

# СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕР ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Антипин С. И.<sup>1</sup>, Дерябин Б. О.<sup>2</sup>,  
Петров А. О.<sup>3</sup>, Цепенда С.О.<sup>4</sup>  
(ФГБУН Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

*В статье за счет создания соответствующей информационной системы предлагается оптимизировать взаимодействие сфер производства, науки и образования для всех уровней управления: федерального, регионального, муниципального и корпоративного. Для этого формируется универсальный фрактальный фреймворк взаимодействия организаций перечисленных сфер. В основу построения фреймворка положен метод структурирования функций качества, который позволяет замкнуть цикл между выявлением потребности рынка в продукции и услугах и удовлетворением этой потребности с повышенным качеством за счет включения в него специальным образом услуг науки и образования. Особенностью предлагаемого подхода является приданию научным и образовательным приложениям адресного и взаимосвязанного характера, что позволяет сконцентрировать усилия научных и образовательных организаций на придании дополнительной стоимости и ценности продукции на рынке. Такой подход позволяет заинтересовать венчурных инвесторов, что приводит к увеличению налоговой базы, и, соответственно, росту федерального бюджета. В результате также растет ресурс на развитие фундаментальной науки, которая не обязательно должна быть привязана к потребностям рынка. В настоящей работе предлагается также фрагментарный пример математической модели для оптимизации формируемого на фрактальной основе процесса взаимодействия участников сфер производства, науки и образования.*

Ключевые слова: взаимодействие, математическая модель, менеджмент качества, наука, образование, промышленное производство.

---

<sup>1</sup> Сергей Иванович Антипин, младший научный сотрудник (sergey.antipin@gmail.com).

<sup>2</sup> Богдан Олегович Дерябин, эксперт (baga\_d@mail.ru).

<sup>3</sup> Андрей Олегович Петров, инженер (qwertyfaike@gmail.com).

<sup>4</sup> Сергей Олегович Цепенда, математик (tsependa.s@gmail.com).

## **1. Введение**

Вопрос улучшения взаимодействия производства, науки и образования носит долгосрочный и международный характер, он перманентно актуален и инвариантен уровню экономического развития стран. Идея инициации запуска цикла развития науки и образования начиная с выявления и удовлетворения потребности производства в компетентных кадрах универсальна, а от ее практической реализации во-многом зависит успех экономического развития любой страны.

Привлечение науки в производство способствует росту добавленной стоимости, а увеличение за счет этого прибыли на производстве позволяет целенаправленно инвестировать в систему образования и долгосрочное развитие кадрового потенциала. Последнее через некоторое время начинает интересовать венчурный наукоемкий бизнес и банки, которые вкладывают средства в постоянно обновляемое инновационное производство, и, одновременно способствует увеличению сбора налогов. Наполнение государственного бюджета через налоги позволяет развивать фундаментальную науку, которая, в конечном итоге, обеспечивает совершенствование производства. Круг замкнулся через положительную обратную связь, образовав своеобразное «колесо фортуны», раскрутка которого обеспечивает развитие промышленности, науки и образования [4].

Указанный процесс вовлекает решение задач сбора, хранения и анализа информации, которая циркулирует между участниками образовывающейся сети промышленных, научных и образовательных организаций. При этом коллективы людей на различных уровнях управления страной (федеральный, региональный, муниципальный, корпоративный) вырабатывают управляющие воздействия на процессы фундаментальных и прикладных научных исследований, проведение опытно-конструкторских работ, внедрение новых технологий и организации производств, обучение, переподготовку, повышение квалификации кадров с необходимыми компетенциями на уровне мировых стандартов. При этом формируется:

- взаимосвязь хозяйствующих субъектов различных форм собственности, обеспечивающая выполнение образова-

тельных, научных, производственных и т.п. функций для создания необходимых условий модернизации оборудования, внедрения сквозных цифровых технологий, поддержки смены навыков и компетенций специалистов;

- комплексное объединение ресурсов и компетенций научных и образовательных организаций как динамично адаптируемой системы методов, процессов, процедур и пр. как элементов достижения единой цели оптимизации промышленного, научного и образовательного комплекса страны.

Все это способствует созданию мощных научно-производственных и образовательных объединений, построенных по кластерному типу с использованием различных форм государственно-частных партнерств. При этом опора делается на уже существующие и развивающиеся центры коллективного пользования научным оборудованием и уникальными научными установками сложившейся научно-технологической инфраструктуры Российской Федерации [3].

Для синхронизированного построения и функционирования таких объединений требуется фрактальная взаимосвязь фреймворков элементов различного уровня управления и последующей оптимизации процессов взаимодействия участников. Для этого в настоящей статье строится соответствующая фрактальная конструкция и модель оптимизации.

## **2. Фрактальный фреймворк процесса**

При всей сложности построения отмеченных объединений в области промышленного производства, науки и образования основной стержень функциональных взаимосвязей между их элементами может быть представлен на основе метода структурирования функций качества, который применительно к организации любого уровня управления будет иметь типовой фреймворк, приведенный на Рис. 1.



Рис. 1. Фреймворк элементов научно-производственных и образовательных объединений.

Приведенный на Рис. 1 фреймворк показывает положительную обратную связь, начиная с выявления потребности динамически сегментированного рынка в продукции и услугах и заканчивая эффективным удовлетворением этой потребности все более ускоренными темпами.

Более детально приведенный фреймворк функционирует следующим образом. Сегментация рынка по секторам и отраслям экономики, а также видам деятельности, позволяет выявить потребности сегментов рынка. Эти потребности описываются потребительскими характеристиками, которые ранжируются по важности с привлечением экспертов [7]. Под выбранный сегмент и вид деятельности, продукцию или услугу у предприятий имеется ресурс производства, который определяется инжиниринговыми характеристиками. Последние также с привлечением экспертов оцениваются через матричное определение приемле-

мости той или иной инжиниринговой характеристики для удовлетворения каждой потребности.

Затем инжиниринговые характеристики сравниваются между собой на предмет выявления противоречий или отсутствия совместной возможности в использовании. При возникновении таких противоречий адресным образом привлекаются научно-образовательный ресурс для разрешения инжинирингового конфликта, то есть организуется научно-исследовательская работа, результат которой внедряется в производство и затем коммерциализуется, инновационный продукт поступает на рынок. Тем самым формируется инновационный процесс.

Для поддержки функционирования приведенной на Рис. 1 взаимосвязи требуется создание соответствующей информационно-аналитической системы, которая может строиться на принципах построения системы распределенных ситуационных центров [5] и отвечать следующим требованиям:

- прогнозирование событий и потребности рынка;
- целеполагание и многоаспектный мониторинг ситуации;
- формирование массивов больших данных;
- подготовка согласованных решений;
- обеспечение безопасности при работе в сети и др.

Такая система может успешно функционировать только при условии использования соответствующих средств цифровизации. Объектом цифровизации при этом является комплекс функциональных задач, решение которых обеспечивает в каждом секторе экономики адекватный потребностям сектора научный и образовательный потенциал.

Для обеспечения требуемой адекватности формируются различные маркетинговые системы. Например, работы [1, 9] предлагают осуществлять оценку потребностей секторов экономики в применении решений на основе сквозных цифровых технологий (СЦТ) и связанных с ними исследований и разработок в области цифровой экономики. При этом используются такие международные методики оценки как «Уровень готовности технологий» (TRL) и «Уровень готовности производства» (MRL), для чего:

- построена концепция выявления потребностей в СЦТ с целью обеспечения государственной поддержки развития цифровой экономики,
- подготовлена методика и определена процедура оценки потребностей секторов экономики в СЦТ,
- предложена система из порядка 30 критериев оценки потребностей в СЦТ,
- созданы методы обработки больших данных для обеспечения полноты, достоверности, точности и проверки результатов экспертных оценок и др.

Приведенный фрактальный подход, сформированный с опорой на методический базис менеджмента качества, по всей видимости, поможет снимать постоянно возникающие диспропорции в системе взаимодействия промышленности, науки и образования. Для этого, по-видимому, необходима новая структурная сборка соответствующих предприятий и организаций. Это позволит оптимальным образом с экономией финансовых и материальных затрат на достижение целей решать появляющиеся проблемы в сфере взаимодействия участников единого производственного-научного-образовательного процесса. Для оптимизации требуется соответствующее моделирование, фрагмент которого приведен ниже.

### **3. Модель управления процессом**

Под моделью управления процессом взаимодействия субъектов управления будем понимать совокупность взаимосвязанных институциональных участников и различных элементов, вовлеченных в процесс: услуги, продукция, информация и др. При этом определяется их место и временные параметры функционирования. Принимая во внимание, что участниками процесса являются люди и организации, полная формализация процесса проведена быть не может. Поэтому модель может охватывать только материальные компоненты, а интеллектуальным в модели отводится роль поставщиков дополнительной информации, которая вводится в процесс решения задачи на модели с учетом намерений участников.

Под созданием оптимальной структуры создаваемой системы взаимодействия различных участников рассматриваемого процесса в настоящей работе понимается процесс построения взаимосвязей компонентов структуры в соответствии с заданными критериями эффективности.

Тогда, искомая модель будет состоять из множества узлов  $J$ , обозначающих институциональные структуры. Это могут быть, например, Минобрнауки России, Российская академия наук, промышленные предприятия, распределенные по секторам экономики, образовательные организации, научно-исследовательские институты и др. В модели также отражается множество решаемых задач  $K$ , связанных с накоплением, хранением и анализом больших данных, размещаемых в различных центрах обработки данных (ЦОД) для решения задач группами участников из множества  $L$ , а также связей между ними  $R$ . Процесс управления рассматривается регламентированным по времени (в модели осуществляется тактами с периодом  $T$ ). При этом все расчеты усредняются с учетом таков времени.

К решению такой задачи можно подойти с классических и неклассических позиций. В первой позиции предполагается четкая детерминация процесса и возможность получения точных результатов. Вторая позиция ориентирована на получение неточных, но приемлемых результатов. В первом случае обычно говорят о слабой адекватности модели, ее большой формализованной сложности (дифференциальные уравнения, например), неприемлемом времени решения и, главное, недоверия лиц, принимающих решения, к ее результатам. Второй случай заведомо ориентируется на обобщенные результаты с очевидным пониманием, что модель носит условный характер, однако она помогает понять ситуацию и принять приемлемое решение. Во втором случае для решения задач могут быть использованы такие средства искусственного интеллекта, как муравьиные вычисления, когнитивное моделирование, генетические алгоритмы и др. В настоящей же работе мы остановимся только на первом, классическом, случае.

Предположим, что любая задача в системе взаимодействия участников общего процесса может решаться как в одном из узлов, так и распределенно, то есть параллельно или последова-

тельно в нескольких узлах. Для решения задач используются соответствующие ресурсы, включая техническое обеспечение. Для приведенных исходных данных модель может быть представлена в следующем составе:

- $k$  – номер решаемой в системе задачи или реализуемого проекта,  $k \in K$  ;
- $l$  – номер группы участников для решения задачи (проекта)  $l \in L$  ;
- $j$  – номер узла, в котором находится лицо, принимающее решение (организация),  $j \in J$  ;
- $f_{klj}^e$  – усредненные характеристики информации вида  $e \in E$  (объем, время, частота и т.д.) для  $l$ -й группы участников, необходимой для исполнения задачи (проекта)  $k$  в узле  $j$ ;
- $x_{jk} = 1$ , если  $k$ -я задача решается в узле  $j$ , 0 – в противном случае;
- $\alpha_{klj} = 1$ , если  $l$ -я группа людей принимает участие в узле  $j$  в решении  $k$ -й задачи (проекта), 0 – в противном случае;
- $y_{j_1 j_2 r} = 1$ , если информация  $l$ -й группы людей передается из узла  $j_1$  в узел  $j_2$  с помощью  $r$ -го канала связи;
- $d_{mjk}$  – требуемые технические мощности  $m$ -го типа для решения  $k$ -й задачи в  $j$ -м узле;
- $M_m$  –  $m$ -е технические мощности (оборудование);
- $s_{j_1 j_2 r} = 1$ , если  $r$ -й канал связи используется для передачи информации  $l$ -й группы участников из узла  $j_1$  в узел  $j_2$  ;
- $G_r^e$  – характеристики средств связи для передачи информации вида  $e \in E$  ;  $c_j^1$  – стоимость технической единицы оборудования в  $j$ -м узле;  $c_{j_1 j_2 r}^2$  – стоимость  $r$ -го канала связи при передаче информации из узла  $j_1$  в узел  $j_2$  ;  $c_{j_1 j_2 r}^3$  – затраты на передачу единицы информации из

узла  $j_1$  в узел  $j_2$ ;  $c_{mjk}^4$  – стоимость  $m$ -го ресурса для решения  $k$ -й задачи в  $j$ -м узле;  $c_k^5$  – обобщенная стоимость  $k$ -й задачи;  $c^0$  – средства, выделенные на разработку.

При этом, ограничения на распределение задачи  $k$  по узлам и техническим средствам могут быть представлены в виде:

$$\sum_j x_{jk} \geq 1, \quad k \in K^3 \in K,$$

то есть  $k$ -я задача должна быть решена хотя бы в одном узле;

$$x_{jk} \geq 1, \quad j \in J_1, \quad k \in K^4 \in K,$$

т.е. некоторые задачи из множества  $K$  должны быть обязательно решены в некоторых узлах  $j \in J_1$ .

Ограничения передачи информации между узлами  $j_1$  и  $j_2$ :

$$\sum_r y_{lj_1j_2r} = \sum_k a_{klj_1} x_{j_2k}, \quad j_1 \neq j_2.$$

Ограничение на загрузку технического обеспечения:

$$\sum_{jk} d_{mjk} x_{jk} \leq M_m.$$

Ограничения на каналы связи:

$$\sum_{l,k} y_{lj_1j_2r} f_{klj_2}^e \leq G_r^e s_{j_1j_2r}.$$

Инвестиционные ограничения:

$$\sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1j_2r}^2 s_{j_1j_2r} + \sum_{j,k} c_k^5 x_{jk} \leq c^0.$$

Тогда, при введенных обозначениях и ограничениях базовый критерий для оценки эффективности функционирования системы информационного взаимодействия участников единого производственного-научного-образовательного процесса можно представить следующей формулой:

$$\begin{aligned} & \sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1j_2r}^2 s_{j_1j_2r} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1j_2r}^3 f_{klj_2}^e y_{lj_1j_2r} + \\ & \sum_{m, j, k} c_{mjk}^4 d_{mjk} x_{jk} + \sum c_k^5 x_{jk} \rightarrow \min \end{aligned}$$

Приведенная модель-формула может помочь принять опти-

мальное решение относительно распределения при заданных технических и финансовых ограничениях решаемые задачи (проекты) по центрам обработки данных, а также готовить предложения по упорядочению дооснащения этих центров и каналов связи дополнительным оборудованием.

Построение модели показывает, в частности, что формируемые центры обработки данных могут оказаться слабо связанными между собой. Для улучшения взаимосвязи можно воспользоваться кластерным анализом, который обычно используется для кластеризации предметных областей при решении научно-практических задач, см., например [6]. При заданном числе кластеров (скажем, соответствующих числу задач), как обосновывается в приведенной работе, может быть построен точный алгоритм определения степени общности предметных областей пользователей.

Кластерный подход может иметь фрактальный характер, то есть, кластеризация может быть использована как для распределения отдельных проектов, так и для обобщенного распределения ресурсов на федеральном уровне. Тогда встает вопрос о целесообразности структуризации всей производственной, научной и образовательной деятельности путем выделения соответствующих кластеров, находящихся на территории одного или нескольких смежных субъектов России, в пределах которых осуществляется попытка достижения сбалансированности инновационного развития. Кластеризация подобных структур при заданных ограничениях ресурсов и критериях институционального и информационного взаимодействия позволит сформировать самонастраиваемую для получения должной синергии единую среду в сфере производства, науки и образования страны.

#### **4. Организация взаимодействия**

Результаты моделирования могут служить в качестве рекомендации по оптимизации распределения материальных, интеллектуальных, финансовых и иных ресурсов при взаимодействии в создаваемой системе организаций и групп исполнителей задач (проектов). Основные решения принимает соответствующее юридическое лицо, наделенное соответствующими полномочи-

ями. Именно это лицо экспертно оценивает целесообразность внесения изменений в создаваемую систему.

Так, при наличии дефицита кадров, обладающих соответствующими знаниями и компетенциями в некотором создаваемом инновационном кластере, его покрытие осуществляется за счет в установленном порядке знаний и компетенций по линиям организационно-информационного взаимодействия. При наличии избытка кадров с некоторыми знаниями и компетенциями в инновационном кластере, этот избыток может быть переведен в дефицитный инновационный кластер. В случае, когда передаваемый из избыточного инновационного кластера объем знаний и компетенций обеспечивает сбалансированность, то установившиеся при принятии управленческих решений на основе моделирования взаимосвязи служат для повышения эффективности управленческих и функциональных компетенций.

Для построения интеллектуального ядра создаваемой системы требуется придание ей новых качеств, обеспечивающих:

- взаимодействие системы с любыми видами научных и образовательных организаций;
- взаимодействие системы с промышленными предприятиями с использованием новых знаний;
- разработка стандартизованных требований к интерфейсам, фреймворкам представления знаний и создание на этой основе интеллектуальных систем и баз знаний, обеспечивающих эффективную работу с различными ресурсами, комплексное решение задач инженерии знаний.

Оптимизация достижения единой групповой цели при решении некоторой задачи или реализации проекта нуждается в поддержке совокупности управленческих и функциональных компетенций различных организаций в рамках некоей сквозной цепочки наращивания ценности продукта или услуги. Эта цепочка охватывает такой функционал, как планирование, организация, мотивация, реинжиниринг процессов, научно-технологическая деятельность, привлечение инвестиций и финансирования, получение грантов и пр.

Функциональная структура создаваемой системы с распределенной информационно-аналитической средой может включать следующие компоненты:

- базовые подсистемы (нормативно-справочной информации, авторизации и аутентификации; реестров; верхнеуровневого интерфейса) и среду взаимодействия;
- средства организации и доступа к информации, данным и знаниям;
- средства обеспечения семантической интероперабельности, виртуального сотрудничества и ситуационной осведомленности [8];
- система поддержки решений и средства управления процессами и проектами;
- средства поддержки реализации архитектурного подхода к проектированию систем [10, 11];
- средства обеспечения связи и коммуникации и др.

При сетевой работе учитываются требования безопасности для чего обеспечивается мониторинг процессов распространения и восприятия информации, нарушающих информационную безопасность в социальных сетях, где формируется и наращивается смежная информация о рассматриваемых процессах [2].

В создаваемой системе все функциональные профили участников, включая профили предприятий, ВУЗов, научно-исследовательских институтов, дата-центров, инвесторов, спонсоров и пр. включают в себя представленные в определенном формате (фрейм) сведения об этих участниках с учетом их роли в решении задач.

Интеллектуальная компонента создаваемой системы может быть реализована с использованием технологий активных систем, интеллектуальных агентов и других современных достижений искусственного интеллекта. При этом необходимо построение соответствующих Интернет-площадок, интегрирующих различные институциональные структуры. Задачи создания такой площадки на примере образовательного функционала включают:

- исследование текущей потребности предприятий промышленности в кадрах;

- синтез схемы подготовки кадров под каждую потребность;
- долгосрочный прогноз потребности предприятий в кадрах с учетом динамики рынка;
- обеспечение подбора и подготовки преподавателей для новых индивидуальных образовательных траекторий;
- повышение устойчивости образовательных процессов в реальном секторе экономики и др.

При построении такой площадки органы власти, предприятия и организации получают соответствующую поддержку и помощь в решении таких задач, как:

- стратегический маркетинг рынка;
- разработка стандартов сотрудничества;
- информирование о рынке труда;
- постпрофориентационное сопровождение;
- помощь в выборе профессии и места;
- экспертная поддержка и др.

## **5. Заключение**

В настоящей статье сделана попытка всесторонне рассмотреть подход к созданию системы с распределенной инфраструктурой для поддержки эффективного взаимодействия организаций сфер промышленного производства, науки и образования. В результате такого рассмотрения показано, что отличие такой системы от совокупности отдельных информационных систем в рассматриваемой области деятельности состоит в следующем:

- насыщенность сетевыми активными элементами, построенными на основе интеллектуальных информационных технологий, позволяющими оперативно изменять параметры взаимодействия и обработки данных;
- наличие большого количества потребителей новых знаний и компетенций в высокотехнологичных и новых производствах с постоянно изменяющимися характеристиками потребностей;
- наличие средств сбора, хранения, передачи и обработки информации с обеспечением возможности развивающегося

воздействия в реальном масштабе времени на участников с применением интеллектуальных информационных технологий;

- наличие системы управления, обеспечивающей взаимодействие участников, позволяющей адекватно реагировать на изменения оперативной ситуации на рынке услуг и продукции науки и образования во взаимосвязи с наукоемкими предприятиями;
- возможность автоматизированной (с участием сетевых экспертов) оценки текущей ситуации в сфере высшего образования и науки с воздействием на инновационные объекты с целью оптимизации процессов организации обучения, переподготовки, повышения квалификации кадров в рамках цепочки для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований, реализации опытно-конструкторских работ и др.

Перечисленные отличия диктуют актуальную необходимость создания и использования соответствующего фрактального фреймворка взаимодействия участников процесса на всех уровнях государственного и корпоративного управления, что может быть сделано на основе метода структурирования функций качества, организации сетевых экспертиз и математического моделирования.

### **Литература**

1. ЕРШОВА Т.В., РАЙКОВ А.Н., ХОХЛОВ Ю.Е. *Система мониторинга потребностей отраслей экономики в цифровых платформах и технологиях* // Информационное общество. 2020. - № 2. - С. 2-17. [Электронный ресурс]: URL: <http://infosoc.iis.ru/article/view/460> (дата обращения 23.05.2021)
2. КАЛАШНИКОВ А.О., ОСТАПЕНКО А.Г., ОСТАПЕНКО Г.А., ОСТАПЕНКО О.А., ЧАПУРИН Е.Ю. *Социальные сети и риск-мониторинг*. - М.: Горячая линия - Телеком, 2020. – 266 с.
3. *Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации. Центры коллективного пользования научным обо-*

- рудованием и уникальные научные установки [Электронный ресурс]: URL: <http://ckp-rf.ru/> (дата обращения: 23.05.2021)
4. РАКИТОВ А.И., РАЙКОВ А.Н., КОВЧУГО Е.А. *Наука, образование, инновации: стратегическое управление*. [Отв. ред. А.И.Ракитов]; Институт научной информации по общественным наукам РАН. –М.: Наука, 2007. – 228 с.
  5. *Стратегическое целеполагание в ситуационных центрах развития* / Под ред. В.Е. Лепского, А.Н. Райкова / Авторский коллектив: Авдеева З.К., Зацаринный А.А., Журенков Д.А., Ильин Н.И., Колин К.К., Лепский В.Е., Малинецкий Г.Г., Райков А.Н., Савельев А.М., Сильвестров С.Н., Славин А.Б., Славин Б.Б. – М.: Когито-Центр, 2018. – 320 с.
  6. ERESHKO F.I., KULBA V.V., MEDENNIKOV V.I. *Digital platforms clustering model*. 12th International Conference Management of Large-Scale System Development, Moscow, Russia, 2019. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2019.8911012>.
  7. GUBANOV D., KORGIN N., NOVIKOV D., RAIKOV A. *E-Expertise: Modern Collective Intelligence*. Springer. Series: Studies in Computational Intelligence, Vol. 558, 2014, XVIII, 112 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06770-43>
  8. RAIKOV A.N. *Accelerating Decision-Making in Transport Emergency with Artificial Intelligence*. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal. Vol. 5, No. 6, pp. 520-530, 2020. <https://dx.doi.org/10.25046/aj050662>
  9. RAIKOV A.N., ERMAKOV A.N., AND MERKULOV A.A. *Assessments of the Economic Sectors Needs in Digital Technologies*, Lobachevskii Journal of Mathematics, 2019, Vol. 40, No. 11, pp. 1837–1847. Pleiades Publishing, Ltd. Doi: <https://doi.org/10.1134/S1995080219110246>
  10. *The TOGAF Standard, Version 9.2 Overview*. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.opengroup.org/togaf> (дата обращения 23.05.2021)
  11. *TOGAF ADM Tools*. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.visual-paradigm.com/> (дата обращения 23.05.2021)

## INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR COLLECTIVE SCIENTIFIC RESEARCH

**Sergey Antipin**, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, junior researcher (sergey.antipin@gmail.com)

**Deryabin Bogdan**, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, expert (baga\_d@mail.ru)

**Petrov Andrey**, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, engineer (qwertyfaike@gmail.com)

**Tsependa Sergey**, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, mathematician (tsependa.s@gmail.com)

*Abstract: The paper addresses the issue of creating an appropriate information system to optimize the interaction of the participants of spheres of production, science and education for all levels of management: federal, regional, municipal and business. For this, a universal fractal framework for the interaction of organizations in the listed spheres is being formed. The framework is based on the method of quality functions deployment, which allows to close the cycle between identifying the market's need for products and services and satisfying this need with improved quality by including the services of science and education in it in a special way. A feature of the proposed approach is giving scientific and educational applications a targeted and interconnected nature, which allows to concentrate the efforts of scientific and educational organizations on adding additional value and value to products on the market. This approach makes it possible to interest venture investors, which leads to an increase in the tax base, and, accordingly, an increase in the federal budget. As a result, the resource for the development of fundamental science also grows, which does not have to be tied to the needs of the market. This paper also proposes a fragmentary example of a mathematical model for optimizing the process of interaction between participants in the spheres of production, science and education, formed on a fractal basis.*

Keywords: interaction, mathematical model, quality management, science, education, industrial production.

УДК 004.8 + 004.9

ББК 30ф

*Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии ...заполняется редактором...*

*Поступила в редакцию ...заполняется редактором...*

*Опубликована ...заполняется редактором...*