

## **FORMATION OF THE DIGITAL ENVIRONMENT OF THE INNOVATIVE-ORIENTED CLUSTER STRUCTURE**

**Irina Baranova<sup>1</sup>, Sergey Mayorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Moscow State Technological University "STANKIN"*

<sup>2</sup>*Mechanical engineering cluster of the Republic of Tatarstan*

### **ABSTRACT**

The article analyzes the processes of the digital environment formation in the innovation-oriented cluster structure. The questions of application in the transition of an innovation-oriented cluster structure to the digital production of the CALS strategy, its tools and standards, including the use of knowledge portals are considered.

The expediency of creation in the innovation-oriented cluster structure of a single information space and intellectual integration into this space of software and databases of various parts of the structure is shown.

### **KEYWORDS**

Digital economy; innovation-oriented cluster structure; digitalization of production; CALS strategy; CALS-technology; knowledge portal.

### **ABOUT THE AUTORS:**

**Baranova Irina Vyacheslavovna**, candidate of economic sciences, associate professor of the Department of Management and Informatics in Technical Systems, Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow (yar.baranow@gmail.com)

**Maierov Sergey Vasilievich**, Doctor of Business Administration, Chairman of the Board of the Machine-Building Cluster of the Republic of Tatarstan, Naberezhnye Chelny

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ КЛАСТЕРНОЙ СТРУКТУРЫ**

**Ирина Баранова<sup>1</sup>, Сергей Майоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»*

<sup>2</sup>*Машиностроительный кластер Республики Татарстан*

### ***АННОТАЦИЯ***

В статье дан анализ процессов формирования цифровой среды инновационно-ориентированной кластерной структуры. Рассмотрены вопросы применения при переходе инновационно-ориентированной кластерной структуры к цифровому производству стратегии CALS, ее инструментов и стандартов, включая использование порталов знаний.

Показана целесообразность создания в инновационно-ориентированной кластерной структуре единого информационного пространства и интеллектуальной интеграции в это пространство программного обеспечения и баз данных различных звеньев структуры.

### ***КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА***

Цифровая экономика; инновационно-ориентированная кластерная структура; цифровизация производства; стратегия CALS; CALS-технологии; портал знаний.

### ***Введение***

В настоящее время перед российской экономикой стоит задача активизации инновационных факторов, обеспечения высокой динамики развития, повышения конкурентоспособности различных субъектов предпринимательской деятельности. Для решения подобной задачи на макроуровне необходимо сформировать систему, в основе функционирования которой лежат принципы цифровой экономики [5].

Эти принципы трансформируются в систему экономических отношений, основу которой составляет переход к высокоавтоматизированным производственным системам и цифровым информационно-коммуникационным технологиям. Таким образом, ключевым фактором успешной деятельности субъектов предпринимательской деятельности в условиях турбулентной внешней среды становится ориентированность на создание и использование различных видов инноваций, цифровизацию производства.

## **1. Инновации в стратегии деятельности кластерной структуры**

Современный рынок высокотехнологичной продукции характеризуется постоянным формированием новых сегментов, появлением новых форм конкуренции. Так, например, результаты исследований, проведенных Глобальным центром цифровых преобразований бизнеса (Global Center for Digital Business Transformation) показали, что в ближайшие годы цифровая революция может вытеснить с рынка высокотехнологичной продукции до 40% субъектов, если они не подвергнутся цифровой трансформации [5]. Этот вывод касается не только рыночных аутсайдеров, но и тех структур, которые сейчас занимают лидирующее положение на рынке.

Цифровизация не ограничивается кардинальным повышением уровня автоматизации производственных систем. Она также

предполагает перенос в электронное пространство управление различными бизнес-процессами. Это означает формирование качественно новых моделей управления такими категориями, как НИОКР, спрос, предложение, документооборот и т.д. Кроме того, цифровизация экономики порождает появление новых моделей организации бизнеса, например, систем, обеспечивающих выпуск качественно новых наукоемких продуктов.

Одной из таких моделей являются инновационно-ориентированные кластерные структуры [11, 16]. В основе деятельности таких образований лежат бизнес-процессы создания и использования инноваций [18]. Во-первых, технологических, охватывающих классы продуктовых (новых продуктов) и процессных (новых технологий) инноваций. Во-вторых, организационно-управленческих, предполагающих применение новых методов организации и управления. В-третьих, ресурсных, обуславливающих обеспечение реализуемых бизнес-процессов ресурсами с новыми свойствами и показателями качества. Подобный перечень можно продолжить, включив в его состав маркетинговые, финансово-экономические и другие виды инноваций. Перечисленные нами виды инноваций образуют инновационную подсистему кластерной структуры, управление которой целесообразно осуществлять в цифровом формате.

В этом случае инновационно-ориентированные кластерные структуры должны иметь высокий уровень интеллектуального потенциала персонала. Реализация этого потенциала дает возможность, во-первых, с минимальными коммуникационными издержками интегрировать созданные или приобретенные по лицензионным соглашениям инновационные элементы в деятельность кластерной структуры, во-вторых, обеспечить переход на цифровые технологии. Это

способствует тому, что ключевыми источниками развития кластерной структуры наряду с традиционными ресурсами (финансовыми и материальными) становятся такие элементы, как информационный и человеческий капитал.

## **2. Стратегия и технологии в деятельности инновационно-ориентированной кластерной структуры**

Одним из инструментов эффективной цифровизации производства инновационно-ориентированной кластерной структуры является стратегия CALS<sup>1</sup> [6, 7]. Использование этой стратегии обеспечивает интеграцию систем управления элементами производственной среды кластерной структуры в единое информационное пространство. При практической реализации стратегии CALS инновационно-ориентированная кластерная структура использует различные группы методов, называемых CALS-технологиями<sup>2</sup> [7].

Одной из таких технологий является реинжиниринг бизнес-процессов, позволяющий кластерной структуре в рамках разработки качественно новых бизнес-процессов использовать новые методы создания технологических инноваций (например, параллельное проектирование), ориентироваться на новые методы организации труда (например, междисциплинарные рабочие группы), перейти к электронному документообороту и т.д. Собственно проведение реинжиниринга бизнес-процессов и обеспечивает ориентацию кластерной структуры на инновационную деятельность.

---

<sup>1</sup> Стратегия CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support) – создание единого информационного пространства для всех участников жизненного цикла технологической инновации.

<sup>2</sup> CALS-технологии – совокупность подходов к проектированию и производству высокотехнологичной наукоёмкой продукции, заключающихся в использовании информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла технологических инноваций.

Другая группа методов стратегии CALS охватывает технологии представления данных о создаваемых продуктовых и процессных инновациях, включая технологии представления в электронном виде данных, относящихся к отдельным бизнес-процессам жизненного цикла этих видов инноваций [15]. В эту же группу входят технологии, позволяющие осуществлять интеграцию данных в единую инновационную подсистему. В первую очередь это касается данных, относящихся к различным группам создаваемых продуктовых и процессных инноваций.

### **3. Информационные стандарты функционирования инновационно-ориентированных кластерных структур**

Поэтому в рамках использования инновационно-ориентированной кластерной структурой стратегии CALS с целью формирования цифровой среды актуальной становится задача аккумуляции информации, формирующейся в различных подсистемах структуры. На этой основе возникает возможность, во-первых, создания модели единого информационного пространства, а во-вторых, воплощения этой модели в реальной деятельности инновационно-ориентированной кластерной структуры. Для этого процессы взаимодействия подсистем в рамках всей системы управления кластерной структурой необходимо проектировать, используя совокупность стандартных интерфейсов, включая:

- функциональные стандарты, которые отслеживают организационную процедуру взаимодействия информационных подсистем кластерной структуры (например, стандарт IDEF0);
- информационные стандарты, охватывающие модели данных, используемые всеми участниками жизненного цикла создания,

освоения и использования продуктовых и процессных инноваций (например, стандарты ISO 10303 STEP<sup>3</sup>);

- стандарты на программную архитектуру, используемые для организации эффективного взаимодействия подсистем информационной среды кластерной структуры без участия человека (например, стандарт CORBA<sup>4</sup>);
- коммуникационные стандарты, регламентирующие способы передачи данных по локальным и глобальным сетям (например, Internet-стандарты).

Применяя стратегию CALS, инновационно-ориентированная кластерная структура на основе использования современных технических, программно-аппаратных средств и инфокоммуникационных технологий создает высокоавтоматизированные производственные системы [7, 10]. Подобные системы объединяют современное технологическое оборудование, робототехнику, информационные подсистемы, транспортно-накопительные устройства, подсистему ресурсообеспечения и т.д.

#### **4. Единая информационная среда как инструмент повышения эффективности функционирования инновационно-ориентированной кластерной структуры**

Необходимость решения задачи формирования единой информационной среды обуславливается тем, что в условиях цифрового производства своевременность получения достоверной информации является тем фактором, который определяет эффективность деятельности кластерной структуры, в частности, уровень и темпы роста

---

<sup>3</sup> STEP (Standard for Exchange of Product model data) – стандарт обмена данными модели продукта, позволяющий описать жизненный цикл продукта, включая технологию его изготовления и контроль качества.

<sup>4</sup> CORBA (Common Object Request Broker Architecture) – архитектура посредника объектных запросов.

производительности труда, величину текущих издержек, качество продукции, ее конкурентоспособность, а также ряд других показателей.

В свою очередь, информация выступает как динамическая форма существования знания, отчужденная от его носителя. Получив информацию, пользователь превращает ее в новые знания. Таким образом, реализация информационно-когнитивного процесса, входным ресурсом которого является информация, генерирует создание новых знаний, являющихся результатом функционирования системы управления знаниями (выходом системы). Полученное знание, являясь элементом интеллектуального капитала, может многократно использоваться для принятия решений. Поэтому одним из ключевых элементов стратегии построения интегрированной информационной среды кластерной структуры становится такая функциональная стратегия, как стратегия управления знаниями<sup>5</sup>.

Существенное повышение эффективности функционирования инновационно-ориентированной кластерной структурой в едином информационном пространстве может быть обеспечено путем интеллектуальной интеграции программного обеспечения и баз данных различных звеньев структуры [1]. Результатом подобной интеграции является единая платформа, формируемая на уровне инновационно-ориентированной кластерной структуры. Такая платформа обеспечивает обработку разнородной информации, получаемой из различных источников данных.

## **5. Порталы знаний как элемент единой информационной среды инновационно-ориентированной кластерной структуры**

---

<sup>5</sup> Управление (менеджмент) знаниями (knowledge management) – стратегия, трансформирующая все виды интеллектуальных активов в факторы, обеспечивающие рост эффективности реализации бизнес-процессов и прирост фундаментальной стоимости кластерной структуры.

Создаваемая платформа реализует не только процессы доступа к той или иной информации, но и процессы извлечения новых знаний. Результатом решения задачи извлечения знаний является получение на основе имеющейся информации неочевидных и ранее не известных зависимостей. В настоящее время перспективным подходом к решению задачи извлечения знаний выступает создание порталов знаний, формирование которых базируется на использовании Web-технологий<sup>6</sup> [14, 19].

Порталы знаний объединяют спектр информационных инструментов, интегрирующих информационные потоки в единую систему. Источником информации в портале знаний инновационно-ориентированной кластерной структуры выступает единая информационная среда. В процессе функционирования такого портала используются различные технологии управления знаниями, что обеспечивает возможность поиска и анализа информации, рассредоточенной по различным источникам.

Применение порталов знаний позволяет кластерной структуре оптимизировать расход различных видов ресурсов (в первую очередь материальных и интеллектуальных), повышая эффективность функционирования высокоавтоматизированных систем цифрового производства. Использование порталов знаний в едином информационном пространстве дает возможность инновационно-ориентированной кластерной структуре создать среду, в которой наилучшим образом обеспечивается реализация стратегии CALS. Таким образом, у инновационно-ориентированной кластерной структуры появляются перспективы повышения эффективности управления

---

<sup>6</sup> Web-технологии – технологии, предоставляющие доступ к связанным между собой документам, расположенным на различных компьютерах, подключенных к сети Internet. Позволяют создавать ссылки (гиперссылки), которые реализуют переход, как внутри исходного документа, так и на документы, находящиеся на других компьютерах сети Internet.

жизненным циклом создаваемых технологических инноваций. В этом случае управление осуществляется в рамках кибернетической системы, содержащей несколько контуров обратных связей. Подобный подход не только повышает эффективность управления, но и делает его более устойчивым к воздействию возмущающих воздействий внешней среды.

## **6. Формирование системы управления инновационно-ориентированной кластерной структурой**

Кибернетический подход к построению системы управления инновационно-ориентированной кластерной структурой приводит к тому, что система становится многоуровневой, охватывая:

- уровень управления производственными ресурсами (материальными и интеллектуальными);
- уровень управления технологическим процессом (процессными инновациями);
- уровень управления производимой продукцией (продуктовыми инновациями);
- уровень управления взаимоотношений кластерной структуры с потребителями.

Для целей управления инновационно-ориентированной кластерной структурой используются различные классы информационных систем [6]. В первую очередь применяются MES-системы (Manufacturing Execution System), предназначенные для управления производственными процессами); MRP-системы (Material Requirements Planning), охватывающие процессы планирования потребности в материалах); ERP-системы (Enterprise Resource Planning), обеспечивающие интеграцию процессов управления производством, трудовыми ресурсами, финансами и активами; PDM-системы (Product Data

Management), позволяющие управлять всей информацией о продукции; CRM-системы (Customer Relationship Management), регламентирующие процессы управления взаимоотношениями с клиентами.

Применение подобных систем повышает эффективность и результативность функционирования не только высокоавтоматизированной системы, но и деятельности инновационно-ориентированной кластерной структуры в целом. Например, в упомянутых нами ранее информационных системах единство информационного пространства означает, что данные программных приложений высокоавтоматизированной производственной системы становятся доступными в реальном времени всем подразделениям кластерной структуры [2, 3].

Кроме того, высокоавтоматизированная система должна иметь высокий уровень гибкости при изменении факторов производства, включая изменения в сфере информационных технологий. Подобное свойство предполагает возможность интеграции в систему дополнительных приложений и использования новых информационных технологий. Реализация на практике свойства гибкости по отношению к изменению инфокоммуникационных факторов обеспечивает непрерывность процессов модернизации производственной системы за счет изменения качества информационных ресурсов.

## **7. Стандартизация бизнес-процессов жизненного цикла технологических инноваций, используемых кластерной структурой**

Инструментом повышения эффективности управления инновационно-ориентированной кластерной структурой в условиях единого информационного пространства выступает стандартизация, охватывающая все уровни управления структурой и все стадии

жизненного цикла технологических инноваций. Процессы стандартизации касаются, как баз данных, так и интерфейсов, используемых подсистемами высокоавтоматизированной производственной системы.

На практике требуемый уровень стандартизации достигается за счет перехода инновационно-ориентированной кластерной структуры к интегрированным средствам поддержки распределенных приложений (Web-приложениям)<sup>7</sup> [2, 3, 14]. В едином информационном пространстве инновационно-ориентированной кластерной структуры подобные средства включаются в подсистему информационного обеспечения, охватывая клиент-серверную архитектуру информационного взаимодействия всех составляющих цифрового производства, программные средства поддержки жизненного цикла Web-приложений, а также серверы приложений.

Следствием цифровизации бизнес-процессов, реализуемых в различных сферах деятельности инновационно-ориентированной кластерной структуры, является ускорение передачи информации. Для решения этой задачи создаются высокоскоростные каналы, обуславливающие формирование распределенных вычислительных систем [3, 12]. Подобные системы представляет собой совокупность соединенных каналами связи независимых компьютеров, которые с точки зрения пользователя программного обеспечения выступают, как единая система, обеспечивающая решение общей задачи.

Формируя распределенные вычислительные системы, кластерная структура должна исключить возможные коммуникационные барьеры между участниками жизненного цикла технологических инноваций,

---

<sup>7</sup> Распределенное приложение (Web-приложение) представляет собой территориально-распределенную многопользовательскую программную информационную систему, функционирующую с использованием клиент-серверной технологии.

например, несовместимость программного обеспечения, используемого в различных информационных подсистемах кластерной структуры. Развивая распределенные вычислительные системы и адаптируя их к потребностям конкретного цифрового производства, кластерная структура формализует все компоненты системы в виде соответствующих подсистем, представляющие собой Web-службы<sup>8</sup> [19].

Подобные подсистемы интегрируются в систему управления более высокого уровня. Это касается, как элементов программного обеспечения различных звеньев инновационно-ориентированной кластерной структуры, так и сетевых ресурсов структуры в целом (например, хранилищ данных).

## **8. Организация взаимодействия гетерогенных систем в едином информационном пространстве инновационно-ориентированной кластерной структуры**

Для организации эффективного управления высокоавтоматизированной производственной системой инновационно-ориентированной кластерной структуры, функционирующей в условиях единого информационного пространства, целесообразно ориентироваться на стандарты, рекомендуемые в стратегии CALS, включая такие стандарты, как CORBA и OLE/COM<sup>9</sup> [13, 17]. Если кластерная структура представляет собой большую или сложную систему, то она охватывает значительное число подсистем, созданных на различных информационных платформах. Подобные классы систем, объединяющие подсистемы, построенные на различных

---

<sup>8</sup> Web-служба – идентифицируемая унифицируемым идентификатором ресурса программная система со стандартизованными интерфейсами.

<sup>9</sup> OLE/COM (Common Object Request Broker Architecture / Component Object Model) – связывание и включение объектов / компонентная модель объектов

информационных платформах, будет представлять собой гетерогенные системы.

Использование стандартов CORBA и OLE/COM [8, 9] дает возможность на уровне инновационно-ориентированной кластерной структуры решить задачу организации взаимодействия гетерогенных подсистем. Кроме того, применение этих стандартов при построении единой информационной среды инновационно-ориентированной кластерной структуры позволяет обеспечить гибкость архитектуры программных приложений, реализующих различные задачи управления.

### *Заключение*

Таким образом, формирование цифровой среды дает возможность повысить эффективность функционирования кластерной структуры. В инновационно-ориентированной кластерной структуре, осуществляющей реализацию инноваций в производственной сфере и использующей высокоавтоматизированные организационно-производственные звенья, это достигается за счет разработки интегрированной системы управления.

Подобная система, реализуя совокупность CALS-технологий, позволяет управлять совокупностью бизнес-процессов, протекающих в различных сферах деятельности инновационно-ориентированной кластерной структуры. Рассмотренные в статье подходы к организации цифровой среды дают возможность воплотить на практике совокупность мероприятий, повышающих эффективность функционирования кластерной структуры. Это касается таких мероприятий, как создание порталов знаний, интеллектуализация и стандартизация программного обеспечения и баз данных и т.д.

#### ИСТОЧНИКИ:

1. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / В.В. Корнеев, А.Ф. Гареев, С.В. Васютин, В.В. Райх. — М.: Нолидж, 2000. — Т.1, 352 с.
2. Баранова И.В. Управление предприятием на основе интегрированных средств поддержки распределенных баз данных. // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института), 2013, № 1, с. 95 – 108.
3. Баранова И.В. Управление производственными объектами в распределенном информационном пространстве // В кн.: Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты / Материалы II Международной научно-практической конференции. Новосибирск: НГТУ, 2012. — с. 106 – 110.
4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с.
5. Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении: учебное пособие / С.Г. Селиванов, А.Ф. Шайхулова, С.Н. Поезжалова и др. Уфа: УГАТУ, 2016. — 260 с.
6. Информационно-вычислительные системы в машиностроении: CALS-технологии / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, В.В. Павлов, А.В. Рыбаков - М.: Наука, 2003. — 292 с.
7. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е.В. Суворов, А.И. Левин, А.Н. Давыдов, В.В. Барабанов. М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002. — 153 с.
8. Москалев А.А. CORBA в промышленных приложениях // Мир компьютерной автоматизации. Вып. 5, 2001. — с. 60-62.

9. *Оберг Р.* Технология COM+. Основы и программирование / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2001. — 480 с.
10. *Пестрецов С.И.* CALS-технологии в машиностроении: Основы работы в CAD/CAE-системах: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. — 104 с.
11. Приказ Минэкономразвития России от 27 июня 2016 года № 400 «О приоритетном проекте Минэкономразвития России «Развитие инновационных кластеров – лидеров инвестиционной привлекательности мирового уровня».
12. *Радченко Г.И.* Распределенные вычислительные системы: Учебное пособие. Челябинск: Фотохудожник, 2012. — 184 с.
13. *Слама Д., Гарбис Д., Рассел П.* Корпоративные системы на основе CORBA / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2000. — 368 с.
14. *Столбовский Д.Н.* Основы разработки Web-приложений на ASP.NET. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 304 с.
15. *Таненбаум Э., М. ван Стеен.* Распределенные системы. Принципы и парадигмы. С-Пб.: Питер, 2003 г. — 880 с.
16. *Тарасенко В.* Территориальные кластеры: Семь инструментов управления. М.: Альпина Паблишер, 2015. — 201 с.
17. *Хильер С.* Создание приложений COM+ в среде Visual Basic. Руководство разработчика. М.: Вильямс, 2001. — 416 с.
18. *Чесбро Г.* Открытые инновации. Создание прибыльных технологий / Пер. с англ. — М.: Поколение, 2007. — 336 с.
19. *Шемелин В.К., Ульянычев М.Н.* Роль WEB-сервисов в разработке приложений в распределенной среде. М.: Объединенный научный журнал, № 29, 2004. — с. 73-74.

**Об авторах:**

**Баранова Ирина Вячеславовна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и информатики в технических системах, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва (yar.baranow@gmail.com)

**Майоров Сергей Васильевич**, доктор делового администрирования, Председатель Правления Машиностроительного кластера Республики Татарстан, г. Набережные Челны