обзор методологии изучения условий и средств междисциплинарного трансфера знаний и соответствующих примеров из истории и практики междисциплинарных исследовательских направлений позволяет сформулировать следующие предварительные выводы и результаты. Мы полагаем вполне эффективным использовать в исследовании интегрированный историко-научный (социокультурный) и коммуникативно-эпистемологический подход, что обеспечивает логику последовательного рассмотрения условий и средств междисциплинарного трансфера знаний. В качестве предварительных условий трансфера предполагается формирование некоторого (локального) пространства взаимно

заинтересованной коммуникации, в котором возможно решение проблем междисциплинарного общения. Коммуникация в этом пространстве является ограниченной, проблемной, редуцированной («пиджированной» по терминологии Галисона), однако общение и трансфер некоторых важных для участников знаний в нем происходят. Средствами этого трансфера являются, как утверждается в статье, когнитивные или концептуальные метафоры или метафорические проекции смыслов из одних концептуальных доменов (источников) в другие (домены-цели), способные порождать в них новые смысловые значения (эвристики). Применение концептуального аппарата когнитивной лингвистики к исследованию средств междисциплинарного трансфера знаний требует, разумеется, дальнейшего изучения, проработки и систематизации. И метафорические проекции, и смысловые знания и их виды, и сами концептуальные домены и виды порождаемых эвристик имеют в науке множество особенностей, проблемных аспектов и нуждаются в дальнейшем исследовании.

Тем не менее их применение, в том числе с использованием методики параллельного словаря, при рассмотрении в статье конкретных примеров междисциплинарного трансфера знаний позволило получить определенные и достаточно интересные результаты. В частности, при анализе трансфера знаний между эволюционной биологией и эволюционными вычислениями было обнаружено наличие эффекта «обратного трансфера», что указывает на возможное формирование в этой области особого «гибридного смыслового домена», питающего смыслами обратный трансфер и способствующего формированию междисциплинарной области «вычислительной эволюционной биологии». В другом примере о трансфере знаний между эволюционной биологией и эволюционной политической наукой был выделен «промежуточный» смысловой домен-посредник в виде эволюционной психологии, анализ которого позволил уточнить особенности трансфера знаний в эволюционной политической науке. В примере о биосемиотике были уточнены некоторые проблемные моменты, связанные с трансфером.

Использование предложенного в статье подхода и связанной с ним методики может, на наш взгляд, способствовать повышению результативности изучения междисциплинарного трансфера знаний в науке и междисциплинарности в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдонин В.С.* Синтезы в эволюционной биологии и сценарии взаимодействий с социальными науками // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2018. Вып. 8. С. 12–32.
2. *Будаев Э.В.* Становление когнитивной теории метафоры // Лингвокультурология. Вып. 1. Екатеринбург: УРПУ, 2007. С. 16–32.
3. *Галисон П.* Зона обмена: координация убеждений и действий // Вопросы истории естествознания и техники. 2004. № 1. С. 64–91.
4. *Гудков Л.Д.* Метафора и рациональность как проблема социальной эпистемологии. М.: Русина, 1994. — 430 с.
5. *Гутнер Г.Б.* Смысл как основание коммуникативных практик // Эпистемология и философия науки. 2008. № 4. С. 44–52.
6. *Демьянков В.З.* Языковые техники «трансфера знаний» // Лингвистика и семиотика культурных трансферов. М.: Культурная революция, 2016. С. 61–85.

7. *Дорожкин А.М.* Проблемы построения и типологии зон обмена // Эпистемология и философия науки. 2017. № 4. С. 20–29.
8. *Еремеев А.В.* О проблеме сальтационных реорганизаций генетического материала в генетике популяций и эволюционных вычислениях // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2018. Вып. 8. С. 257–263.
9. *Золян С.Т.* Неопределенность и множественность перевода как проекция семантики текста // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2017. Вып. 7. С. 159–170.
10. *Ильин М.В.* Образ: исходные когнитивные схемы и этимоны // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2018. Вып. 8. С. 12–24.
11. *Касавин И.Т.* Зоны обмена как предмет социальной философии науки // Философия и эпистемология науки. 2017. № 1. С. 8–17.
12. *Касавин И.Т.* Социальная философия науки и коллективная эпистемология. М.: Кнорус, 2016. — 264 с.
13. *Колесов В.В.* Суждение о концепте Образ // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2018. Вып. 8. С. 25–46.
14. Коммуникативная рациональность. Эпистемологический подход / Отв. ред. И.Т. Касавин, В.Н. Порус. М.: ИФ РАН, 2009. — 2015 с.
15. Лингвистика и семиотика культурных трансферов: методы, принципы, технологии / Отв. ред. В.В. Фещенко. М.: Культурная революция, 2016. — 500 с.
16. *Мирский Э.М.* Междисциплинарные исследования и дисциплинарная организация науки. М.: Наука, 1980. — 303 с.
17. *Моррис Ч.У.* Основания теории знаков // Семиотика: Антология / Сост. Ю.С. Степанов. М.: Академический проект, 2001. С. 45–97.
18. Нобелевскую премию по химии присудили разработчикам методов направленной эволюции [электронный ресурс]. Дата обращения 12.04.2019. URL: <https://tass.ru/nauka/5631363>
19. *Огурцов А.П.* Дисциплинарная структура науки. М.: Наука, 1988. — 256 с.
20. *Пирс Ч.С.* Принципы философии. Том II. СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2001. — 320 с.
21. *Седов А.Е.* Метафоры в генетике // Вестник Российской академии наук. 2000. Т. 70. № 6. С. 526–534.
22. Семиотика: Антология / Сост. Ю.С. Степанов. М.: Академический проект, 2001. — 702 с.
23. *Спиров А.В., Мясникова Е.М.* Эволюционный консерватизм генных регуляторных сетей временной спецификации нейробластов // Молекулярная биология. 2019. Том 53. № 2. С. 225–239.
24. *Тагард П.* Междисциплинарность: торговые зоны в когнитивной науке // Логос. 2014. № 1 (97). С. 35–60.
25. Теория метафоры: Сборник / Пер. с англ., фр., нем., исп., польск. яз.; Вступ. ст. и сост. Н.Д. Арутюновой. М.: Прогресс, 1990. — 512 с.
26. *Фогель Л., Оуэнс А., Уолли М.* Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. М.: Мир, 1969. — 230 с.
27. *Фомин И.В.* Семиотика или меметика? К вопросу о способах интеграции социально-гуманитарного знания // Политические исследования. 2015. № 2. С. 72–84.
28. *Фреге Г.* Избранные работы / Сост. В.В. Анашвили, А.Л. Никифоров. М.: Дом интеллектуальной книги: Анашвили, 1997. — 159 с.
29. *Чебанов С.В.* На пути к семиотически осознаваемой биологии: биосемиотика замещает синтетическую теорию эволюции // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2019. Вып. 9. (в печати)
30. An Introduction to Interdisciplinary Research: Theory and Practice / Ed. by S. Menken, M. Keestra. Amsterdam: Amsterdam University Press B.V., 2016. — 130 p.

31. *Backofen R., Clote P.* Evolution as a computational engine // Proceedings of the Annual Conference of the European Association for Computer Science Logic, Springer Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1414. Berlin: Springer-Verlag, 1997. P. 35–55. DOI: 10.1007/bfb0028006
32. *Brabazon A., O'Neill M., McGarraghy S.* Natural Computing Algorithms. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2015. — 554 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43631-8>
33. *Brown T.* Making Truth. The Roles of Metaphor in Science. Urbana – Chicago: University of Illinois Press, 2003. — 232 p.
34. *Cosmides L., Tooby J.* From evolution to behavior: Evolutionary psychology as the missing link // The latest on the best: Essays on evolution and optimality / Ed. by J. Dupre. Cambridge, MA: MIT, 1987. P. 276–306.
35. *Deely J.N.* Semiotics and biosemiotics: Are sign-science and life-science coextensive? // Biosemiotics: The Semiotic Web 1991 / Ed. by T.A. Sebeok, J. Umiker-Sebeok. Berlin: Mouton de Gruyter, 1992. P. 47–75. DOI: 10.3138/cmlr.47.3.549
36. *Evans V.A.* Glossary of Cognitive Linguistics. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2007. — 239 p.
37. *Fauconnier G., Turner M.* The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities. New York: Basic Books, 2002. — 440 p. DOI: 10.1086/378014
38. *Foley W.A.* Language Birth: The Processes of Pidginization and Creolization // Language: The Sociocultural Context / Ed. by F.J. Newmeyer. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988. P. 162–183. DOI: 10.1017/cbo9780511620577.010
39. *Foster J.* Evolutionary Computation // Nature Reviews Genetics. 2001. No. 2 (6). P. 428–436.
40. *Galison P.* Image and logic: A material culture of microphysics. Chicago (Ill.): University of Chicago Press, 1997. — 982 p.
41. *Galison P.* Trading zone. Coordinating Action and Belief // The Science Studies Reader / Ed. by M. Biagioli. New York: Routledge, 1999. P. 137–160.
42. *Holland J.* Adaptation in natural and artificial systems. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975. — 183 p.
43. *Koza J.R., Bennett F.H., Andre D., Keane M.A.* Genetic Programming III: Darwinian Invention and Problem Solving. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999. — 172 p. DOI: 10.1109/tevc.1999.788530
44. *Kull K., Thomas A.* Sebeok and biology: Building biosemiotics // Cybernetics and Human Knowing. 2003. Vol. 10. No. 1. P. 47–60.
45. *Lakoff G.* The Invariance Hypothesis: Is Abstract Reason Based on Image Schemata? // Cognitive Linguistics. 1990. Vol. 1 (1). P. 39–74. DOI: 10.1515/cogl.1990.1.1.39
46. *Lopez A., McDermott R.* Adaptation, Heritability, and the Emergence of Evolutionary Political Science // Political Psychology. 2012. Vol. 33. No. 3. P. 343–362. DOI: 10.1111/j.1467-9221.2012.00880.x
47. *Meloni M.* Political Biology. Science and Social Values in Human Heredity from Eugenics to Epigenetics. New York: Palgrave Macmillan, 2016. — 284 p. DOI: 10.1086/694147
48. Metaphor and Thought / Ed. by A. Ortony. 2nd ed. Cambridge NY: Cambridge University Press, 1993 (2002). — 678 p.
49. *Patzelt W.J.* Allgemeine Evolutionstheorie und ihr Nutzen für die Sozialwissenschaften // Faktum Evolution. Gesellschaftliche Bedeutung und Wahrnehmung / Ed. by M. Knoflacher. Frankfurt, et al.: Peter Lang, 2011. P. 217–246.
50. *Provine W.B.* The Role of Mathematical Population Geneticists in the Evolutionary Synthesis of the 1930s and 1940s // Studies in history of biology. 1978. Vol. 2. P. 167–192.
51. *Repko A.F., Szostak R.* Interdisciplinary research: Process and theory. Los Angeles: SAGE, 2017. — 425 p.

52. *Sharov A.A.* From cybernetics to semiotics in biology // *Semiotica*. 1998. No. 120. P. 403–419.
53. *Smocovitis V.* *Unifying Biology. The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*. Princeton: Princeton University Press, 1996. — 230 p. DOI: 10.1086/ahr/103.3.857
54. *Spirov A., Holloway D.* Using evolutionary computations to understand the design and evolution of gene and cell regulatory networks // *Methods*. 2013. No. 62 (1). P. 39–55. DOI: 10.1016/j.ymeth.2013.05.013
55. *Stemmer W.P.C.* DNA Shuffling by Random Fragmentation and Reassembly — in-Vitro Recombination for Molecular Evolution // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1994. No. 91. P. 10747–10751. DOI: 10.1073/pnas.91.22.10747
56. *Thagard P.* *Mind: Introduction to cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. — 280 p.
57. *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics* / Ed. by D. Geeraerts and H. Cuyckens. Oxford: Oxford University Press, 2011. — 1334 p. DOI: 10.1017/s0022226709005775
58. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* / Ed. by R. Frodeman, J. Thompson Klein and R. Carlos Dos Santos Pacheco. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2017. — 652 p. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198733522.001.0001
59. *Trading zones and interactional expertise. Creating new kinds of collaboration* / Ed. by M.E. Gorman. Cambridge: MIT Press, 2010. — 312 p. DOI: 10.7551/mitpress/9780262014724.003.0001
60. *Turner M.* Aspects of the Invariance Hypothesis // *Cognitive Linguistics*. 1990. Vol. 1 (2). P. 247–255.
61. *Turner M., Fauconnier G.* Metaphor, Metonymy, and Binding // *Metaphor and Metonymy at the Crossroads: A Cognitive Perspective* / Ed. A. Barcelona. Berlin; New York: Mouton de Gruyter, 2000. P. 133–148. DOI: 10.1515/9783110894677.133
62. *Voigt C.A., Martinez C., Wang Z.G., Mayo S.L., Arnold F.H.* Protein building blocks preserved by recombination // *Nature Structural Biology*. 2002. No. 9. P. 553–558. DOI: 10.1038/nsb805
63. *Witzany G.* The agents of natural genome editing // *Journal of Molecular Cell Biology*. 2011. No. 3. P. 181–189.
64. *Witzany G.* *The Logos of the Bios*. Helsinki: UMWEB. 2006. — 219 p.

Дата поступления: 27.06.2019.

SOTSIOLOGICHESKIY ZHURNAL = SOCIOLOGICAL JOURNAL. 2019.
VOL. 25. No. 3. P. 99–116. DOI: 10.19181/socjour.2019.25.3.6678

V.S. AVDONIN

Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (INION RAN), Moscow, Russian Federation.

Vladimir S. Avdonin — Doctor of Political Sciences, Leading Researcher, INION RAN.
Address: 51/21, Nakhimov Avenue, 117997, Moscow, Russian Federation.
Phone: +7 (929) 518-53-44. **Email:** avdoninvla@mail.ru

**ON THE CONDITIONS AND MEANS OF KNOWLEDGE TRANSFER
IN INTERDISCIPLINARY RESEARCH**

Abstract. The first part of this article discusses the methodology for studying the conditions and means of knowledge transfer in interdisciplinary research. It is based on a combination of methodology from

historical, socio-cultural and scientific research applied to the study of the conditions of interdisciplinary communication, with a methodological approach characteristic of the philosophy and epistemology of science, focusing on studying means of transfer. It is suggested that conceptual metaphors, or semantic transfers between conceptual domains, which are studied in cognitive linguistics, be considered as such tools. The article analyzes their role in interdisciplinary transfer using the author's parallel dictionary methodology. The second part of the article shows the application of this approach to studying specific interdisciplinary knowledge transfer based on the examples of a number of relevant and developing interdisciplinary areas. Three examples were specifically examined: the transfer of knowledge between evolutionary biology and evolutionary computation; between evolutionary biology and evolutionary political science and biological science and semiotics.

Keywords: interdisciplinarity; knowledge transfer; conceptual metaphors; semantic domains; evolutionary biology; evolutionary computation; evolutionary political science; biosemiotics.

For citation: Avdonin V.S. On the Conditions and Means of Knowledge Transfer in Interdisciplinary Research. *Sotsiologicheskij Zhurnal = Sociological Journal*. 2019. Vol. 25. No. 3. P. 99–116. DOI: 10.19181/socjour.2019.25.3.6678

REFERENCES

1. Avdonin V.S. Synthesis in evolutionary biology and scenarios of interactions with social sciences. *METHOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2018. Iss. 8. P. 12–32. (In Russ.)
2. Budaev Je.V. The formation of the cognitive theory of metaphor. *Lingvokul'turologija*. Iss. 1. Ekaterinburg: URPU publ., 2007. P. 16–32. (In Russ.)
3. Galison P. Trading zone. Coordinating Action and Belief. *Voprosy istorii estestvoznaniya i tehniki*. 2004. No. 1. P. 64–91. (In Russ.)
4. Gudkov L.D. *Metafora i racional'nost' kak problema social'noj jepistemologii*. [Metaphor and rationality as a problem of social epistemology.] Moscow: Rusina publ., 1994. 430 p. (In Russ.)
5. Gutner G.B. Meaning as the basis of communicative practices. *Jepistemologija i filosofija nauki*. 2008. No. 4. P. 44–52. (In Russ.)
6. Dem'jankov V.Z. Language techniques of “knowledge transfer”. *Lingvistika i semiotika kul'turnyh transferov*. [Linguistics and semiotics of cultural transfers.] Moscow: Kul'turnaja revoljucija publ., 2016. P. 61–85. (In Russ.)
7. Dorozhkin A.M. Design and typology problems of trading zones. *Jepistemologija i filosofija nauki*. 2017. No. 4. P. 20–29. (In Russ.)
8. Eremeev A.V. On problem of saltational reorganization of genotypes in population genetics and evolutionary computations. *METHOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2018. Iss. 8. P. 257–263. (In Russ.)
9. Zoljan S.T. The indeterminacy of translation as a projection of the dynamic semantics of text. *METHOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2017. Iss. 7. P. 159–170. (In Russ.)
10. Il'in M.V. Image: emergent cognitive schemata and etymons. *METHOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2018. Iss. 8. P. 12–24. (In Russ.)
11. Kasavin I.T. Trading zones as a subject-matter of social philosophy of science. *Filosofija i jepistemologija nauki*. 2017. No. 1. P. 8–17. (In Russ.)
12. Kasavin I.T. *Social'naja filosofija nauki i kollektivnaja jepistemologija*. [Social Philosophy of Science and Collective Epistemology.] Moscow: Knorus publ., 2016. 264 p. (In Russ.)
13. Kolesov V.V. Judgment of the concept Image. *METHOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2018. Iss. 8. P. 25–46. (In Russ.)
14. *Kommunikativnaja racional'nost'. Jepistemologicheskij podhod*. [Communicative rationality. Epistemological approach.] Ed. by I.T. Kasavin, V.N. Porus. Moscow: IF RAN publ., 2009. 2015 p. (In Russ.)
15. *Lingvistika i semiotika kul'turnyh transferov: metody, principy, tehnologii*. [Linguistics and semiotics of cultural transfers: Methods, principles, technologies.] Ed. by V.V. Feshhenko. Moscow: Kul'turnaja revoljucija publ., 2016. 500 p. (In Russ.)

16. Mirskij Je.M. *Mezhdisciplinarnye issledovanija i disciplinarnaja organizacija nauki*. [Interdisciplinary research and the disciplinary organization of science.] Moscow: Nauka publ., 1980. 303 p. (In Russ.)
17. Morris Ch.W. The foundations of the theory of signs. *Semiotika: Antologija*. [Semiotics: Anthology.] Selected by Ju.S. Stepanov. Moscow: Akademicheskij proekt publ., 2001. P. 45–97. (In Russ.)
18. *Nobelevskuju premiju po himii prisudili razrabotchikam metodov napravlennoj jevoljucii*. [The Nobel Prize in chemistry was awarded to developers of methods of directed evolution.] Accessed 12.04.2019. URL: <https://tass.ru/nauka/5631363> (In Russ.)
19. Ogurcov A.P. *Disciplinarnaja struktura nauki*. [Disciplinary structure of science.] Moscow: Nauka publ., 1988. 256 p. (In Russ.)
20. Peirce Ch.S. *Principy filosofii*. [Principles of Philosophy] Vol. II. St Petersburg: Sankt-Peterburgskoe filosofskoe obshhestvo publ., 2001. 320 p. (In Russ.)
21. Sedov A.E. Metaphors in Genetics. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*. 2000. Vol. 70. No. 6. P. 526–534. (In Russ.)
22. *Semiotika: Antologija*. [Semiotics: Anthology.] Selected by Ju.S. Stepanov. Moscow: Akademicheskij proekt publ., 2001. 702 p. (In Russ.)
23. Spirov A.V., Mjasnikova E.M. Evolutionary Stability of Gene Regulatory Networks That Define the Temporal Identity of Neuroblasts. *Molekuljarnaja biologija*. 2019. Vol. 53. No. 2. P. 225–239. (In Russ.)
24. Tagard P. Being Interdisciplinary: Trading Zones in Cognitive Science. *Logos*. 2014. No. 1 (97). P. 35–60. (In Russ.)
25. *Teorija metafory: Sbornik*. [Metaphor Theory: Proceedings.] Transl. from Eng., French, Germ., Spanish, Polish; Pref. and Select. by N.D. Arutjunova. Moscow: Progress publ., 1990. 512 p. (In Russ.)
26. Vogel L., Owens A., Walsh M. *Iskusstvennyj intellekt i jevoljucionnoe modelirovanie*. [Artificial intelligence and evolutionary modeling.] Moscow: Mir publ., 1969. 230 p. (In Russ.)
27. Fomin I.V. Integrating the Humanities: Semiotics or Memetics? *Politicheskie issledovanija*. 2015. No. 2. P. 72–84. (In Russ.)
28. Frege G. *Izbrannye raboty*. [Selected Works.] Selected by V.V. Anashvili, A.L. Nikiforov. Moscow: Dom intellektual'noj knigi publ.: Anashvili publ., 1997. 159 p. (In Russ.)
29. Chebanov S.V. Steps towards the semiotic awareness of biology: Biosemiotics replacing the role of synthetic theory of evolution. *METOD: Moskovskij ezhegodnik trudov iz obshhestvovedcheskih disciplin*. [METHOD: Moscow Yearbook of works from social sciences.] 2019. Iss. 9 (forthcoming). (In Russ.)
30. *An Introduction to Interdisciplinary Research: Theory and Practice*. Ed. by S. Menken, M. Keestra. Amsterdam: Amsterdam University Press B.V., 2016. 130 p.
31. Backofen R., Clote P. Evolution as a computational engine. *Proceedings of the Annual Conference of the European Association for Computer Science Logic, Springer Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 1414. Berlin: Springer-Verlag, 1997. P. 35–55. DOI: 10.1007/bfb0028006
32. Brabazon A., O'Neill M., McGarraghy S. *Natural Computing Algorithms*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2015. 554 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43631-8>
33. Brown T. *Making Truth. The Roles of Metaphor in Science*. Urbana – Chicago: University of Illinois Press, 2003. 232 p.
34. Cosmides L., Tooby J. From evolution to behavior: Evolutionary psychology as the missing link. *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*. Ed. by J. Dupre. Cambridge, MA: MIT, 1987. P. 276–306.
35. Deely J.N. Semiotics and biosemiotics: Are sign-science and life-science coextensive? *Biosemiotics: The Semiotic Web 1991*. Ed. by T.A. Sebeok, J. Umiker-Sebeok. Berlin: Mouton de Gruyter, 1992. P. 47–75. DOI: 10.3138/cmlr.47.3.549
36. Evans V. *A Glossary of Cognitive Linguistics*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2007. 239 p.
37. Fauconnier G., Turner M. *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*. N.Y.: Basic Books, 2002. 440 p. DOI: 10.1086/378014
38. Foley W.A. Language Birth: The Processes of Pidginization and Creolization. *Language: The Sociocultural Context*. Ed. by F.J. Newmeyer. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988. P. 162–183. DOI: 10.1017/cbo9780511620577.010
39. Foster J. Evolutionary Computation. *Nature Reviews Genetics*. 2001. No. 2 (6). P. 428–436.
40. Galison P. *Image and logic: A material culture of microphysics*. Chicago (Ill.): University of Chicago Press, 1997. 982 p.

41. Galison P. Trading zone. Coordinating Action and Belief. *The Science Studies Reader*. Ed. by M. Biagioli. N.Y.: Routledge, 1999. P. 137–160.
42. Holland J. *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975. 183 p.
43. Koza J.R., Bennett F.H., Andre D., Keane M.A. *Genetic Programming III: Darwinian Invention and Problem Solving*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999. 172 p. DOI: 10.1109/tevc.1999.788530
44. Kull K., Thomas A. Sebeok and biology: Building biosemiotics. *Cybernetics and Human Knowing*. 2003. Vol. 10. No. 1. P. 47–60.
45. Lakoff G. The Invariance Hypothesis: Is Abstract Reason Based on Image Schemata? *Cognitive Linguistics*. 1990. Vol. 1 (1). P. 39–74. DOI: 10.1515/cogl.1990.1.1.39
46. Lopez A., McDermott R. Adaptation, Heritability, and the Emergence of Evolutionary Political Science. *Political Psychology*. 2012. Vol. 33. No. 3. P. 343–362. DOI: 10.1111/j.1467-9221.2012.00880.x
47. Meloni M. *Political Biology. Science and Social Values in Human Heredity from Eugenics to Epigenetics*. N.Y.: Palgrave Macmillan, 2016. 284 p. DOI: 10.1086/694147
48. *Metaphor and Thought*. Ed. by A. Ortony. 2nd ed. Cambridge NY: Cambridge University Press, 1993 (2002). 678 p.
49. Patzelt W.J. Allgemeine Evolutionstheorie und ihr Nutzen für die Sozialwissenschaften. *Faktum Evolution. Gesellschaftliche Bedeutung und Wahrnehmung*. Ed. by M. Knoflacher. Frankfurt, et al.: Peter Lang, 2011. P. 217–246.
50. Provine W.B. The Role of Mathematical Population Geneticists in the Evolutionary Synthesis of the 1930s and 1940s. *Studies in history of biology*. 1978. Vol. 2. P. 167–192.
51. Repko A.F., Szostak R. *Interdisciplinary research: Process and theory*. Los Angeles: SAGE, 2017. 425 p.
52. Sharov A.A. From cybernetics to semiotics in biology. *Semiotica*. 1998. No. 120. P. 403–419.
53. Smocovitis V. *Unifying Biology. The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*. Princeton: Princeton University Press, 1996. 230 p. DOI: 10.1086/ahr/103.3.857
54. Spirov A., Holloway D. Using evolutionary computations to understand the design and evolution of gene and cell regulatory networks. *Methods*. 2013. No. 62 (1). P. 39–55. DOI: 10.1016/j.ymeth.2013.05.013
55. Stemmer W.P.S. DNA Shuffling by Random Fragmentation and Reassembly — in-Vitro Recombination for Molecular Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1994. No. 91. P. 10747–10751. DOI: 10.1073/pnas.91.22.10747
56. Thagard P. *Mind: Introduction to cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. 280 p.
57. *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics*. Ed. by D. Geeraerts and H. Cuyckens. Oxford: Oxford University Press, 2011. 1334 p. DOI: 10.1017/s0022226709005775
58. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Ed. by R. Frodeman, J. Thompson Klein and R. Carlos Dos Santos Pacheco. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2017. 652 p. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198733522.001.0001
59. *Trading zones and interactional expertise. Creating new kinds of collaboration*. Ed. by M.E. Gorman. Cambridge: MIT Press, 2010. 312 p. DOI: 10.7551/mitpress/9780262014724.003.0001
60. Turner M. Aspects of the Invariance Hypothesis. *Cognitive Linguistics*. 1990. Vol. 1 (2). P. 247–255.
61. Turner M., Fauconnier G. Metaphor, Metonymy, and Binding. *Metaphor and Metonymy at the Crossroads: A Cognitive Perspective*. Ed. by A. Barcelona. Berlin; New York: Mouton de Gruyter, 2000. P. 133–148. DOI: 10.1515/9783110894677.133
62. Voigt S.A., Martinez S., Wang Z.G., Mayo S.L., Arnold F.H. Protein building blocks preserved by recombination. *Nature Structural Biology*. 2002. No. 9. P. 553–558. DOI: 10.1038/nsb805
63. Witzany G. The agents of natural genome editing. *Journal of Molecular Cell Biology*. 2011. No. 3. P. 181–189.
64. Witzany G. *The Logos of the Bios*. Helsinki: UMWEB. 2006. 219 p.

Received: 27.06.2019.