

08.00.00 ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

08.00.00 ECONOMIC SCIENCES

УДК: 330.4
ББК 65.050

DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.346

Abramov Alexander Alekseyevich,
Doctor of Economics, Professor,
N. I. Lobachevsky State University
of Nizhniy Novgorod,
Nizhniy Novgorod,

Абрамов Александр Алексеевич,
д-р экон. наук, профессор,
Нижегородский государственный
университет им. Н. И. Лобачевского,
Нижний Новгород,

Ruzanov Pavel Aleksandrovich,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate professor,
N. I. Lobachevsky State University
of Nizhniy Novgorod,
Nizhniy Novgorod,
e-mail: pavelr70@mail.ru

Рузанов Павел Александрович,
канд. физ.-мат. наук,
доцент,
Нижегородский государственный
университет им. Н. И. Лобачевского,
Нижний Новгород,
e-mail: pavelr70@mail.ru

Trifonov Yuri Vasilyevich,
Doctor of Economics, Professor,
N. I. Lobachevsky State University
of Nizhniy Novgorod,
Nizhniy Novgorod,
e-mail: Trufonovyu052@mail.ru

Трифонов Юрий Васильевич,
д-р экон. наук, профессор,
Нижегородский государственный
университет им. Н. И. Лобачевского,
Нижний Новгород,
e-mail: Trufonovyu052@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКЕ ЗНАНИЙ

PROBLEMS OF MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELLING IN THE ECONOMY OF KNOWLEDGE

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики
08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

Анализируются подходы и методы моделирования экономических процессов, в которых в явном виде присутствуют такие информационные продукты, как знания, инновации. Большое внимание уделяется проблеме количественной оценки знаний. С точки зрения изменений, происходящих в мировой и российской экономике, определяется перспективность экономики знаний как системы, обеспечивающей высокий уровень конкурентоспособности страны в условиях глобализации. Производственное знание оценивается как сложная многоуровневая когнитивная система, используемая всеми экономическими субъектами: от индивидуального до глобального. Особо отмечается, что экономика знаний — это триада рынков: рынка знаний, рынка услуг и рынка труда, которые нельзя рассматривать изолированно, потому что они тесно взаимодействуют и переплетаются друг с другом. Сектор знаний, по мнению многих исследователей, является своего рода машиной по решению проблем. Подчеркивается, что эти проблемы разнообразны, трудны, поэтому организация сектора знаний должна быть гибкой, динамичной — именно экономикой. Делается вывод о том, что в экономике знаний человеческий капитал, особенно интеллектуальный капитал, играют большую роль, в частности формирование заработной платы существенно зависит от творческих

способностей. Рассматриваются методы, позволяющие количественно оценить инновационный потенциал регионов и предприятий. Предлагается объединение подходов, связанных с измерением знаний, с подходами, связанными с измерением инноваций. В заключение на основе проведенного анализа утверждается, что моделирование экономики знаний — молодая, перспективная область науки, которая в ближайшем будущем будет интенсивно и динамично развиваться и найдет свое применение в реальных секторах экономики и наукоемких технологий.

The approaches and methods of modeling economic processes are analyzed, in which such information products as knowledge and innovations are explicitly present. Much attention is paid to the problem of quantitative assessment of knowledge. From the point of view of changes occurring in the world and Russian economy, the prospectiveness of the knowledge economy as a system that ensures a high level of a country's competitiveness in the context of globalization is determined. Production knowledge is assessed as a complex multi-level cognitive system used by all economic actors: from the individual to the global. It is especially noted that the knowledge economy is a triad of markets: the knowledge market, the services market and the labor market, which cannot be considered

in isolation, because they closely interact and intertwine with each other; the knowledge sector, according to many researchers, is a kind of problem solving machine. It is emphasized that these problems are diverse and difficult, therefore the organization of the knowledge sector must be flexible, dynamic — namely, the economy. It is concluded that in the knowledge economy, human capital, especially intellectual capital, plays significant role, in particular, the formation of wages essentially depends on creative abilities. Methods are considered that allow quantitative assessment of the innovation potential of regions and enterprises. It is proposed to combine approaches related to the measurement of knowledge with approaches related to the measurement of innovation. In conclusion, based on the analysis, it is stated that modeling of the knowledge economy is a young, promising area of science, which in the near future will be developed intensively and dynamically and will find its application in the real sectors of the economy and high technologies.

Ключевые слова: моделирование знаний, измерение знаний, интегральные оценки, инновационный потенциал, агенто-ориентированное моделирование, кластеризация, классификация, нейронные сети, метрики, макроуровень, микроуровень.

Keywords: knowledge modeling; knowledge measurement, integral assessments, innovation potential, agent-oriented modeling, clustering, classification, neural networks, metrics, macro level, micro level

Введение

Актуальность. В настоящее время знания становятся одной из важнейших составляющих любой развитой или развивающейся экономики. На основе знаний, инноваций появляются новые эффективные информационные и производственные технологии, образцы продукции высокотехнологического уровня, современные формы организации и управления экономическими процессами. В связи с этим становится актуальным вопрос качественного и количественного измерения знаний, создание компьютерных и математических моделей и определение границ их применимости. Этим вопросам посвящена настоящая работа.

Изученность проблемы. О знаниях как особом продукте написано достаточно много статей, начиная с работы Ф. Махлупа в 1962 г. Согласно Большой советской энциклопедии [1] под знанием понимается «проверенный практикой результат познания действительности, верное ее отображение в сознании человека». Особенно подчеркивается, что измерять знания гораздо труднее, чем измерять количество обычных продуктов. Знания, а также новшества, инновации характеризуются рядом специфических свойств: неделимость (подобно некоторым изделиям), неисчерпаемость (нерасходуемость) при потреблении и уникальность.

Целесообразность разработки темы. Экономика знаний не может существовать без расчета и анализа технико-экономических показателей, характеризующих экономическую эффективность их использования. В случае отождествления знаний с их материализацией в виде документированной информации, как информационного продукта, являющегося результатом человеческой деятельности, возникает необходимость их количественной оценки. Становится ясным, что измерение знаний, новшеств по за-

тратам на их производство, как это принято при оценке стоимости обычных товаров, дает искаженную картину. Затраты здесь включают расходы на исследования и разработки, на высшее образование, на программное обеспечение и др. Знания, новшества являются общественным благом, потребляются, как отмечалось выше, по ценам, не соответствующим их реальной стоимости, и, естественно, вычислить полные затраты практически невозможно.

Научная новизна исследования состоит в том, что в статье сформулированы различные подходы к измеримости и количественной оценке знаний, а также проанализированы возможности математического и компьютерного моделирования инноваций, знаний.

Цель и задачи исследования. Целью и задачами исследований являются анализ моделей и подходов, применяемых для описания знаний, инноваций, выявление достоинств и недостатков каждого метода, анализ области их применимости. При этом обсуждается возможность проецирования имеющихся зависимостей с макроуровня на уровень региона или предприятия (то есть на микроуровень).

Результаты исследования

Знания по своей природе — это информационный продукт, который является уникальным, он не исчезает после того, как его потребили. В этой связи целесообразно рассмотреть проблемы количественного измерения знаний, задавшись вопросами о соотношении знания и информации, их измерения и представления в математических моделях. По этой проблеме в научной литературе имеется множество точек зрения [2–5]. В частности, основоположник экономики знаний Ф. Махлуп и один из основоположников информационной экономики К. Эрроу не делали особых различий между знанием и информацией. К. Эрроу был одним из первых, кто стал рассматривать информацию (знание) как продукт со специфическими свойствами [4]. Дж. Стиглер также использовал эти термины в том смысле, что дополнительная информация или знания помогают уменьшить неопределенность (риск) и избежать ошибок (потерь) при совершении сделки, а потому они имеют ценность, которая может быть измерена. Такое понимание термина информация (как продукт) достаточно близко по смыслу современным терминам «информационные продукты» или «контент» (content) [5; 6].

При сопоставлении и для оценки стоимости «объектов» в экономике используются три подхода: затратный, сравнительный и доходный.

Измерение стоимости знаний (информации) по затратам на их «производство», как это принято при оценке стоимости обычных товаров, дает искаженную картину, поскольку они включают расходы на исследования и разработки, обучение, подготовку и переподготовку специалистов, оборудование, вычислительную технику и программное обеспечение и т. д., что, естественно, вычислить и суммировать практически невозможно.

Сравнительный подход к оценке в большинстве случаев неприменим ввиду отсутствия аналогов для сопоставления из-за уникальности знаний (информации).

Понятие «знания» имеет достаточно широкое общее толкование, и, рассматривая доходный подход к оценке «знаний», необходимо конкретизировать это понятие с точки зрения его экономической ценности. Поскольку понятие «знания» в большей степени отождествляется с развитием научно-технического прогресса, то их экономическая

оценка может быть получена на основе достигнутого конечного результата (продукта) и его эффективности. В сфере материального производства это экономия материальных ресурсов, живого труда, энергии и т. д., выраженных через стоимость. Если процесс получения (достижения) знаний непрерывен, то и их «ценность» зависит от времени и в ряде случаев может уменьшаться до нуля при неизменности величины затрат на их приобретение. Все вышеизложенное относится в большей степени к научно-технической информации, которая составляет наибольшую часть «мирового знания». Результаты фундаментальных исследований не всегда могут быть адекватно оценены с точки зрения их последующей эффективности.

В реальном секторе экономики достаточно большой объем знаний составляет управленческая информация, необходимая для поддержания любой производственной системы в устойчивом состоянии и обеспечения ее развития. «Ценность» данного вида знаний определяется не величиной затрат на ее получение, а величиной возможных рисков, оцениваемых в стоимостном выражении, которые могут быть исключены на основе их использования в процессе управления. В большей степени подобная информация является экономической и может быть оценена в стоимостном измерении. Руководствуясь принципом экономичности (экономический выигрыш при использовании информации (знаний) должен превышать затраты на ее получение (приобретение)), следует также отметить, что соизмерение величины затрат на ее получение и рисков потерь позволяет определить частоту (периодичность) управляющих воздействий в сфере материального производства. При этом необходимо учитывать «старение» управленческой информации, приводящее к увеличению потерь, которые могут иметь интегральный характер в связи с ее структурированностью.

В глобальном масштабе экономику, основанную на знаниях, следует охарактеризовать двумя процессами. Во-первых, со стороны входа, то есть на основе оценки общего объема затрат (суммарных инвестиций) на развитие ее базового сектора, в котором вырабатываются и распространяются знания; во-вторых, со стороны выхода, то есть оценивая вклад по валовой добавленной стоимости отраслей, которые в основном и потребляют новые знания: от высокотехнологичных отраслей высшего уровня, включающих и отрасли оборонной промышленности, до высоких технологий среднего уровня и сферы высокотехнологичных услуг. При расширенной трактовке сектора повышенного спроса на новые знания и технологии дополнительно учитываются также образование и здравоохранение, а иногда культура и управление.

Соотнеся затраты на входе, то есть затраты на научные исследования и образование, и получаемый эффект на выходе, то есть вклад в ВВП потребителей знаний — отраслей повышенного спроса на знания, можно оценить сбалансированность экономики знаний. Этот показатель не должен быть низким (в этом случае затраты на производство и распространение знаний неэффективны) или слишком высоким (последнее свидетельствует о том, что в стране либо не развита сфера НИОКР и образования, либо не выделяются ресурсы на их развитие, а эксплуатируется ранее накопленный научный потенциал).

В последнее время наряду с общепринятым термином «нематериальные активы» появился такой термин, как «неосвязаемость» [5]. Это достаточно широкий термин, охватывающий не только контент, но и множество других

ценностей: связи с поставщиками и потребителями, связи с властными структурами, выгодные контракты, клиентскую базу, репутацию и др. Неосвязаемости, приносящие доход, называют зачастую интеллектуальным капиталом. В стоимостном выражении до начала 1990-х гг. его оценивали как разность между рыночной стоимостью компании и стоимостью всех ее материальных активов. В последнее время структура интеллектуального капитала изменилась и усложнилась, большую часть неосязаемого капитала составляют, например, компьютерные программы. В целом же в составе интеллектуального капитала выделяют три блока: человеческий капитал, организационный капитал, клиентский капитал. Отметим, что недостаточность одного из них несколько обесценивает два остальных, то есть имеет место синергетический эффект.

Таким образом, экономика знаний — это триада рынков: рынка знаний, рынка услуг и рынка труда. Их нельзя рассматривать изолированно, поскольку они тесно взаимодействуют и переплетаются друг с другом. В современном обществе многие исследователи называют сектор знаний «машиной» по решению проблем.

Далее обсудим экономико-математические методы и компьютерные и информационные модели, в которых в явном виде присутствуют знания, инновации.

Одними из первых работ, из которых следует, что экономический и технический прогресс являются следствием роста знаний, новшеств, были труды Р. Солоу. В простейшем модельном варианте предполагалось, что прогрессивные изменения в системах происходят экзогенно, и это представлено в производственной функции экспоненциальным фактором. Естественным развитием динамических моделей с техническим прогрессом являются макроэкономические модели, в которых в явном виде фигурируют знания [2; 7]. Здесь к классическим факторам — труд, капитал — добавляется накопленное знание. Экономика в этом случае представляется состоящей из двух секторов. Первый производит однородный продукт (деньги или обобщенный продукт материального характера), а второй — континуум дифференцированных продуктов, которые идентифицируются как знания. В производственной функции к классическим факторам — капитал K , труд L — добавляется накопленное знание. Одна из таких моделей (модель Ромера) представляется в виде следующих соотношений [7]:

выпуск товаров и услуг

$$X = K^{\alpha_1} (AL)^{\alpha_2}, \quad (1)$$

баланс труда

$$L = L_1 + L_2, \quad (2)$$

производство новых знаний описывается равенством

$$A = \bar{\delta} \cdot L_2. \quad (3)$$

В формулах (1–3) K — производственные фонды; A — знания, идеи, технологии; L_1 — труд, с использованием которого производятся товары и услуги; L_2 — труд, производящий новые знания, идеи, технологии; $\bar{\delta} = \beta A^\varphi L_2^{\gamma-1}$ — средняя производительность знаний; $\alpha_1, \alpha_2, \varphi, \gamma$ — константы модели. Отсюда можно конкретизировать функцию производства знаний (3):

$$A = \beta A^\varphi L_2^\gamma.$$

Из этого соотношения следует, что если $\varphi > 0$, то имеет место положительный переток знаний в будущее, если же $\varphi < 0$, то это означает, что основные знания произведены в прошлом и в будущем процесс производства знаний будет затруднен.

В ряде работ эта модель получила дальнейшее обобщение и развитие.

В экономике знаний человеческий капитал, в частности интеллектуальный, играет гораздо большую роль, чем в традиционной рыночной экономике. Формирование заработной платы работников существенно зависит здесь от их творческих способностей, знаний. В этой связи разрабатываются экономико-математические модели, объясняющие и описывающие факты значительных повышений уровня заработной платы для работников, принимающих сложные решения [2; 3].

Относительно этих и им подобных моделей следует заметить, что они большей частью имеют оценочный характер и лишь иллюстрируют или описывают в общих чертах процессы, подходы, представления в экономике знаний. Чтобы адекватно моделировать такие сложные явления, как производство и распространение знаний (инноваций), нужно создание математической модели, по сложности сопоставимой с самим процессом. Подобную модель на современном этапе создать практически невозможно и очень трудно математически исследовать. В связи с этим становится необходимым переход от одной методологии моделирования к другой: математическая модель заменяется на компьютерную, и при этом она остается предварительным этапом, то есть является субмоделью при построении компьютерной модели.

Одним из первых подходов подобного рода являлось имитационное моделирование, в котором процесс функционирования сложной системы представляется в виде набора моделей и алгоритмов, реализуемых на ЭВМ. Следует особо выделить агенто-ориентированные модели (АОМ), представляющие собой современную динамично развивающуюся разновидность компьютерного моделирования, которая является новым инструментальным средством для извлечения знаний в различных сферах деятельности [8–10]. Основная идея агентного моделирования заключается в построении вычислительного инструментария, представляющего собой множество агентов с определенным набором свойств и правил поведения, при этом используется принцип моделирования снизу вверх, то есть деятельность независимых агентов на микроуровне влияет на показатели макроуровня, а достаточно простые правила, заложенные в модели относительно поведения агентов, могут давать интересные результаты и предсказывать появление сложных, глобальных явлений (так называемый эмерджентный эффект).

В ЦЭМИ РАН разработана АОМ воспроизводства научного потенциала России. Она создана на основе геоинформационной системы (ГИС), позволяющей создавать и использовать базы данных, сочетающие графическое и атрибутивное представление разнородной информации.

В модели, созданной Макаровым В. Л. и Бахтизиным А. Р. в среде AnyLogic, знание предполагается единым, не разделенным на категории. Рассматриваются агенты трех видов: производители знания — ученые, распространители знания — учителя, и потребители знания — обычные люди, а также ученые и учителя [3; 8].

Цель ученого — произвести знания и передать их учителю; цель учителя — распространить знания среди как можно большего числа людей, и цель обычного человека — потратить как можно больше знания. Текущее состояние ученого и учителя характеризуется количеством знания, которым они обладают. У остальных агентов текущее состояние есть лишь количество потребленного знания за весь период существования. Агенты движутся в двумерном пространстве и у них конечный горизонт видения.

Формализованное описание модели, основные соотношения, а также результаты компьютерных экспериментов можно найти в работах [2; 9].

С использованием аналогичных идей создаются гибридные АОМ для оценки процессов производства и распространения знаний в сфере дистанционного обучения. В рамках этих моделей создаются искусственные сообщества, в которых взаимодействуют три вида агентов: авторы дистанционных курсов, тьюторы, сопровождающие учебный процесс, и студенты. В качестве вспомогательных средств здесь применяются нейронные сети. Результаты, полученные с использованием нейросетей на достаточно большом количестве примеров, позволяют сделать выводы, больше соответствующие действительности, чем, в частности, экспертные системы, в которых вычисляются предикаты из базы знаний, полученные путем опроса незначительного количества экспертов, или системы нечеткой логики, в которых используются правила, заложенные небольшим количеством исследователей.

Следует заметить, что измерение и моделирование знаний в основном рассматривается на макроуровне. В то же время, на наш взгляд, эти проблемы чрезвычайно актуальны как для регионального уровня, так и микроуровня (уровня корпораций, организаций, предприятий и фирм). Решение этих проблем позволяет позиционировать экономический субъект (регион, область, корпорация, предприятие и т. д.) в рыночной среде, тесно связанной с экономикой знаний, а также наметить стратегии и пути дальнейшего функционирования и развития.

В настоящее время применительно к региональному уровню и микроуровню разработаны и предложены различные подходы и методики [11–13], позволяющие количественно измерить и оценить уровень инновационности (инновационный потенциал, рейтинг инновационной активности, рейтинг инновационного развития и т. д.) региона и отдельного предприятия. Например, методика директората по предпринимательству Комиссии Европейских сообществ базируется на использовании и расчете 16 индикаторов, разделенных на четыре группы.

Применительно к корпорациям, предприятиям и фирмам также предложено большое разнообразие методик и подходов к получению интегральных оценок инновационной деятельности. Некоторые из таких подходов и методик рассмотрены и проанализированы нами в [14; 15]. При получении интегральных оценок количественные и качественные показатели инновационной деятельности необходимо каким-либо образом формализовать (например, используя экспертные шкалы оценок или аппарат нейронных сетей).

Особенно эффективен аппарат нейронных сетей при решении задач классификации и кластеризации. Например, инновационные предприятия можно разбить

на определенные классы по степени их инновационности, и затем этот результат может быть использован в процессе принятия тех или иных управленческих решений, в частности решений, связанных со стратегиями развития.

Заключение

Следует заметить, что методы и подходы, на основании которых моделируются и измеряются различного рода величины и метрики, связанные со знаниями на макроуровне, чаще всего носят достаточно общий и качественный характер, что затрудняет их конкретное использование в реальных практиках. В то же время методы и подходы, позволяющие моделировать и измерять величины и метрики, связанные с инновациями, достаточно разработаны, конкретизированы и находят широкое применение в практической деятельности на всех уровнях управления (федеральном, региональном, муниципальном уровне и макроуровне). Поэтому, на наш взгляд, необходимы исследования, позволяющие объединить подходы, связанные с моделированием и измерением знаний, с подходами, связанными с моделированием и измерением инноваций. В рамках такого объединения, скорее всего, необходимо будет оперировать такими понятиями, как знаниево-инновационный потенциал, знаниево-инновационная деятельность и т. д.

Выводы

В результате проведенных исследований сформулированы различные подходы к измеримости и количественной оценке инноваций, знаний, проанализированы

и выявлены возможности различных моделей и подходов, области применимости к моделированию в экономике знаний.

В заключение отметим, что с началом промышленной революции в середине XVIII в. мировая экономика перешла на циклическую модель развития, описываемую как суперциклы, циклы Кондратьева, волны инноваций или технологические уклады. Все эти термины по существу означают один и тот же процесс: изобретение новой технологии, экономический рост, основанный на ее освоении и распространении, последующий кризис, который завершается новым технологическим прорывом и новым циклом роста. Каждый этап длится примерно 40–60 лет.

Пятый уклад (с 1970-х гг.) базировался в основном на развитии информационных и коммуникационных технологий, распространении электронных гаджетов и средств связи. Общество в развитых странах стало специализироваться на производстве услуг и лишь в меньшей степени — продовольствия и промышленных товаров.

Относительно движущих сил и сроков наступления шестого технологического уклада ведутся определенные дискуссии, однако большинство ученых едины во мнении, что очередной цикл будет базироваться на экономике знаний, а также на развитии нанотехнологий, нанoeлектроники, биотехнологии, на прогрессе в медицине и зеленых технологиях.

В связи с этим моделирование в экономике знаний — это перспективная область науки, которая непременно будет востребована практикой, и ей предстоит длительный путь развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1972. Т. 9. С. 555.
2. Макаров В. Л. Экономика знаний: уроки для России. URL: Вестник Российской академии наук. 2013. Т. 73. № 5.
3. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д., Сушко Г. Б. Разработка агент-ориентированной демографической модели России и ее суперкомпьютерная реализация // Суперкомпьютерные дни в России : труды международной конференции «Суперкомпьютерные дни в России». 2018. С. 758–769.
4. Эрроу Кеннет Дж. Информация как товар // Экономический журнал ВШЭ. 2012. № 2. С. 161–168.
5. Карнаух И. В. Становление экономики знаний в России: проблемы и пути их решения. URL: Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2019. Т. 21. № 1. С. 66–74.
6. Дагаев А. А. Экономика знаний и информационное общество: десять лет спустя. Информационное общество. 2018. № 1. С. 11–18.
7. Romer P. Endogenous Technological Change // Journal of Polit. Econ. 1990. Vol. 958. No. 2.
8. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Агент-ориентированная модель для мониторинга и управления реализацией больших проектов // Экономика и управление. 2017. № 4 (138). С. 4–12.
9. Макаров В. Л. Компьютерное моделирование социальных процессов // Математика в современном мире Тезисы докладов / отв. Ред. Г. В. Демиденко. 2017. С. 55.
10. Фаттахов М. Р. Использование суперкомпьютерных технологий в агент-ориентированном моделировании // Стратегическое планирование и развитие предприятий Материалы Семнадцатого всероссийского симпозиума / под ред. Г. Б. Клейнера. 2016. С. 139–141.
11. Трифонов Ю. В., Веретенникова А. А. Проблема формирования индекса инновационности территорий (на примере Нижегородской области) // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2013. № 6-1. С. 285–289.
12. Трифонов Ю. В., Веретенникова А. А. Динамическая трансформация теории стратегического управления // Менеджмент в России и за рубежом. 2014. № 3. С. 3–9.
13. Рузанов А. И., Рузанов П. А. Математическое моделирование в экономике знаний // Промышленное развитие России: проблемы, перспективы : труды XII Международной науч.-практич. конф. преподавателей, ученых, специалистов, аспирантов, студентов : в 3 т. 2014. С. 256–263.
14. Трифонов Ю. В., Громницкий В. С., Соколов Д. Ю. Оценка уровня инновационности предприятия // Экономика и предпринимательство. 2017. № 1 (78). С. 498–502.
15. Трифонов Ю. В., Скибин А. Г., Шестерикова Н. В. Анализ инновационного потенциала предприятия с помощью нейросетевых технологий // Экономика и предпринимательство. 2016. № 1-2 (66). С. 1123–1126.

REFERENCES

1. Big Soviet Encyclopedia. Moscow, Soviet encyclopedia Publ., 1972. Vol. 9. P. 555. (In Russ.).
2. Makarov V. L. Economy of knowledge: lessons for Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2013, 73 (5). (In Russ.).
3. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D., Sushko G. B. Development the agent — the focused demographic model of Russia and its supercomputer realization. *Supercomputer days in Russia*. Works of the international conf. 2018. Pp. 758–769. (In Russ.).
4. Errou Kenneth Dzh. Information as goods. *Economic magazine HSE*, 2012, no. 2, pp. 161–168. (In Russ.).
5. Karnaukh I. V. Formation of economy of knowledge in Russia: problems and ways of their decision. *Messenger of the Volgograd State University. Series 3: Economy. Ecology*, 2019, 21 (1), pp. 66–74. (In Russ.).
6. Dagayev A. A. Economy of knowledge and information society: ten years later. *Information society*, 2018, no. 1, pp. 11–18. (In Russ.).
7. Romer P. Endogenous Technological Change. *Journal of Polit. Econ*, 1990, vol. 958, no. 2.
8. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D. The agent-focused model for monitoring and management of implementation of big projects. *Economy and management*, 2017, no. 4, pp. 4–12. (In Russ.).
9. Makarov V. L. Computer modeling of social processes. Demidenko G. V. (ed.). *Mathematics in the modern world Theses of reports*. 2017. P. 55. (In Russ.).
10. Fattakhov M. R. Use of supercomputer technologies in the agent — the focused modeling. Kleyner G. B. (ed.). *Strategic planning and development of the enterprises*. Materials of the Seventeenth All-Russian symposium. 2016. Pp. 139–141. (In Russ.).
11. Trifonov Yu. V., Veretennikova A. A. A problem of formation of the index of innovation of territories (on the example of the Nizhny Novgorod Region). *Bulletin of the Nizhny Novgorod university of N. I. Lobachesvsky*, 2013, no. 6-1, pp. 285–289. (In Russ.).
12. Trifonov Yu. V., Veretennikova A. A. Dynamic transformation of the theory of strategic management. *Management in Russia and abroad*, 2014, no. 3, pp. 3–9. (In Russ.).
13. Ruzanov A. I., Ruzanov P. A. Mathematical modeling in economy of knowledge. *Industrial development of Russia: problems, prospects*. Works XII of the International scientific and practical conf. of teachers, scientists, experts, graduate students, students. 2014. Pp. 256–263. (In Russ.).
14. Trifonov Yu. V., Gromnitsky V. S., Sokolov D. Yu. Assessment of level of innovation of the enterprise. *Economy and business*, 2017, no. 1, pp. 498–502. (In Russ.).
15. Trifonov Yu. V., Skibin A. G., Shesterikova N. V. The analysis of innovative capacity of the enterprise by means of neural network technologies. *Economics and business*, 2016, no. 1-2, pp. 1123–1126. (In Russ.).

Как цитировать статью: Абрамов А. А., Рузанов П. А., Трифонов Ю. В. Проблемы математического и компьютерного моделирования в экономике знаний // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 3 (48). С. 20–25. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.346.

For citation: Abramov A. A., Ruzanov P. A., Trifonov Yu. V. Problems of mathematical and computer modelling in the economy of knowledge. *Business. Education. Law*, 2019, no. 3, pp. 20–25. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.346.