

## Некоторые идеи к управлению научными исследованиями в процессе формирования цифровой экономики

**А.А. Балякин,**

к.ф.-м.н., начальник отдела многостороннего научно-технического сотрудничества НИЦ «Курчатовский институт»,  
e-mail: Balyakin\_aa@nrcki.ru

**В.Г. Жулего,**

к.ф.-м.н., главный советник Администрации Президента Центра НИЦ «Курчатовский институт»,  
e-mail: zhulego\_vg@nrcki.ru

**Д.В. Мун,**

к.э.н., заместитель директора ФГБУ «Агентство «Эмерком» МЧС России,  
e-mail: moon@aemercom.ru

**Аннотация.** В статье излагаются некоторые новые идеи, связанные с новыми возможностями по управлению наукой, которые возникают в процессе цифровизации. Часть изложенных идей уже реализована в других сферах деятельности, в частности в интернете, где широко применяются методы кластеризации по разным признакам. Другие идеи еще не реализованы в должной мере, но могут быть предметом дальнейшего изучения. Авторы считают, что предлагаемый алгоритм «переупаковки проектов» может оказаться эффективным инструментом повышения отдачи от вложений в науку и может привести к росту уровня научных исследований в стране.

**Ключевые слова:** алгоритм «переупаковки» проектов, искусственный интеллект, «большие данные», синергия, матрица взаимовлияния, кластеризация по семантическим признакам, кластеризация по соавторству, кластеризация по цитированию, выявление сильных и слабых связей текстов.

## Some Ideas for Managing Scientific Research in the Process of Forming a Digital Economy

**A.A. Balyakin,**

Ph.D., Head of the Division of Multilateral Scientific and Technical Cooperation, NRC “Kurchatov Institute”  
e-mail: Balyakin\_aa@nrcki.ru

**V.G. Zhulego,**

Ph. D., Chief Adviser to the Presidential Administration of Center, NRC “Kurchatov Institute”  
e-mail: zhulego\_vg@nrcki.ru

**D.V. Mun,**

Ph.D., Deputy Director, Federal State Budgetary Institution “Agency” Emercom”, EMERCOM of Russia  
e-mail: moon@aemercom.ru

**Abstract.** The article presents some new ideas related to the new opportunities for managing science that arise in the process of digitalization. Some of these ideas had already been implemented in other areas of activity, in particular on the Internet, where clustering methods are widely used for various characteristics. Other ideas are not yet fully implemented, but could be the subject of further study. The authors believe that the proposed algorithm of “repackaging projects” can be an effective tool for increasing of the return on investments in science and can lead to an increase in the level of scientific researches in the country.

**Keywords:** the algorithm of “repackaging” projects, artificial intelligence, “big data”, synergy, the matrix of mutual influence, clustering by semantic features, clustering by co-authorship, clustering by co-citation, identification of strong and weak links of a texts.

DOI: 10.31432/1994-2443-2020-15-4-29-36

**Цитирование публикации:** Балякин А.А., Жулего В.Г., Мун Д.В. Некоторые идеи к управлению научными исследованиями в процессе формирования цифровой экономики // Информация и инновации. 2020, Т. 15, № 4. с. 29-36. DOI: 10.31432/1994-2443-2020-15-4-29-36

**Citation:** Balyakin A.A., Zhulego V.G., Moon D.V. Some ideas for managing scientific research in the process of forming a digital economy // Information and Innovations 2020, T. 15, № 4. p. 29-36. DOI: 10.31432/1994-2443-2020-15-4-29-36

В последние годы можно говорить о существенном росте объемов финансирования научных исследований в России. При этом немедленного эффекта от вложений не наблюдается. Например, число публикуемых статей растет крайне медленно, а по некоторым направлениям науки – снижается, и еще, что самое важное – падает доля российских публикаций в мировом публикационном потоке. Все это происходит несмотря на то, что растет средний объем финансирования проекта, увеличивается их число, учреждаются новые фонды.

Одновременно в области управления наукой остро стоит необходимость как количественного увеличения числа публикаций (чему способствуют требования конкурсов), так и повышения качества публикаций и исследований. Одним из возможных решений может стать оптимизация реализуемых проектов, разработка алгоритма «переупаковки» портфеля проектов, в основе которого лежат цифровые технологии искусственного интеллекта [1].

Теоретический анализ различных моделей управления проектами сводится, в основном, к формулированию неких критериев отбора проектов. Практически традиционные модели управления портфелями проектов, как правило, содержат следующие основные аспекты управления [1,2]:

- **Выбор алгоритмов участия экспертов и выбор алгоритмов агрегирования балльных оценок ими отдельных проектов.** Именно благодаря оценкам экспертов удается создать с помощью агрегирования показателей по некоторым правилам итоговый рейтинг проектов, который и позволяет в некотором смысле «управлять» портфелем проектов, т.е. распределять ресурсы и устанавливать очередность.

- **Придание стратегической ориентации проектам.** Проекты, объединенные в портфель, направлены на достижение той или иной стратегической цели.

- **Определение способов распределения ресурсов** между проектами портфеля с учетом ресурсных ограничений: Все материальные ресурсы ограничены, следовательно, должны быть определены методы распределения этих ресурсов.

- **Определение взаимозависимости проектов в портфеле.** Такая взаимосвязь может быть самого разного рода: причинно-следственная, ресурсная, финансовая, связь компетенций и т.д.

- **Наличие неопределенности будущих параметров проектов.** Зачастую развитие проекта зависит от того, будут ли достигнуты положительные результаты или нет на предыдущих этапах. Ответ на это вопрос не всегда возможен в виду неопределенности части параметров проекта.

В рамках традиционного подхода сформулированные и собранные в портфель проекты рассматриваются как данные (неизменные) проекты, не подлежащие пересмотру. Если же ставится задача **извлечения синергии от объединения проектов за счет их переупаковки в программы, то набор алгоритмов управления необходимо расширить. К перечисленным выше алгоритмам следует добавить предварительный анализ проектов на предмет их связности и их кластеризацию по тому или иному критерию.**

Решение этой задачи возможно в процессе формирования цифровой экономики, одним из составных элементов которой выступают технологии управления данными. Так, технологии больших данных включены как составная часть в Национальную стра-

тегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [3]. Представляется целесообразным перенос методов и подходов, применяемых в сфере больших данных, к множеству научных проектов.

В сфере управления и обработки больших данных используют понятия «озера данных» - исходные (зачастую – неструктурированные) данные. Их аналогом в нашем случае выступает всё множество проектов (как исполняемых, так и выполненных). Из этого «озера данных» на основании заданных правил отбора (критерии могут различаться от стоимости проектов и сроков их реализации до решаемых задач) при помощи методов по кластеризации (семантический анализ, анализ по цитированию, соавторству, анализ патентной активности и др.) происходит выделение блока родственных проектов. Это – «большие данные» в терминологии управления данными. Они характеризуются уже определенной упорядоченностью, соответствуют выбранным критериям и образуют по-своему замкнутое множество.

Следующей задачей является осмысление данного кластера проектов (множества). Аналогом этого процесса можно считать data mining – извлечение смысла из больших данных, в качестве которого мы предлагаем использовать формат мегапроекта (проекта проектов). Данный мегапроект является аккумулятирующим (сводящим, замыкающим) проектом, включающим в себя все проекты, попавшие в данный кластер. За счет синергетического эффекта происходит значительное повышение эффективности работы, поскольку мегапроект содержит в себе основные идеи и наработки проектов кластера.

Данные работы немислимы без привлечения как мощных дата центров, так и опытных специалистов по обработке данных. Как правило, схожие по тематике работы с уклоном в коммерциализацию уже ведутся в нашей стране и за рубежом. Наиболее известные из них реализуются банковскими организациями и социальными сетями.

В целях текущего исследования будем исходить из определений, предложенных в [2,4].

**Программа** – это ряд связанных друг с другом проектов, управление которыми координируется для достижения преимуществ и степени управляемости, недоступных при управлении ими по отдельности. Таким образом, при упаковке проектов в программы, достижение взаимной синергии является основной целью объединения проектов в программу.

**Портфель** – это набор проектов или программ и других работ, объединенных вместе с целью эффективного управления данными работами для достижения **стратегических целей**.

В отличие от портфеля проектов, все проекты программы скоординированы по времени (и, возможно, по ресурсам) и подчинены **одной определенной стратегической цели**, в то время как портфель может состоять из **разных проектов с разными целями**.

В отличие от проекта, программа не обязательно должна иметь дату завершения. Учитывая эти различия, можно сделать вывод, что управление проектами и управление программами могут существенно отличаться.

При определенных условиях, проекты могут быть пересмотрены, с целью объединения близких, родственных, схожих или зависимых проектов в один «мегапроект» - в этом состоит главная идея нашего предложения.

Для реализации данной идеи предлагается провести предварительную кластеризацию всего портфеля проектов (по семантическим признакам, по соавторству, по цитированию, с помощью матрицы взаимовлияния). На втором этапе полученные кластеры, состоящие из родственных проектов, предлагается рейтинговать по выбранным критериям (новизна, приоритетность, важность для импортозамещения и т.д.).

На следующем этапе, предлагается авторам проектов, попавшим в один кластер, разработать один совместный проект по общей тематике кластера: сами проекты в процессе переупаковки подлежат пересмотру и объе-

динению в один мегапроект, который направлен на реализацию одной задачи. В результате такой переупаковки для каждого кластера возникает один мегапроект.

Положение «мегапроекта» относительно «программы» промежуточное: в мегапроекте подлежат объединению и трудовые ресурсы отобранных проектов и компетенции исполнителей, а сами работы имеют план их исполнения (как по срокам, так и по исполнителям).

Во всех смыслах такой мегапроект должен быть оптимальным и нацеленным на получение сильных научных результатов. Следует отметить, что мегапроекты в области экспериментальных исследований возникают «естественным» путем, когда лидирующие в определенной области коллективы могут лоббировать финансирование перспективных научных исследований на базе крупных экспериментальных установок или комплексов. В то же время в области теоретических изысканий такие мегапроекты естественным путем не возникают. Именно здесь целесообразно использовать предлагаемый алгоритм переупаковки проектов.

Таким образом, переупаковка портфеля проектов на основе обнаруженных кластеров приведет к созданию нескольких сильных мегапроектов, в результате исполнения которых будут получены результаты мирового уровня. Одновременно достигается несколько целей: обеспечивается повышение качества исследований, гарантируется финансовая поддержка лидеров по определенным научным направлениям, обеспечивается ускорение исследований по ключевым направлениям исследований. Причем, в зависимости от того, как будут заданы рейтингования, можно поддержать (по выбору) либо новейшие области исследований, либо приоритетные направления исследований, либо импортозависимые направления, либо критически важные оборонные направления исследований.

По логике предлагаемого алгоритма финансирование мегапроектов должно проходить вне конкурсных процедур, так как ме-

гапроект объединяет всех потенциальных конкурентов (аналогично Мегаустановкам). При этом, по объемам финансирования мегапроекты будут на порядок дешевле стоимости Мегаустановок, а эффект от них, т.е. – рост престижа и влияния отечественной науки, может оказаться очень существенным.

В результате реализации изложенного алгоритма возникнет новый гибкий инструмент управления научными исследованиями, который можно ориентировать на достижение результатов мирового уровня.

Процесс переупаковки портфеля можно представить состоящим из двух стадий: первая – кластеризация множества проектов, входящих в портфель, вторая – упаковка проектов в программы.

Кластеризация проектов – это выделение из всего множества проектов (портфеля) родственных, сильно связанных по определенным критериям проектов. Кластеризованное множество совсем не обязательно может быть переупаковано в программы, так как проекты могут оказаться не связанными **определенной стратегической целью**, хотя и иметь некие другие связи. В то же время, проекты, связанные **определенной стратегической целью**, с большой вероятностью имеют разного рода связи, как например, они наверняка сильно связаны с точки зрения семантики.

Проблема установления внутренних связей и выделение на этой основе некоего подмножества на множестве объектов является типичной задачей кластеризации. В зависимости от выбора критерия, по которому проводится кластеризация, разбиение исходного множества на группы будет разным – в этом состоит главная проблема кластеризации. Прежде чем ее проводить, необходимо очень точно определить цели кластеризации, выбрать критерии и выяснить, насколько точно будут достигнуты поставленные цели при данном выборе критерия (или критериев) кластеризации.

Задача кластеризации довольно часто встречается в науке и для ее решения уже



предложен ряд эффективных методов. Классическим примером такой задачи следует считать задачу кластеризации текстовых коллекций или задачу кластеризации потока научных публикаций. Следует отметить, что при достаточно жестких правилах оформления проектов, все эти методы целиком могут быть перенесены на задачу кластеризации проектов. К числу основных методов кластеризации текстовых коллекций относятся [5,6]:

- кластеризация на основе семантического анализа текстов,
- кластеризация текстовых коллекций на основе соавторства,
- кластеризация текстовых коллекций на основе цитирования.

Каждый из перечисленных методов обладает своими достоинствами и своими недостатками. Кроме того, выбор того или иного метода определяется свойствами исходных текстов [7,8]. Отметим так же, что перечисленные выше методы относятся к классу косвенных методов кластеризации, они не гарантируют возможность переупаковки проектов в программы на основе выделенных кластеров [5]. Для преодоления данного препятствия возможно использование метода прямой кластеризации проектов на основе экспертных опросов (заполнение матрицы взаимовлияния на основе экспертной оценки силы связи двух элементов). Этот метод позволяет провести переупаковку проектов в программы напрямую, т.е. на основе полученной матрицы взаимовлияния [9,10]. Фактически этот метод базируется на знаниях экспертов, изучивших весь портфель проектов, а оценки, выставляемые экспертами при заполнении матрицы взаимовлияния, определяют связи проектов по существу проектов, т.е. содержательные связи (это могут быть общие работы, содержащиеся в проектах, причинно-следственные связи между проектами, связи по ресурсам и т.д.).

При реализации оценки путем матрицы взаимовлияния основная цель параметризации коллекции состоит в установлении «связей» между элементами коллекции, когда

эксперты оценивают степень связи проектов по некоторой балльной системе. Подобные опросы широко практикуются в социологии, когда проводятся опросы среди экспертов по установлению степени влияния одних факторов на другие, такая же матрица взаимовлияния используется для математического моделирования сложных социально-экономических систем, когда коэффициенты матрицы взаимовлияния оказываются параметрами динамических уравнений для переменных, описывающих систему. Построение матрицы взаимовлияния следует рассматривать как первый шаг к переупаковке проектов. Основной задачей на этом этапе является выделение по принципу сильной связности научных «кластеров» на множестве проектов, которые можно было бы объединить в мегапроекты.

Кластеризация по семантическому принципу, цитированию, соавторству и т.д. не представляет труда, так как существуют хорошо разработанные алгоритмы, позволяющие делать это в автоматическом режиме на компьютерах. Что касается кластеризации по матрице взаимовлияния – то здесь необходимость участия экспертов в этом процессе делает его крайне затратным, а учитывая большие объемы портфелей проектов, сама практическая реализация этой идеи представляется очень сложной. В то же время такой подход позволяет получить нетривиальные выводы в применении к прорывным технологиям, когда количественная оценка затруднительна, как было показано нами для случая нанотехнологий и порождаемых ими инновационных кластеров [11].

Возможным выходом из положения была бы разработка приложений, позволяющих проводить кластеризацию по онтологиям [12,13]. Однако теоретические попытки ввести какие-то количественные оценки близости двух текстов по смыслу пока не приводят к осмысленным результатам, которые можно было бы применить на практике. Однако, существуют идеи, согласно которым можно «создавать образы проектов» в нейросетях, смоделированных искусственными нейрона-

ми. В свою очередь, эти «образы» (или «отпечатки») проектов будут уже сравниваться на предмет близости в этих нейросетях. Если такой алгоритм удастся реализовать на практике, задача кластеризации портфеля проектов по критерию «близости по смыслу» фактически будет решена. Установленную тем или иным способом связь «по смыслу» далее будем называть «сильной связью».

Объединение проектов в мегапроекты (или программы) следует проводить при условии, что установлена «сильная связь» (или взаимозависимость) проектов друг с другом. Такая связь может возникать по нескольким причинам:

- во-первых, в виду естественной причинно-следственной связи проектов (первый проект может быть отправной точкой второго проекта или содержать часть работ, которые необходимо выполнить на определенном этапе и во втором проекте),
- во-вторых, в виду вовлечения в проекты общих ресурсов (финансовых или трудовых),
- в-третьих, для выполнения обоих проектов (либо части работ в обоих проектах) нужна схожая (или одна и та же) компетенция.

Рассмотрим подробнее выделенные критерии, на основании которых будет оцениваться связность проектов.

**Причинно-следственные связи** – именно эти связи однозначно определяют последовательность работ в отдельно взятом проекте. На этих связях строится разрабатываемые стандарты и софт PMI [4], которые позволяют отслеживать ход реализации проекта и управлять им. Когда рассматриваются разные проекты, написанные различными группами, такие причинно-следственные связи становятся неоднозначными (вероятностными), так как разные проекты могут содержать одинаковые составляющие (работы), либо дополняющие работы – выявление таких связей является дополнительной предпроектной работой, которую необходимо выполнить в целях «переупаковки проектов». Кто и как будет выполнять эту работу – зависит

от того, как структурно организовано управление финансированием портфеля проектов. В больших компаниях это, возможно, будет подразделение стратегического планирования, а в государственном фонде – структурная единица, организующая работу экспертной панели (в составе дирекции фонда).

Основным инструментом оценки причинно-следственных связей проектов на данный момент следует считать матрицу взаимовлияния, заполняемую экспертами. В этой матрице эксперты оценивают поочередно степень и направление влияния одного проекта на другой, в результате получается несимметричная квадратная матрица, описывающая связность портфеля проектов с точки зрения причинно-следственных связей. Такая матрица позволяет установить не только ранжирование проектов по их времени исполнения, но также указать степень связи проектов друг с другом. Степень связи – указывает на существование синергии проектов, т.е. общих работ, которые при переупаковке финансировать и делать придется только один раз. Именно в этом заключается экономия времени и средств при выполнении мегапроекта, вместо портфеля проектов.

**Финансовые ресурсы** – этот вид ресурсов всегда ограничен, по этой причине финансовые ресурсы нуждаются в особо тщательном планировании. Выявление проектов, сильно связанных через финансовые ресурсы, требует тщательной формулировки вопросов для матрицы взаимовлияния.

**Трудовые ресурсы** – этот вид ресурсов также ограничен, хотя при росте финансовых ресурсов трудовые ресурсы можно пополнять, например, из числа безработных или смежных секторов экономики. Если речь идет о планировании портфеля проектов одной компании, то следует понимать, что во всех проектах задействованы трудовые ресурсы одной и той же компании. Если же речь идет о портфеле проектов РНФ, то исполнителями всех этих проектов являются разные организации, и, следовательно – разные люди. В первом случае матрица взаимовлияния

позволит распределить трудовые ресурсы в соответствии с приоритетами компании и во взаимоувязке с другими проектами. Во втором случае, возникает возможность формирования научного кластера.

**Компетенции** – это не менее важный вопрос, чем трудовые ресурсы. Заметим, что пересечение проектов в составе работ не означает точно такое же пересечение в компетенции, так как выполнение различных работ может требовать одной и той же компетенции. В отличие от финансового ресурса, компетенция, при необходимости, может наращиваться в процессе выполнения проекта (этот ресурс следует относить к инновационным типам ресурса).

Схожие задачи решались нами ранее в рамках работ по ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008-2011 годы». Предложенный метод матрицы взаимовлияния позволил выделить ряд связанных направлений развития нанотехнологий. Авторы предполагают, что схожие подходы будут востребованы и в других научных направлениях, относящихся к высоким технологиям.

Таким образом, переупаковка портфеля проектов на основе выявленных кластеров приведет к созданию нескольких сильных мегапроектов, в результате исполнения которых будут получены результаты мирового уровня. Одновременно достигается несколько целей: обеспечивается повышение качества исследований, гарантируется финансовая поддержка лидеров по определенным научным направлениям, обеспечивается ускорение исследований по ключевым направлениям исследований. В зависимости от выбора критериев кластеризации, можно поддержать либо новейшие области исследований, либо приоритетные направления исследований, либо импортозависимые направления, либо критически важные оборонные направления исследований. По логике предлагаемого алгоритма финансирование мегапроектов должно проходить вне конкурсных процедур, так как мегапроект объединяет всех главных

потенциальных конкурентов. В результате реализации изложенного алгоритма возможно возникновение нового гибкого инструмента управления научными исследованиями, который можно ориентировать на достижение результатов мирового уровня.

Полученные результаты будут способствовать обеспечению и защите государственных интересов, повышению эффективности расходования бюджетных средств и использованию передовых научных методов и подходов для формирования целостной государственной политики в научной сфере.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-010-00576.

### ЛИТЕРАТУРА

1. В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков «Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности» Издательский центр МАТИ, Москва 2007 г.
2. D.C. Ferns. Developments in programme management. International Journal of Project Management Vol. 9, No. 3, August 1991.
3. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».
4. Project management Institute. A guide to the project management body of knowledge. Pennsylvania: Project Management Institute; 6<sup>th</sup> Edition, 2017.
5. Гарфилд Ю. Можно ли выявлять и оценивать научные достижения и научную продуктивность? //Вестник АН СССР. 1982, № 7.
6. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р.М. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 2001.
7. Маршак И.В. Система связей между документами, построенная на основе ссылок (по указателю «Science Citation Index») // НТН Сер. 2. Информационные процессы системы. 1973, № 6.
8. Smoll H. G. Multiple Citation Patterns in Scientific Literature; The Circle and Hill Models //

Information Storage and Retrieval. 1974. V. 10. P. 393-402.

9. Жулего В.Г. Алгоритм построения математических моделей для описания сложноорганизованных иерархических социально-экономических систем на основе матрицы взаимовлияния. Футурологический конгресс. Будущее России и мира. Материалы Всероссийской научной конференции. 2010, с. 258-270.

10. Вокуева Т.А. Вычисление матрицы взаимовлияния когнитивной карты // Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 3(11). Сыктывкар 2012. С 123-128.

11. Балякин А.А., Жулего В.Г. Модернизация России и высокотехнологичные кластеры в сфере нанотехнологий. Вопросы экономики, № 7, 2012, стр. 66-81.

12. Как создать правильную онтологию. Часть I // Лаборатория интеллектуальных систем ИТМО, 2012, URL: <http://masters.donntu.edu.ua/2012/iii/kalinin/library/article2.html>.

13. Крытый С.Л., Ходзинский А.Н. Автоматное представление онтологий и операции на онтологиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://shcherbak.net/avtomatnoe-predstavlenie-ontologij-ioperacii-na-ontologiyax>.

## REFERENCES

1. V.M. An'shin, I.V. Demkin, I.M. Nikonov, I.N. Car'kov «Modeli upravleniya portfelem proektov v usloviyah neopredelennosti» Izdatel'skij centr MATI, Moskva 2007 g.

2. D.C. Ferns. Developments in programme management. International Journal of Project Management Vol. 9, No. 3, August 1991.

3. Ukaz Prezidenta RF ot 10 oktyabrya 2019 g. № 490 "O razvitii iskusstvennogo intellekta v Rossijskoj Federacii".

4. Project management Institute. A guide to the project management body of knowledge. Pennsylvania: Project Management Institute; 6th Edition, 2017.

5. Garfield YU. Mozhno li vyyavlyat' i ocenivat' nauchnye dostizheniya i nauchnyuyu produktivnost'? //Vestnik AN SSSR. 1982, № 7.

6. Kormen T., Lejzerson CH., Rivest R.M. Algoritmy: postroenie i analiz. – M.: MCNMO, 2001.

7. Marshakova I.V. Sistema svyazey mezhdokumentami, postroennaya na osnove ssylok (po ukazatelyu "Science Citation Index")//HTH Ser. 2. Informacionnye processy sistemy. 1973, № 6.

8. Smoll H. G. Multiple Citation Patterns in Scientific Literature; The Circle and Hill Models // Information Storage and Retrieval. 1974. V. 10. P. 393-402.

9. Zhulego V.G. Algoritm postroeniya matematicheskikh modelej dlya opisaniya slozhnoorganizovannyh ierarhicheskikh social'no-ekonomicheskikh sistem na osnove matricy vzaimovliyaniya. Futurologicheskij kongress. Budushchee Rossii i mira. Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii. 2010, s. 258-270.

10. Vokueva T.A. Vychislenie matricy vzaimovliyaniya kognitivnoj karty // Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN. Vypusk 3(11). Syktyvkar 2012. S. 123-128.

11. Balyakin A.A., Zhulego V.G. Modernizatsiya Rossii i vysokotekhnologichnye klasteri v sfere nanotekhnologij. Voprosy ekonomiki, № 7, 2012, str. 66-81.

12. Kak sozdat' pravil'nuyu ontologiyu. CHast' I // Laboratoriya intellektual'nyh sistem ITMO, 2012, URL: <http://masters.donntu.edu.ua/2012/iii/kalinin/library/article2.html>.

13. Kryvyj S.L., Hodzinskij A.N. Avtomatnoe predstavlenie ontologij i operacii na ontologiyah [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL: <http://shcherbak.net/avtomatnoe-predstavlenie-ontologij-ioperacii-na-ontologiyax>.