

Методы искусственного интеллекта и интеллектуальные системы

Оценка качества передачи знаний между носителями разных парадигм*

А.В. СОЛОВЬЕВ¹, В.В. ФАРСОБИНА¹

¹Институт системного анализа Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается концептуальный подход к решению задачи оценки качества передачи знаний при сетевом взаимодействии между членами научно-технических сообществ, являющихся носителями разных парадигм. Разработанные в рамках данного исследования модели, концепции и математический аппарат могут применяться в различных областях современной цифровой экономики, т.к. взаимодействие в ней носит сетевой характер, используются разные парадигмы и языки описания предметных областей. Полученные результаты исследования носят ярко выраженный междисциплинарный характер.

Ключевые слова: цифровая экономика, качество передачи знаний, тематическое моделирование, парадигмальное моделирование, модель передачи знаний.

DOI: 10.14357/20790279190109

Введение

В связи со стремительной «цифровизацией» экономики резко обострилась проблема скорости передачи знаний между отраслями. Данная проблема обусловлена тем, что парадигмы, включающие языки описания предметных областей, в которых существуют различные области научных знаний, развиваются независимо, все больше усложняясь и отдаляясь друг от друга. Тем самым порождается проблема культурного барьера между носителями различных парадигм. Данная проблема традиционно решается либо переводом с одного языка на другой, либо воспитанием людей, способных попеременно пользоваться различными языками,

например для коммуникации между представителями науки и бизнеса. Однако обучение переводчиков, как и освоение различных парадигм – это процессы, растянутые во времени, которые неизбежно приводят к отставанию от жизни вследствие динамичности, как науки, так и экономики. Критичность этого отставания с повсеместным внедрением цифровых технологий становится все больше и больше, т.к. рост вычислительных мощностей, развитие средств коммуникации в глобальных сетях предоставляют новые возможности для передачи знаний между носителями различных парадигм. Однако знаний и информации становится настолько много, что без автоматизации процесса передачи знаний, очевидно, не обойтись. В то же время разработку средств автоматизации передачи

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-29-12875.

знаний выполняют люди, которые могут привнести ошибки в процесс передачи, что, в свою очередь, скажется на качестве передачи знаний. Оценка качества передачи знаний между носителями разных парадигм посвящена данная статья.

1. Определения и основные понятия

Цифровая экономика – экономическая деятельность, основой которой являются цифровые технологии и данные в цифровой форме. В узком смысле это производство электронным бизнесом и электронной коммерцией электронных товаров и услуг. В более широком смысле цифровая экономика затрагивает практически все области обычной экономики, например, банковское дело, образование, здравоохранение. В еще более широком смысле – это некоторая сверхбольшая информационная система, представляющая собой Электронное государство и/или Электронное правительство, включающее управление экономической деятельностью с помощью цифровой платформы.

Парадигма – совокупность фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемая и разделяемая научным сообществом и объединяющая большинство его членов.

Тематическое моделирование – это порождающая вероятностная модель, которая является эффективным методом для идентификации тем в научных публикациях [20].

2. Обзор моделей передачи данных

Поскольку «цифровизация» экономики не столько российский, сколько мировой тренд, основной идеей которого является переход к новому технологическому укладу и, как следствие, получение конкурентных преимуществ, то идее передачи знаний в цифровой экономике уделяется повышенное внимание в ведущих мировых экономиках.

Это несложно проследить, исследовав публикационную активность за последнее время. Большое количество моделей и высокая публикационная активность говорят о том, что исследования, проводимые в данной области, крайне актуальны и востребованы (см. [1-10]). В этих работах описываются различные модели, применяемые в тех или иных отраслях знаний. Описываются различные варианты моделей передачи знаний, а также опыт их применения в разных областях экономики. Характерным является также то, что многие модели используют подходы и методы искусственного интеллекта. Это особенно важно, т.к. подчеркивает сложность решаемой задачи передачи знаний, ее

ориентацию на экспертные системы и модели знаний, принятые в искусственном интеллекте.

К сожалению, публикационная активность в РФ значительно ниже, представленные в них модели передачи знаний не обладают такой широтой охвата и сложностью. Тем не менее, работы ведутся, подтверждением чему являются, например, работы [11-16]. Авторы данных работ разрабатывают различные модели передачи знаний в рамках одного предприятия [11], в рамках отрасли экономики [12] и между отраслями экономики (в приведенной работе это информатика и лингвистика [13]). Рассматриваются также концептуальные модели для экономики в ее отдельных аспектах [14-16]. Однако в работах не представлены общие модели передачи знаний независимо от отрасли, т.е. при наличии разных парадигм. А это важно, т.к. большинство современных исследований носят ярко выраженный междисциплинарный характер.

Представленные в обзоре модели передачи знаний также не анализируются на возможные влияния различных факторов на качество передачи. Видимо полностью доверяя алгоритмам и средствам, в том числе искусственного интеллекта, авторы не останавливаются на вопросах контроля качества передачи знаний, а также на влиянии на процесс передачи человеческого фактора, который может заключаться в неверном описании парадигм или интерпретации. Такое отсутствие «обратной связи» приводит к возникновению риска обесценивания знаний и, как следствие, высоким финансовым затратам и потери конкурентоспособности экономики в целом. Рассмотрение этих вопросов делает актуальными исследования, проводимые в рамках данной статьи.

3. Постановка задачи оценки качества передачи знаний

Традиционно в литературе [17-19] рассматривается оценка качества передачи информации, которую можно свести либо к оценке соотношения сигнал/шум, либо к достоверности преобразования сигнала при передаче.

Однако, когда речь идет о качестве передачи знаний между носителями различных парадигм, необходимо учитывать, что на качество передачи знаний окажут влияние следующие факторы:

- точность описания предметных областей;
- точность описания модели передачи знаний;
- достоверность «перевода» знаний из одной парадигмы в другую.

Оценку качества здесь можно провести только уже по факту проведенной передачи, причем

цель ее будет улучшение ее модели. Тем самым, качество передачи знаний можно определить, как адекватность отображения знаний, представленных в исходной парадигме, в знания для целевой парадигмы. А сам процесс передачи знаний, как отображение некоторого множества знаний $Kn1$, существующего в терминах исходной парадигмы $P1$ в множество знаний $Kn2$, переформулированных в термины парадигмы $P2$: $X(Kn1, P1) \rightarrow Y(Kn2, P2)$.

Для того, чтобы количественно оценить качество такого отображения, необходимо ввести критерии оценки. Эти критерии должны оценивать, насколько знания передаются полно, своевременно и без искажений (в том числе смысловых). Тогда в качестве критериев оценки можно выбрать следующие:

- полнота передачи множества знаний $Kn1$, существующего в терминах $P1$ в множество знаний $Kn2$, переформулированных в термины $P2$, т.е. насколько переданные знания $Kn2$ являются полными для решения задач в рамках парадигмы $P2$;
- своевременность передачи знаний, т.е. насколько знания $Kn1$ своевременно преобразованы и переданы для решения задач в рамках парадигмы $P2$;
- достоверность передачи знаний, т.е. насколько переданные знания $Kn2$ верно преобразованы (не содержат ошибок) для решения задач в рамках парадигмы $P2$.

Кроме того, в рамках решения данной задачи должна быть введена достаточно универсальная модель передачи знаний, не зависящая от парадигмы, позволяющая максимально формализовать процесс передачи.

Тогда задача оценки качества передачи (или преобразования) знаний между носителями разных парадигм сводится к задаче оценки по приведенным выше трем критериям. Такую оценку относительно просто получить, она является достаточно универсальной. Можно также утверждать, что более детальную оценку качества можно проводить после того, как оценка по приведенным выше критериям дала положительный результат. Для этого должны быть разработаны частные критерии, характеризующие конкретные области знаний.

4. Концептуальное решение задачи оценки качества передачи знаний

Для того, чтобы решить задачу оценки качества передачи знаний, необходимо ввести модель передачи. Такая модель была введена авторами ис-

следования и усовершенствована по результатам применения.

Для составления модели авторами были изучены нейросетевые модели, модели семантических сетей, многоагентные модели (в частности модели муравьиных колоний, искусственного роя), а также графовые модели. К сожалению, объем данной статьи не позволяет подробно сделать обзор рассмотренных моделей. Кратко можно сказать, что в результате проведенного анализа авторами исследования сделан выбор в пользу вероятностных графовых моделей, как наиболее гибких и пригодных для описания передачи знаний. Под вероятностью в данном случае понимаем частоту взаимодействия субъектов за определенный промежуток времени. Это обусловлено тем, что модели семантических сетей позволяют хорошо описать структуру, но очень сложно описывают передачу информации. Нейросетевые модели хорошо описывают передачу данных, но описание структуры с их помощью крайне затруднено. Модели муравьиных колоний в принципе могут применяться, но проведенное моделирование показывает их расхождение с экспериментальными данными.

Кратко опишем полученную модель. Вершинами ориентированного графа являются носители знаний, существующие в рамках определенной парадигмы, дуги – направления передачи знаний. Таким образом, модель представляет собой сеть, позволяющую описать взаимодействие между членами научно-технических сообществ, являющихся носителями разных парадигм. Модель позволяет по характеристикам носителей знаний оценить близость их парадигм, а также вероятность задержек в передаче знаний, обусловленных необходимостью переформулировки знаний в зависимости от используемых ими парадигм. При этом парадигмы могут делиться на: феноменологические, социопсихологические, социокультурные, риторические, кибернетические, семиотические, критические. Для каждого типа парадигм могут быть выделены следующие группы характеристик: социальные аспекты, характеристики, связанные с направлениями образования, особенности и традиции (например, региональные), возрастные факторы (в частности, затрудняющие передачу знаний между представителями разных поколений), социальные функции носителей парадигм и др. Затем должен быть проведен анализ сходства и противоречия для каждой из парадигм на основании функции близости (расстояний) значений характеристик. Затем необходимо определить стратегию анализа конкретных взаимодействий между различными носителями парадигм.

Результатом анализа должен быть ориентированный, связный граф, отображающий знания, существующие у носителей различных парадигм (вершины графа) и направления передачи знаний (дуги графа) между носителями. По сути, такая модель представляет собой как взаимодействие между членами научно-технических сообществ, так и при доработке между любыми субъектами цифровой экономики. Доработка в данном случае подразумевает введение в модель характеристик хозяйственных субъектов экономики.

Для каждой из дуг должна быть проведена оценка качества передачи. Для этого необходимо ввести следующие модели оценки.

Современная классификация способов передачи знаний [12-14] говорит о том, что они могут передаваться четырьмя способами: из неявного в неявное (например, на основе наблюдений и копирования действий), из явного в явное (подразумевается формализация знаний перед передачей) и из неявного – в явное и из явного – в неявное. В этом смысле предложенная модель обладает ограничением: знания должны быть формализованы.

5. Оценка полноты передачи знаний

Под полнотой здесь понимается степень успешности передачи знаний, т.е. насколько знания $Kn1$ (парадигма $P1$), переформулированные и переданные в знания $Kn2$, являются полными для решения задач в рамках парадигмы $P2$.

Формально постановку задачи оценки полноты можно выполнить следующим образом:

Дано:

- Количество фактов передачи критичных знаний¹ из множества $Kn1$ в знания $Kn2$ $NKnICr$ для решения критических задач $P2$. Под критичными задачами понимается множество задач, без которых нормальное функционирование в рамках парадигмы $P2$ невозможно.
- Количество успешно решенных критичных задач в рамках парадигмы $P2$ $NKnISCr$.
- Количество фактов передачи знаний $Kn1$ в знания $Kn2$ $NKnI$ для решения задач $P2$.
- Количество успешно решенных задач в рамках парадигмы $P2$ $NKnIS$.

Найти: Полноту, т.е. степень успешности передачи знаний для решения конкретных задач.

Решение: Математическая модель полноты представляет собой отношение количества успешно решенных задач в рамках парадигмы $P2$ $NKnIS$ к общему количеству фактов передачи знаний $Kn1$

в знания $Kn2$ $NKnI$. При этом нужно учитывать критичные задачи. Таким образом, получаем следующие соотношения:

$$P_{\Pi} = P_{KnCr} P_{Kn},$$

где $P_{KnCr} = 1$, если $NKnICr = NKnISCr$, $P_{KnCr} = 0$, если $NKnICr > NKnISCr$; $P_{Kn} = NKnIS / NKnI$.

6. Оценка своевременности передачи знаний

Под своевременностью здесь понимаем степень выполнения временных ограничений, при которых решение задач не обесценивается, т.е. насколько знания $Kn1$ своевременно преобразованы и переданы для решения задач в рамках парадигмы $P2$.

Поскольку разные знания могут преобразовываться и передаваться с разной скоростью, то временные ограничения характеризуют среднее ожидаемое время преобразования и передачи знаний. Тогда целесообразно говорить об оценке вероятности превышения некоторого порогового времени преобразования и передачи знаний, за которое результаты не обесценят решение задач в рамках другой парадигмы.

Формально постановку задачи оценки своевременности можно сформулировать так:

Дано:

- Множество ограничений $T_{д} = \{ T_{дi} \}$.
- Количество фактов передачи критичных знаний из множества $Kn1$ в знания $Kn2$ $NKnICr$ для решения критических задач $P2$. Под критичными задачами понимается множество задач, без которых нормальное функционирование в рамках парадигмы $P2$ невозможно.
- Количество решенных критичных задач в рамках парадигмы $P2$ $NKnISCr$.
- Количество фактов передачи знаний $Kn1$ в знания $Kn2$ $NKnI$ для решения задач $P2$.
- Количество решенных задач в рамках парадигмы $P2$ $NKnIS$.
- Множество времен передачи конкретных знаний $T = \{ t_i \}$.

Найти: Вероятность выполнения преобразования и передачи знаний за время не превышающее $T_{д}$

Решение: Математическая модель своевременности определяется как вероятность $P_{Cr}(t \leq T_{д})$ выполнения передачи знаний при выполнении критических задач за время t , не больше заданного (допустимого) $T_{д}$. И как вероятность выполнения передачи знаний для общего выполненного числа задач $P_{Tsk}(t \leq T_{д})$.

¹ Считаем, что для решения одной задачи требуется одна передача знаний, даже если фактически таких передач было несколько.

Оценка вероятности выполнения передачи знаний для критических задач за время, не превышающее допустимое, рассчитывается по формуле:

$$P_{Cr}(t \leq T_{дr}) = 1,$$

если $n = NKnISCr$, $P_{Cr}(t \leq T_{дr}) = 0$,

если $n < NKnISCr$;

где n – количество выполненных передач критических знаний из общего числа $NKnISCr$, которые удовлетворяют неравенству $t \leq T_{дr}$:

$$P_{Tsk}(t \leq T_{дr}) = n1/NKnIS,$$

где $n1$ – количество выполненных передач знаний из общего числа $NKnI$, которые удовлетворяют неравенству $t \leq T_{дr}$.

Тогда общая оценка своевременности передачи знаний может быть представлена так:

$$P_c(t \leq T_{дr}) = P_{Cr}(t \leq T_{дr}) P_{Tsk}(t \leq T_{дr}).$$

Для точного расчета необходимо получить статистические данные и определить множество ограничений $T_{дr}$ позволяющее получить оценку вероятности своевременного выполнения передачи знаний.

7. Оценка достоверности передачи знаний

Достоверность передачи знаний можно определить, как свойство, обуславливающее безошибочность производимых преобразований (переформулировки) знаний из одной парадигмы в другую при передаче знаний между носителями различных парадигм. В этом смысле достоверность позволяет оценить, насколько переданные знания $Kn2$ верно преобразованы (не содержат ошибок) для решения задач в рамках парадигмы $P2$.

Однако оценка достоверности передачи знаний очень сложна, т.к. должно учитываться качество преобразования, а это невозможно сделать без четкого описания, что считать ошибкой при передаче. Ошибки могут быть внесены как на уровне «перевода» из одной парадигмы в другую, так и на уровне ошибочного описания передачи в модели. Очень сложно также оценить какой именно результат выполнения задачи в другой парадигме однозначно говорит о наличие ошибок. Для оценки достоверности передачи знаний необходимо ввести целую систему показателей (см., например, [21, 22]):

- количество ошибок в передаваемых знаниях $Kn1$;
- количество ошибок перевода множества знаний $Kn1$ из терминов парадигмы $P1$ в множество

знаний $Kn2$, переформулированных в термины парадигмы $P2$;

- вероятность коррекции ошибки в передаваемых знаниях $Kn1$ в заданное время, т.е. вероятность того, что время, затрачиваемое на идентификацию и исправление ошибки в данных, не приводит к нарушению выполнения задачи в рамках парадигмы $P2$;
- доверительная вероятность необходимой точности перевода множества знаний $Kn1$ из терминов парадигмы $P1$ в множество знаний $Kn2$, переформулированных в термины парадигмы $P2$, т.е. вероятность того, что в пределах заданного массива знаний $Kn2$ отсутствуют грубые погрешности, приводящие к нарушению необходимой точности выполнения задачи в рамках парадигмы $P2$;
- средняя наработка на ошибку – отношение объема передаваемых знаний к математическому ожиданию количества ошибок в переданных знаниях;
- среднее время коррекции информации – математическое ожидание времени, затрачиваемого на идентификацию и исправление ошибки передачи знаний.

Однако построение математических моделей и сбор статистических данных для расчета этих показателей становится очень сложным и трудоемким. Авторами предлагается для проведения первоначальной оценки ограничиться единственным показателем достоверности: оценкой вероятности того, что в пределах заданного массива знаний отсутствуют грубые ошибки, приводящие к нарушению выполнения задачи в рамках парадигмы $P2$.

Формально постановку задачи оценки достоверности можно сформулировать следующим образом:

Дано:

- Количество фактов передачи знаний $Kn1$ в знания $Kn2$ $NKnI$ для решения задач $P2$.
- Объем переданных знаний $V = \{ V_i \}$, где V_i – объем полученных знаний $Kn2$, например, в байтах ($i = [1, NKnI]$).
- Множество ошибок $VE = \{ VE_i \}$, где VE_i – объем ошибочных знаний в множестве $Kn2$, например, тоже в байтах ($i = [1, NKnI]$). Под ошибкой в данном случае понимается знание, не согласующееся с терминами парадигмы $P2$ или другими знаниями данной парадигмы, считающимися достоверными.
- Множество ограничений $E_{дr} = \{ E_{дr} \}$, где $E_{дr}$ – предельно допустимая доля ошибок, приходящаяся на объем знаний V_p , не приводящая к нарушению выполнения задачи в рамках парадигмы $P2$.

Найти: Вероятность отсутствия критического количества грубых ошибок в пределах заданного массива переданных знаний, приводящие к нарушению необходимой точности обработки информации в СЭД.

Решение: Математическая модель достоверности представляет собой вероятность нахождения ошибок:

$$P_{дi}(E_i \leq E_{дi}) = e_i / NKni,$$

где e_i – количество переданных знаний, в которых доля ошибок $E_i \leq E_{дi}$, где $E_i = (V_i - VE_i) / V_i$.

Тогда оценка достоверности может быть представлена так:

$$P_{д}(E \leq E_{д}) = (1/NKni) \sum_{i=1, NKni} P_{дi}(E_i \leq E_{дi}).$$

8. Оценка качества передачи знаний

Общую оценку качества передачи знаний можно представить мультипликативной сверткой введенных выше критериев:

$$K_{пз} = P_{п}^{\alpha_1} P_{с}(t \leq T_{д})^{\alpha_2} P_{д}(E \leq E_{д})^{\alpha_3},$$

где α_i – весовой коэффициент, определяющий важность показателей, такой что $\sum_{i=1, 3} \alpha_i = 1$, $\alpha_i > 0$, $i=1, 3$. Если нет предпочтений по важности, то может быть принято $\alpha_i = 1/3$, $i=1, 3$.

Для оценки качества может быть указано пороговое значение $K_{пз}$, ниже которого качество передачи нужно считать неудовлетворительным. В качестве порогового значения может быть, например, выбрано значение из ряда: 0,9; 0,95; 0,99; 0,995; 0,999 и т.д.

Конечно, для оценки качества передачи знаний должна быть собрана необходимая статистика. К сожалению, объем статьи не позволяет подробно описать этот процесс. Методология сбора и обработки статистических данных будет описана в следующих статьях авторов.

Заключение

В данной статье представлен концептуальный подход к решению задачи оценки качества передачи знаний при сетевом взаимодействии между членами научно-технических сообществ, являющихся носителями разных парадигм. Предложенный подход позволяет проводить быстрые оценки качества передачи знаний, для него требуется минимальное количество необходимых данных. Расчеты по представленным моделям не обладают высокой точностью, но позволяют экономить время на проведение оценки качества передачи знаний.

Литература

1. *Alaeddini A., Hong S.H.* A multi-way multi-task learning approach for multinomial logistic regression: An application in joint prediction of appointment miss-opportunities across multiple clinics // *Methods of Information in Medicine*, 2017, 56(4), pp. 294-307.
2. *Martin O., Fink A., Richter M.* Communication skills with e-learning // *Medizinische Welt*, 2017, 68(1), pp. 11-16.
3. *Qian X.-D., Xia J., Liu W., Tsai S.-B.* An empirical study on sustainable innovation academic entrepreneurship process model // *Sustainability (Switzerland)*, 2018, 10(6), pp. 1974.
4. *Wang C., Zuo M., An X.* Differential influences of perceived organizational factors on younger employees' participation in offline and online intergenerational knowledge transfer // *International Journal of Information Management*, 2017, 37(6), pp. 650-663.
5. *Hsiao Y.-C., Chen C.-J., Choi Y.R.* The innovation and economic consequences of knowledge spillovers: fit between exploration and exploitation capabilities, knowledge attributes, and transfer mechanisms // *Technology Analysis and Strategic Management*, 2017, 29(8), pp. 872-885.
6. *Bailey M.* Absorptive Capacity, International Business Knowledge Transfer, and Local Adaptation // *Australian Economic History Review*, 2017, 57(2), pp. 194-216.
7. *Morioka S.N., Bolis I., Evans S., Carvalho M.M.* Transforming sustainability challenges into competitive advantage: Multiple case studies kaleidoscope converging into sustainable business models // *Journal of Cleaner Production*, 2018, №167, pp. 723-738.
8. *AghaeiRad A., Chen N., Ribeiro B.* Improve credit scoring using transfer of learned knowledge from self-organizing map // *Neural Computing and Applications*, 2017, 28(6), pp. 1329-1342.
9. *Mihalcea.* Knowledge transfer in organization of future // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*, 2017, 17(53), pp. 555-562.
10. *Andrea Č., Mária R., Tatiana Č.* Knowledge Transfer Model and Spin-off Company set up in Significant Academic Centres in Taiwan // *Procedia Engineering*, 2017, 192, pp. 86-91.
11. *Носуленко В.Н., Терехин В.А.* Передача знаний: обзор основных моделей и технологий // *Экспериментальная психология. М.: Московский государственный психолого-педагогический университет*, 2017. Т. 10. № 4. С. 96-115.

12. Коновалова В.Г. От передачи знаний к приобретению опыта: развитие практико-ориентированных моделей высшего образования // Актуальные вопросы управления персоналом и экономики труда Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Государственный университет управления, Национальный союз «Управление персоналом». М.: Государственный университет управления, 2017. С. 104-109.
13. Рукавишников Н.А. Контекст как компонент дискурсивно-онтологической модели передачи знаний // Цифровая гуманитаристика: ресурсы, методы, исследования. Материалы Международной научной конференции. В 2-х частях. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. С. 156-159.
14. Покровская Н.Н. Передача знаний в виртуальной коммуникации: динамика компетентности в цифровой экономике // Россия в глобальном мире. С-Пб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2016. № 8 (31). С. 596-605.
15. Бурова Н.В., Покровская Н.Н. Сетевизация экономики и сетевые технологии передачи знаний // Россия и Санкт-Петербург: экономика и образование в XXI веке. С-Пб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2016. С. 212-213.
16. Павлов М.Ю. Креативная экономика: как остановить утрату знаний // Социологические исследования. М.: Наука. 2018. № 3. С. 144-148.
17. Крехмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / Под ред. В.В. Крехмалева и В.Н. Гордиенко. М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 510 с.
18. Зюко А.Г. и др. Теория передачи сигналов. М.: Радио и связь, 2006. - 312 с.
19. Хелд Г. Технологии передачи данных. М: 2003. - 720 с.
20. Blei D.M., Ng A.Y., Jordan M.I. Latent Dirichlet allocation // Journal of Machine Learning Research, 2003, Vol.3, pp. 993-1022.
21. Акимов Г.П., Соловьев А.В., Янишевский И.М. Методология оценки эффективности иерархических информационных систем // Системный подход к управлению информацией. Труды ИСА РАН. 2006, т.23, С.48-66.
22. Акимов Г.П., Соловьев А.В., Паукина Е.В. Анализ оценки эффективности иерархической территориально-распределенной системы на примере ГАС «Выборы» // Обработка изображений и анализ данных. Труды ИСА РАН. 2010. т. 58. С.27-42.

Соловьев Александр Владимирович. Институт системного анализа Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН. Москва. Главный научный сотрудник. Доктор технических наук. Количество печатных работ: 87. Область научных интересов: системный анализ, системы управления базами данных, теория надежности, математическое моделирование, долговременное хранение электронных документов. E-mail: soloviev@isa.ru

Фарсобина Вера Викторовна. Институт системного анализа Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН. Москва. Научный сотрудник. Количество печатных работ: 30. Область научных интересов: информационные системы, построение систем массового автоматизированного ввода стандартизованных форм документов, распознавание текстов и образов, E-mail: farsobina@isa.ru

Assessment of the quality of knowledge transfer between carriers of different paradigms

A.V. Solovyev¹, V.V. Farsobina¹

¹ Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses a conceptual approach to solving the problem of assessing the quality of knowledge transfer in a network of interactions between members of scientific and technical communities that are carriers of different paradigms. Developed within the framework of this study, the models, concepts and mathematical apparatus can be applied in various areas of the modern digital economy, because interaction in it is of a network nature, different paradigms and languages of the description of subject areas are used. The results of the study are pronounced interdisciplinary.

Keywords: *digital economy, quality of knowledge transfer, thematic modeling, paradigm modeling, knowledge transfer model*

DOI: 10.14357/20790279190109

References

1. *Alaeddini A., Hong S.H.* A multi-way multi-task learning approach for multinomial logistic regression: An application in joint prediction of appointment miss-opportunities across multiple clinics // *Methods of Information in Medicine*, 2017, 56(4), pp. 294-307.
2. *Martin O., Fink A., Richter M.* Communication skills with e-learning // *Medizinische Welt*, 2017, 68(1), pp. 11-16.
3. *Qian X.-D., Xia J., Liu W., Tsai S.-B.* An empirical study on sustainable innovation academic entrepreneurship process model // *Sustainability (Switzerland)*, 2018, 10(6), pp. 1974.
4. *Wang C., Zuo M., An X.* Differential influences of perceived organizational factors on younger employees' participation in offline and online intergenerational knowledge transfer // *International Journal of Information Management*, 2017, 37(6), pp. 650-663.
5. *Hsiao Y.-C., Chen C.-J., Choi Y.R.* The innovation and economic consequences of knowledge spillovers: fit between exploration and exploitation capabilities, knowledge attributes, and transfer mechanisms // *Technology Analysis and Strategic Management*, 2017, 29(8), pp. 872-885.
6. *Bailey M.* Absorptive Capacity, International Business Knowledge Transfer, and Local Adaptation // *Australian Economic History Review*, 2017, 57(2), pp. 194-216.
7. *Morioka S.N., Bolis I., Evans S., Carvalho M.M.* Transforming sustainability challenges into competitive advantage: Multiple case studies kaleidoscope converging into sustainable business models // *Journal of Cleaner Production*, 2018, №167, pp. 723-738.
8. *AghaeiRad A., Chen N., Ribeiro B.* Improve credit scoring using transfer of learned knowledge from self-organizing map // *Neural Computing and Applications*, 2017, 28(6), pp. 1329-1342.
9. *Mihalcea.* Knowledge transfer in organization of future // *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*, 2017, 17(53), pp. 555-562.
10. *Andrea Č., Mária R., Tatiana Č.* Knowledge Transfer Model and Spin-off Company set up in Significant Academic Centres in Taiwan // *Procedia Engineering*, 2017, 192, pp. 86-91.
11. *Nosulenko V.N., Terekhin V.A.* Peredacha znaniy: obzor osnovnykh modeley i tekhnologiy [transfer of knowledge: review of basic models and technologies] // *Eksperimental'naya psichologiya. M.: Moskovskiy gosudarstvenniy psichologopedagogicheskiy universitet [Experimental Psychology. M.: Moscow State University of Psychology and Education]*, 2017. Part. 10. № 4. P. 96-115.
12. *Kononova V.G.* Otpredachiznaniykpriobreteniyu opyta: razvitiye praktiko-orientirovannykh modeley vysshego obrazovaniya [from knowledge transfer to acquisition of experience: development of practice-oriented models of higher education] // *Aktual'niye voprosy upravleniya personalom I ekonomiki truda materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii. Gosudarstvenniy universitet upravleniya, Nacional'niy soyuz "Upravleniye personalom". M.: Gosudarstvenniy universitet upravleniya [Current issues of personnel management and labor economics materials of the III All-Russian Scientific Practical Conference. State University of Management, National Union*

- “Personnel Management”. М.: State University of Management], 2017. P. 104-109.
13. *Rukovishnikova N.A.* Kontekst kak komponent diskursivno-ontologicheskoy modeli peredachi znaniy [context as a component of discourse-ontological model of knowledge transfer] // *cifrovaya gumanitaristika: resursy, motody, issledovaniya. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii. V 2-h chastyah. Perm': Permskiy gosudarstvenniy nocial'niy issledovatel'skiy universitet [Digital Humanitaristics: Resources, Methods, Research Materials of the International Scientific Conference. In 2 parts. Perm: Perm State National Research University], 2017. P. 156-159.*
 14. *Pokrovskaya N.N.* Peredacha znaniy v virtual'noy kommunikacii: dinamika kompetentnosti v cifrovoy ekonomike [Transfer Of Knowledge In Virtual Communication: Dynamics Of Competence In A Digital Economy] // *Rossiya v globalnom mire. S-Pb: Federalnoye gosudarstvennoye avtonomnoe obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya “Sankt-Peterburgskiy politehnicheskii universitet Petra Velikogo” [Russia in the global world. St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great”], 2016. № 8 (31). P. 596-605.*
 15. *Burova N.V., Pokrovskaya N.N.* Setevizaciya ekonomiki i seteviyе tekhnologii peredachi znaniy [Networking Of Economics And Network Technologies Of Knowledge Transfer] // *Rossiya I Sankt-Peterburg: ekonomika i obrazovaniye v XXI veke. S-Pb: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvenniy ekonomicheskii universitet [Russia and St. Petersburg: economics and education in the XXI century. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Economics], 2016. P. 212-213.*
 16. *Pavlov M.Yu.* Kreativnaya ekonomika: kak os-tanovit utratu znaniy [Creative Economy: How To Stop A Loss Of Knowledge] // *Sociologicheskiiye issledovaniya. M.: Federalnoya gosudarstvennoye unitarnoye predpriyatiye “Akademicheskii nauchno-izdatel'skiy, proizvodstvenno-poligraficheskii I knigiraspredelitel'niy centr “Nauka” [Sociological studies. M.: Federal State Unitary Enterprise “Academic Scientific Publishing, Production and Printing and Book Distribution Center “Science”], 2018. № 3. P. 144-148.*
 17. *Krhumalev V.V., Gordienko V.N., Mochenov A.D.* Osnovi postroeniya telekommunikazionnyh system I setey [Basics of building telecommunication systems and networks] / Pod red. V.V. Krhumaleva i V.N. Gordienko. - M.: Goryachaya liniya - Telekom [Ed. V.V. Krhumaleva and V.N. Gordienko. - M.: Hot line – Telecom], 2004. - 510 p.
 18. *Zyuko A.G. and others.* Nejriya peredachi signalov. M.: Radio I svyaz' [Theory of signal transmission. M.: Radio and communication], 2006. - 312 p.
 19. *Held G.* Technologii peredachi dannyh [Data Transmission Technologies]. M: 2003. - 720 p.
 20. *Blei D.M., Ng A.Y., Jordan M.I.* Latent Dirichlet allocation // *Journal of Machine Learning Research, 2003, Vol.3, pp. 993–1022.*
 21. *Akimova G.P., Solov'ev A.V., Yanishevskiy I.M.* 2006. Metodologiya otsenki effektivnosti ierarkhicheskikh informatsionnykh system. [Methodology for assessing the effectiveness of hierarchical information systems]. T.23, S.48–66. [A systematic approach to information management. Proceedings of the ISA RAS.].
 22. *Akimova G.P., Solov'ev A.V., Pashkina E.V.* 2010. Analiz otsenki effektivnosti ierarkhicheskoy territorial'no raspredelennoy sistemy na primere GAS «Vybory». [Analysis of the assessment of the effectiveness of a hierarchical territorially-distributed system on the example of GAS «Vybory»]. *Obrabotka izobrazheniy i analiz dannykh. Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN, 2010, t.58, S.27-42. [Image processing and data analysis. Proceedings of the Institute of System Analysis, Russian Academy of Sciences].*

Solovyev A.V. Chief Researcher, Department 94 ISA FRC CSC RAS. Moscow, prosp. 60-let Oktyabrya, 9. Doctor of Technical Sciences. Number of publications: 87. Area of scientific interests: system analysis, database management systems, reliability theory, mathematical modeling, electronic document management, electronic archive, long-term storage of electronic documents. E-mail: soloviev@isa.ru

Farsobina V.V. Researcher, Department 91 ISA FRC CSC RAS. Москва, prosp. 60-let Oktyabrya, 9. Number of publications: 30. Area of scientific interests: nformation systems, building of systems of mass automated input of standardized forms of documents, recognition of texts and images. E-mail: farsobina@isa.ru