

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ОНТОЛОГИИ

*А.П. САВЧЕНКО, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общего, стратегического, информационного менеджмента и бизнес-процессов, Кубанский государственный университет
e-mail: savchenap@yandex.ru*

Аннотация

В статье исследуется сетевой характер инновационной деятельности, показана роль информационного обеспечения в системе управления инновационным развитием, построена информационная онтологическая модель инновационного процесса. Предложенная модель информационного обеспечения позволит повысить эффективность и результативность инновационной деятельности, обеспечит доведение инновационных идей до стадии промышленного производства и коммерциализации.

Ключевые слова: инновационная экономика, информационно-документационное обеспечение, информационная инфраструктура, сетевая модель, онтология.

Важнейшим элементом любой инновационной системы выступает ее информационная инфраструктура. От качества информационного обеспечения существенно зависит эффективность производства инноваций. При этом каждый этап инновационного процесса сопровождается решением ряда специфических задач, поэтому для построения модели информационного обеспечения необходимо определить структуру инновационного процесса.

В рамках работ по систематизации и структурированию предметной области инноваций исследователями предложено большое число классификаций инноваций и инновационных структур. Например, в работах П. Мейерса и

Ф. Такера инновации делятся на радикальные и рутинные [7], в трудах Д. Уттербека – на эволюционные и революционные [6]. Р. Ченди и Дж. Теллис выделяют следующие типы инноваций: пошаговые, радикальные, маркетинговые прорывные и технологические прорывные [8]. Всего существует более 30 классификаций инновационных структур, многие из которых, впрочем, в значительной степени повторяют друг друга [6].

Эволюционный анализ моделей инновационного процесса одним из первых провел Р. Росвелл в работе [9]. Позже эти модели были неоднократно описаны в научных статьях, в том числе на русском языке [2]. В данной работе мы отметим лишь отличительные черты каждого поколения моделей.

Классические и неоклассические линейные модели инновационного процесса основаны на принципе деления инновационного процесса на последовательные этапы. Так, в моделях первого поколения (G1 – модели «технологического толчка») в качестве источника инноваций рассматривались фундаментальные научные исследования, и они же являлись первым этапом создания инноваций.

В моделях второго поколения (G2 – модели «рыночного притяжения») акцент смещен на анализ потребностей рынка, и, соответственно, первым этапом создания инноваций выступают маркетинговые исследования и определение запросов рынка.

В «сопряженных моделях» третьего поколения G3 [9] сделана попытка объединить рассмотренные ранее источники инноваций с помощью интерактивных моделей с обратными

ми связями. Первым этапом процесса становятся одновременно научные исследования и изучение потребностей рынка. В этих моделях заложены элементы сетевого взаимодействия участников процесса, которые позже получили развитие в «интегрированной модели» (G4), где совершен переход от последовательного к параллельному выполнению работ в рамках процесса создания инноваций. Особое внимание в моделях G4 уделяется тесному взаимодействию всех участников инновационного процесса (научные, технологические, маркетинговые и финансовые подразделения).

Результаты научных исследований и опыт крупнейших компаний позволяют утверждать, что ни результаты НИОКР, ни потребности рынка сегодня нельзя рассматривать как основную и тем более единственный источник инноваций. Современные технологии производства товаров и услуг достигли того уровня, при котором удовлетворены практически все известные потребности рынка. По аналогии с кризисом перепроизводства товаров и услуг можно говорить о кризисе перепроизводства идей. Сложилась ситуация, в которой потребители уже не могут сформулировать новые, еще не удовлетворенные потребности и сформировать запрос на инновации. Поэтому производителю приходится самому генерировать идеи, затем находить способы и технологии их реализации и в конце концов формировать у покупателя потребность в этой новой технологии как полезной и необходимой.

В пятом поколении моделей (G5) инновационного процесса особое внимание уделяется использованию инфокоммуникационных технологий для повышения эффективности внутренних и внешних связей компании. Информационная инфраструктура – важный элемент данных моделей, поскольку информация рассматривается как ключевой фактор успеха инновационного процесса [2].

Подводя промежуточный итог, следует отметить существенный недостаток моделей первых поколений – отсутствие в них институциональных факторов, инновационной деятельности (регулирующих органов, социальных институтов, венчурных финансовых институтов др.), которые не участвуют в ней непосредственно, но существенно влияют на ее эффективность.

Эволюция моделей инновационного процесса органично отражает усложнение социально-экономических систем, в которых этот процесс протекает. Каждая последующая модель не отрицает, а поглощает предыдущие модели. Перспективные модели шестого поколения должны давать более общее, универсальное описание процесса производства инноваций в современной экономике.

Анализ ключевых положений современных социально-экономических теорий макро- и микроуровня в области инноваций (теории информационного общества, экономики знаний, инновационных экосистем, интеллектуальной корпорации и др.) позволяет сделать ряд довольно очевидных, но важных заключений:

- в стратегической перспективе деятельность любой организации должна быть инновационной; инновации – единственный источник устойчивых конкурентных преимуществ, которые необходимы для достижения стратегических целей;

- главным источником инноваций в любой организации выступает ее интеллектуальный капитал, ключевые элементы которого – корпоративная память, социальный, технологический и клиентский капитал [5];

- ключевым стратегическим ресурсом организации служат формальные и неформальные знания, которые требуют не меньших, а со временем и больших инвестиций в развитие, чем другие виды ресурсов;

- по мере укорачивания жизненного цикла продукта в результате частой смены технологий, успех компании все в большей степени зависит от способности создания и управления знаниями;

- центр тяжести в инновационном процессе смещается от материального производства к информационному (интеллектуальному), а в перспективе – к духовному [4]; как следствие, постоянно возрастает роль информационно-документационного обеспечения информационных и знаниевых процессов;

- динамичность и неопределенность внешней среды, в которой функционируют современные компании, делает неактуальными линейные модели создания инноваций, а значит, и осуществления деятельности компании вообще.

С учетом всего сказанного инновационная деятельность в современной экономической науке рассматривается не как линейный процесс, а как сетевая структура, непрерывно производящая знания и порождающая инновации. Инновационный процесс может быть представлен как набор рекурсивных и перекрывающихся друг друга эпизодов-сценариев осознания новых идей, выбора определенных идей и их реализации [10]. Кроме того, инновации не должны рассматриваться как изолированный процесс в отрыве от процессов стратегического управления, производственных и маркетинговых бизнес-процессов. Инновации органически интегрированы во все процессы организации. Можно сказать, что создание инновации – это вообще не отдельный процесс, а характеристика бизнес-процессов организации в целом.

Распространенный сегодня процессный подход к управлению, базирующийся на использовании моделей и методов из области исследования операций, не соответствует содержанию инновационной деятельности. Создание инноваций связано с достижением уникальных целей и в этом смысле является проектно-ориентированной деятельностью, для описания которой больше подходят сетевые модели и инструменты сетевого планирования [1].

В связи с этим можно сформулировать следующие ключевые особенности моделей инновационной деятельности шестого поколения (6G):

- 1) стратегическое сетевое взаимодействие участников процесса;
- 2) децентрализованный характер инновационной деятельности;
- 3) асинхронное параллельное выполнение процессов в рамках инновационной деятельности;
- 4) существование множества нелинейных сценариев развития инновационного процесса.

Оригинальный функциональный подход к классификации коллаборативных инновационных сетей, основанный на системном анализе и кластеризации более чем 500 реальных сетей, предложен в работе [6] (см. таблицу).

В работе [10] выделены ключевые стратегические элементы и особенности сетевых

моделей инновационного процесса, среди которых особо отметим:

- фокусирование на нематериальных активах как на главных ресурсах предприятия и особенно на скрытых знаниях;
- разработку механизмов идентификации, измерения, управления нематериальными активами;
- создание эффективных механизмов обмена внутренними и внешними знаниями.

Таким образом, в процессе эволюции структурных и функциональных моделей инновационных процессов наметилась тенденция перехода к неформальным сетевым структурам обмена знаниями и компетенциями. В рамках этого подхода в оборот вводится термин «инновационно-проводящие сети», предполагающий активное неформальное взаимодействие субъектов сети и многовариантности каналов движения инновационной идеи [2].

Для моделирования подсистемы информационно-документационного обеспечения инновационной деятельности мы используем подход на базе онтологии предметной области. В данной работе термин «онтология» понимается в том смысле, как он применяется в информатике и искусственном интеллекте, – набор представительских примитивов, с помощью которых моделируется какая-либо предметная область знания. В качестве таких примитивов обычно выступают классы (или множества), атрибуты (или свойства), и отношения (или связи между членами класса). Определение представительских примитивов включает информацию об их семантическом значении и логические ограничения на их использование в предложениях.

В теории информационных систем онтология рассматривается как семантический уровень абстракции модели данных. Онтологии описываются на языках, которые абстрагированы от конкретных структур данных и методов их реализации и, как следствие, ближе по выразительной силе к логике первого порядка, чем языки моделирования баз данных.

Для представления онтологии информационной среды генерации инноваций зададим формализм, обеспечивающий описание понятий предметной области и семантических связей между ними. Онтология O предметной области задается кортежем:

Функциональная классификация инновационных сетей

Класс инновационных сетей	Описание класса	Элементы сети
Креативный	Организации, которые собирают инновационные идеи непосредственно через совместное творчество или краудсорсинг.	Онлайн-платформы Инновационные и проектные коллективы Инновационные конкурсы
Способствующий	Пространства или организации, которые предоставляют платформу для творческой деятельности	Коворкинги, пространства совместной работы Бизнес-инкубаторы, акселераторы
Стимулирующий	Вдохновляющие организации или мероприятия, которые сподвигают людей к инновациям	Культурно-образовательные центры, научные музеи Выставки и фестивали Стартап-конференции
Продукционный	Сети, которые помогают инноваторам использовать правильные инструменты и работать более эффективно	Креативные коллаборации Грантовые программы Коммуникационные платформы
Образовательный	Организации, которые готовят научно-исследовательскую базу для инноваций и их интеграции	Университеты и их дочерние организации Независимые образовательные организации
Ассоциативный	Сетевые платформы, объединяющие людей и обеспечивающие междисциплинарные связи	Профессиональные объединения (союзы) Профессиональные коммуникативные сети
Корпоративный	Предпринимательские инициативы по внедрению инноваций в социально полезные продукты или услуги	Крупные компании, реализующие инновационные проекты Инновационные средний и малый бизнес Инновационные «дочки» корпораций

Источник: разработана автором по [6].

$$O = \langle C, E, R \rangle,$$

где $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ – непустое множество классов; каждый класс описывает множество однотипных реальных или виртуальных сущностей E , для которых можно выделить общую структуру и характерное поведение;

$E = \{E_1, \dots, E_b\}$ – множество сущностей – экземпляров классов; каждая сущность имеет структуру и поведение, характерное для определенного класса (классов);

$R = \{R_1, \dots, R_d\}$ – множество несимметричных, нерелексивных, нетранзитивных отношений на множестве классов C ,

отражающих связи различной природы между элементами онтологии.

Множество отношений включает следующие подмножества специфических типов отношений:

– Rp – несимметричные, антирефлексивные, транзитивные отношения типа «часть – целое» (part of);

– Rk – несимметричные, антирефлексивные, транзитивные отношения типа «частное – общее» (kind of);

– Rs – симметричные, рефлексивные, транзитивные отношения типа «синоним» (known as);

– Ra – прочие семантические отношения между классами.

Структура класса определяется с помощью кортежа $C = \langle n, S, M, D, RS \rangle$, где n – имя класса, которое служит его уникальным идентификатором; $S = \{s_1, \dots, s_m\}$ – набор свойств (атрибутов) класса; $M = \{m_1, \dots, m_z\}$ – набор методов класса; $D = \{d_1, \dots, d_n\}$ – множество значений атрибутов (доменов); RS – множество ограничений, накладываемых на значения атрибутов

Набор свойств S^k класса C_k формируется из множества имен n классов, для которых заданы отношения с классом C_k : $n^i \in C_i \in \tilde{C} \subseteq C$, причем $\tilde{R} \subseteq C_k \times \tilde{C}$, $\tilde{R} \neq \emptyset$. При этом $\tilde{R} \cap Rk = \emptyset$, т.е. отношения типа «частное – общее» не отражаются в качестве атрибутов сущности. Значениями свойств могут быть либо имена классов и сущностей, либо значения из множества доменов D .

Сущность имеет следующую внутреннюю структуру: $E = \langle n, C', A, T, D \rangle$, где n – имя сущности, которое служит ее уникальным идентификатором в пределах онтологии;

$C' \subseteq C$ – подмножество классов, экземпляром которых является сущность;

$A = \{s_1, \dots, s_n \cup a_1, \dots, a_k\}$ – набор атрибутов сущности, складывающийся из унаследованных свойств класса s_i и индивидуальных свойств сущности a_i .

T – множество стандартных типов атрибутов;

$D = \{d_1, \dots, d_n\}$ – множество значений атрибутов (доменов).

В работе [3] предлагается методика построения онтологии для моделирования проектного подхода к управлению сложными системами на базе так называемой модели Аристотеля (сущность \rightarrow свойство \rightarrow отношение), которая по сути очень близка к распространенной в настоящее время объектно-ориентированной методике моделирования систем. Мы используем эту методику для моделирования информационной инфраструктуры инновационного процесса. К основным элементам онтологии относятся прежде всего классы – субъекты и объекты инновационной деятельности, а также связи между ними:

– субъекты (укрупненно): научные центры (C_1), бизнес-структуры (C_2), общественные институты (C_3), властные институты (C_4), фи-

нансовые институты и научные фонды (C_8), бизнес-инкубаторы (C_9);

– объекты (укрупненно): объекты интеллектуальной деятельности (C_5), инновационные продукты (C_6), инновационные проекты (C_7) и др.

Связи между классами лингвистически можно описать простым предложением вида «Класс А имеет связь с классом В», которому соответствует синтаксическая формула: «Субъект + Предикат + Объект». Правила выделения субъектов и объектов отношения подробно описаны в работе [6].

Фрагмент множества бинарных отношений R , заданного для указанных классов в виде матрицы приведен на рисунке.

Интересно, что класс C_5 «объект интеллектуальной собственности» не участвует в роли субъекта ни в одном отношении. Это говорит о том, что в рамках приведенного фрагмента этот класс является полностью независимым. В то же время класс C_4 «властные институты» не имеет ролей объекта отношений, т.е. участвует только как активная сторона взаимодействия, субъект влияния.

Использование описанного подхода к моделированию инновационной деятельности позволит избежать проблем закрытых информационных систем, которые необходимо перепрограммировать при любом изменении модели. Подход на базе открытой онтологии позволит вносить изменения и дополнения в модель без изменения функциональных подсистем. Подобная автономность процедурной и декларативной частей ИС ПИД достигается за счет высокой степени формализации и абстрагирования при онтологическом описании предметной области.

Наличие возможности описания свойств объектов и классов позволит перейти к дальнейшей детализации онтологии, а именно – к созданию и описанию процессов, составляющих инновационную деятельность. Процесс представляет собой не просто единичный концепт онтологии, а последовательность изменений состояний взаимосвязанных объектов [3]. Таким образом, в результате построения онтологии мы получаем не статичную модель, описывающую этапы процесса или алгоритм его выполнения, а динамическую исполняемую модель инновационной деятельности, отражающую взаимодействие

Субъекты отношений	Объекты отношений									
	Классы	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
C_1						R_{15}		R_{17}		
C_2						R_{25}	R_{26}	R_{27}		
C_3							R_{36}			
C_4	R_{41}	R_{42}	R_{43}						R_{48}	
C_5										
C_6						R_{65}				
C_7						R_{75}	R_{76}			
C_8								R_{87}		
C_9								R_{97}		

Матрица бинарных отношений онтологии «Инновационная деятельность» (фрагмент): R_{17}, R_{27} – «реализует», R_{25}, R_{36} – «потребляет», R_{15}, R_{26}, R_{76} – «создает», $R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{48}$ – «регулирует деятельность»; R_{65} – «создана на основе»; R_{75} – «использует»; R_{87} – финансирует; R_{97} – «обеспечивает реализацию»

объектов, обладающих определенными свойствами, и соответствующую шестому поколению моделей инновационного процесса.

Такой подход позволяет эффективно моделировать структуру информационного обеспечения инновационной деятельности. Каждое отношение, представленное на рисунке, реализуется на практике в виде некоего процесса (производственного, управленческого, обеспечивающего и др.). В свою очередь, каждый процесс потребляет и/или генерирует определенный набор документов и других информационных ресурсов. Таким образом, построенная онтология выступает семантическим каркасом, определяющим структуру информационного обеспечения инновационной деятельности.

Дальнейшая детализация онтологии до уровня отдельных процессов инновационной деятельности позволит выстроить не только статическую, но и динамическую процессную модель системы информационно-документационного обеспечения, включая маршруты движения и сроки исполнения документов.

Таким образом, онтологическое моделирование обеспечивает возможность реализации системного подхода к проектированию инно-

вационных систем, включая подсистему информационного обеспечения.

Библиографический список

1. Жихарев К.Л. Содержание и структура инновационного процесса // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2010. №3 (15).
2. Зарайченко И.А. Перспективные модели инновационно-проводящих сетей создания новых полимерных и композиционных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 9. С. 759–767.
3. Методы и средства построения онтологий для визуализации связанных информационных объектов произвольной природы в сложных информационно-аналитических системах / Матюшин М.М. [и др.] // Информационно-управляющие системы. 2014. №2. С. 9–17.
4. Пилипенко Е.В., Баталов Ю.В. Духовное производство как основа новой экономической теории // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2013. № 1. С. 8–12.
5. Савченко А.П., Пеганов А.В. Генетический подход к управлению интеллектуальным ка-

питалом организации // Экономика и предпринимательство. 2015. №12–1. С. 677–681.

6. *Celik S., Joore P., Brezet H.* Towards a functional categorization of collaborative social innovation networks // What's on: cultural diversity, social engagement and shifting education: Spring Cumulus Conference. Aveiro, 2014.

7. *Meyers P. W., Tucker F. G.* Defining roles for logistics during routine and radical technological innovation // Journal of the Academy of Marketing Science. 1989. Т. 17, № 1. С. 73–82.

8. *Chandy R. K., Tellis G. J.* The incumbent's curse? Incumbency, size, and radical product innovation // Journal of marketing. 2000. Т. 64, № 3. С. 1–17.

9. *Rothwell R.* Towards the fifth-generation innovation process // International Marketing Review. 1994. Vol. 11, № 1. P. 7–31.

10. *Swan J., Newell S.* Innovation process of four episode // Linking knowledge management and innovation. 2000. Vol. 1. P. 591–598.