

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВОРОНКОЙ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ¹

INNOVATION COMMERCIALIZATION FUNNEL MANAGEMENT MODEL²

N. Tsygankov
A. Petrunina
A. Moskalev

Summary. As part of the study, the existing approaches to modeling innovation processes were analyzed. It was found that for the implementation of innovations in the current conditions of instability and volatility of economic systems, the most appropriate model is the innovation funnel model. A mathematical model was developed and proposed, which includes the main control parameters. By adjusting these parameters, the result of the entire innovation process is maximized, rather than individual stages or participants.

For the proposed model of innovation management, a map of the distribution of responsibility of various subjects of the innovation infrastructure by stages of the funnel has been developed.

Keywords: innovation processes, commercialization, digitalization.

Цыганков Никита Сергеевич

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский
федеральный университет»
syganikita@yandex.ru

Петрунина Анастасия Эдуардовна

Старший преподаватель, ФГАУ ВО «Сибирский
федеральный университет»
kafedra_efit@bk.ru

Москалев Александр Константинович

К.ф.-м.н., доцент, ФГАУ ВО «Сибирский федеральный
университет»
ak_moskalev@mail.ru

Аннотация. В рамках исследования были проанализированы существующие подходы к моделированию инновационных процессов. Было установлено, что для осуществления инноваций в современных условиях нестабильности и волатильности экономических систем наиболее подходящей моделью является модель воронки инноваций. Была разработана и предложена математическая модель, включающая в себя основные параметры управления. Регулируя эти параметры, достигается максимизация результата всего инновационного процесса, а не отдельных этапов или участников.

Для предложенной модели управления инновациями разработана карта распределения ответственности различных субъектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки.

Ключевые слова: инновационные процессы, коммерциализация, цифровизация.

В условиях современной экономики, когда традиционные рынки исчерпали возможности для роста, наиболее перспективным путем развития признается путь постоянного выведения инноваций на рынок. При этом существующие национальные инновационные системы функционируют в условиях VUCA-мира, сформировавшегося под влиянием цифровизации и доминирующей роли информации. В таких условиях для венчурных компаний, которые берут на себя функцию реализации инновационного процесса и доведения инноваций до рынка, повышаются риски и, следовательно, усложняются процессы управления и принятия решений. Поэтому для малых компаний и исследовательских коллективов принципиально важной является поддерж-

ка со стороны различных объектов инновационной инфраструктуры, которые, в конечном итоге являются ключевыми элементами в создании и коммерциализации инноваций. Таким образом, эффективность всего инновационного процесса определяется эффективностью функционирования объектов инновационной инфраструктуры. Именно эти факторы обуславливают необходимость построения моделей инновационных процессов с целью наиболее эффективного управления, поддержки принятия решений и формирования систем мониторинга и контроля.

В этой связи представляется актуальным вопрос формирования модели управления инновационным

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90023

² The reported study was funded by RFBR, project number 19-37-90023

процессом, который с учетом специфики отрасли, структуры и параметров функционирования инновационной инфраструктуры позволит достичь максимальной результативности инноваций. Поэтому поставленная цель исследования заключается в анализе существующих подходов реализации инновационных процессов и формирование модели его управления с целью максимизации результата.

Инновационный процесс представляет собой совокупность связанных мероприятий по созданию, отбору и коммерциализации инноваций, охватывающий весь жизненный цикл инновации [1]. Появление теории инновационного процесса датируется 1950 годами, а ее развитием занимались такие исследователи как Й. Шумпетер, А. Беркхаут, Д. Бинси, Г. Керрути, Г. Чесбро, Р. Купер, Р. Росвелл, К. Фримен, Н. Розенберг, Д. Тидд, Р. Маринова, Галанакис и др.

В своем развитии модели инновационного процесса претерпевали изменения в зависимости от того, какие источники инновационных идей являются доминирующими, в какой последовательности осуществляются этапы инновационного процесса и как они структурированы, а также какие ограничения имеются для каждого этапа. Рассматривая эти изменения в совокупности, можно выделить пять различных поколений моделей [2, 3]:

- ◆ линейные модели «технологического вытеснения». Модели предполагают работу с любыми инновациями, создаваемыми научным сектором;
- ◆ линейные модели «рыночного вытягивания». Источником инноваций в данном случае является потребность рынка, которая при возникновении реализуется научным сектором;
- ◆ линейные модели с обратными связями. Источником инновационных идей в данном случае могут выступать как рыночная потребность, так и научный сектор, но при этом структура допускает обмен информацией между субъектами и возврат инновации на более раннюю стадию в случае необходимости;
- ◆ интеграционные модели. Модели предполагают непрерывное параллельное выполнение большинства стадий инновационного процесса с постоянным обменом данными, их согласованием, и корректировкой взаимных действий;
- ◆ сетевые модели. В моделях значительно расширены границы инновационного процесса, включая в цепочку всех акторов инноваций (потребители, поставщики, конкуренты, подрядчики и другие).

Однако данные модели, являясь традиционными и относительно жесткими структурами, в 21 веке перестали отвечать запросам современного рынка, так

как не позволяют адаптироваться и изменяться вместе с изменениями окружающей среды. Все это приводило к низкой скорости реализации инноваций и, как следствие, снижению их эффективности. Распространение венчурного капитала, новых информационных технологий, и увеличение объемов доступных для обработки данных о внешних средах диктовало необходимость формирования новых подходов к осуществлению инновационных процессов.

Например, в работе [4] были предложены две модели шестого поколения:

- ◆ концепция открытых инноваций как модель осуществления инновационного процесса, расширяющая границы сетевых моделей за счет межотраслевого взаимодействия;
- ◆ модель расширенных инновационных сетей. Модель, в отличие от традиционных сетевых моделей, включает в себя все возможные взаимодействия электронной среды инновационных организаций.

В работе других авторов [5] представлен расширенный взгляд на инновационный процесс и предложена циклическая модель, детально описывающая контрольные точки, определяющие потенциал инновации с точки зрения дальнейшего развития. Модель включает все стадии жизненного цикла инноваций, а также фокусируется на всех типах инноваций. При этом ведущая роль в модели отводится источникам информации, обеспечивающим формирование новых знаний.

Особого внимания в моделях инновационного процесса в рамках исследования заслуживает порядок отбора и отсева инноваций при их коммерциализации, который имеет общие характеристики в нелинейных моделях, отличаясь только количеством этапов отсева инноваций. Таким образом, поток инноваций проходит через инновационный процесс, представляющий собой воронку, отсеивающую те из них, которые имеют наименьший потенциал или вероятность успешной коммерциализации. При этом воронки могут быть представлены на любом уровне инновационной системы. Основоположниками концепции воронки инноваций являются С. Уилрайт и С. Кларк [6]. Схематично воронка инноваций представлена на рисунке 1.

Как указано на рисунке 1, на входе в воронку поступают инновации на начальной стадии жизненного цикла (идеи), представляющие собой множество S_i . Каждая инновация обладает внутренним состоянием, характеризующимся вектором параметров X . На входе в воронку установлен входной барьер, представляющий собой совокупность требований к инновации Y_i . Множество инноваций K_i , внутреннее состояние (X) которых

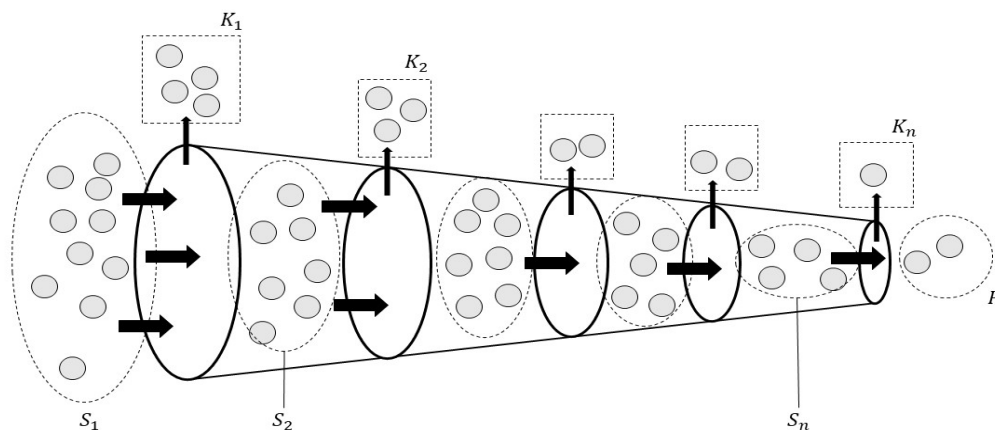


Рис. 1. Общий вид воронки инноваций, закрашенными кругами обозначены инновации

не удовлетворяет требованиям Y_1 , выводятся из воронки, а остальная часть в виде множества $S_2 \subset S_1$ поступает на первый этап. После этого, в рамках прохождения этапа внутреннее состояние X каждого элемента множества инноваций S_2 трансформируется. При прохождении следующего барьера осуществляется очередная проверка соответствия состояний элементов множества S_2 требованиям Y_2 , при этом все не отвечающие требованиям инновации вытесняются из воронки. Данная процедура повторяется n раз в соответствии с количеством этапов воронки. На выходе воронки инноваций формируется множество инноваций P , при этом соблюдается требование $P \subset S_1$, а внутреннее состояние каждого элемента (X) соответствует совокупности требований Y_1, Y_2, \dots, Y_n .

Некоторые исследователи [7] дополнительно выделяют вспомогательную воронку, направленную на работу с радикальными инновациями, что требует формирования механизма отбора, обеспечивающего их выявление. При этом воронка инноваций может интегрироваться с другими подобными моделями как на входе, так и выходе. Например, в работе [8] рассмотрен пример интеграции воронки инноваций с воронкой технологий, направленной на формирование проектов проведения опытно-конструкторских работ, доказывающих возможность практической реализации. Выход воронки технологии подается на вход воронки инноваций, в рамках которой уже разрабатывается прототип и осуществляется запуск процесса коммерциализации.

Количество этапов в воронке инноваций может отличаться в зависимости от жесткости мониторинга и отбора инноваций. Общим является выделение трех крупных стадий:

- ◆ поиск/анализ. Проводится оценка концепции инновации и ее перспектив, поиск партнеров, анализ рынка и т.д. Ключевым требованием является подтверждение целесообразности дальнейшего создания и коммерциализации инновации;
- ◆ разработка. Ключевое требование для прохождения стадии — наличие плана коммерциализации;
- ◆ применение/коммерциализация. Является завершающей стадией, при которой осуществляется вывод инновации на рынок и ее распространение.

Переход между стадиями характеризуется качественным изменением вектора требований, или даже расширением этого списка.

Однако, при декомпозиции укрупненных этапов на более мелкие стадии, наблюдается отсутствие единого подхода и понимания критериев разделения. Так, исследователи [9] делят 3 крупных стадии на 10 этапов, основывающихся на концепции уровня готовности технологии (TRL), включая цели и критерии прохождения уровней. Другой подход [10], рассмотренный на примере шахтерской компании, предполагает выделение этапов на основе ключевых результатов деятельности инновационной компании, таких как поиск подрядчиков для НИОКР, лицензирование, получение инвестирования и др.

Кроме того, в зависимости от поколения модели инновационного процесса, воронка инноваций претерпевает структурные изменения. Для выработки общей модели и использования ее в качестве основы процесса функционирования инновационной инфраструктуры,

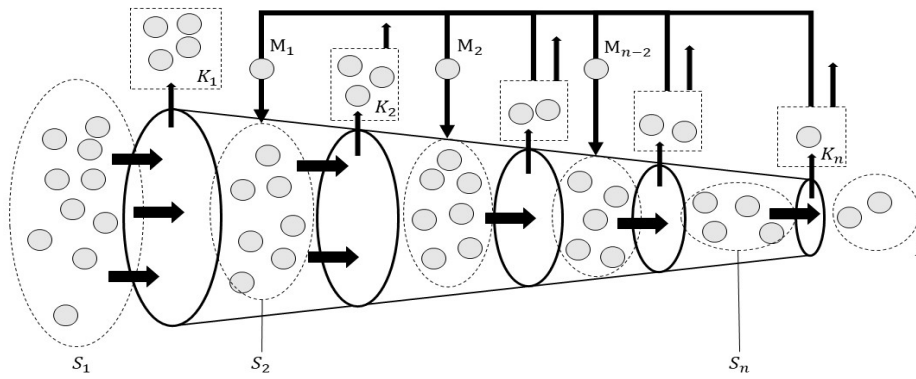


Рис. 2. Воронка инноваций с обратными связями, закрашенными кругами обозначены инновации

необходимо определить все возможные структурные изменения.

Линейные модели инновационного процесса «Технологическое выталкивание» и «Рыночное вытягивание» не требуют изменений в воронке инноваций, представленной на рисунке 1. Воронка позволяет работать с любыми источниками инноваций, а их прохождение по воронке предполагает однонаправленное движение.

Воронка инноваций, учитывающая итерационную модель инновационного процесса, должна предусматривать возможность возврата инноваций на предыдущие этапы в том случае, если переход инновации на следующий уровень требований с текущими параметрами невозможен. На рисунке 2 представлена воронка инноваций с обратными связями.

Отличием воронки инноваций с обратными связями является наличие возникающего при проверке требованиям (Y) множества M, суммируемого с множеством S соответствующего этапа воронки, в которую направлена обратная связь, за исключением входа (множество S1). При этом вне зависимости от того, на какой этап осуществляется возврат, инновация должна заново пройти проверку требований (Y) каждого этапа, и подвергнуться очередным изменениям в рамках этих этапов. Однако, данное представление воронки требует формирования дополнительных условий, определяющих возможность инновации вернуться на более ранний этап. В качестве таких условий можно предложить общее время нахождения инновации в воронке и предельное отклонение состояний инноваций (X) от требований (Y).

Интеграционная и сетевая модели инновационного процесса, как и предлагаемые модели шестого

поколения, предусматривают возможность разнонаправленного взаимодействия инноваций между собой и расширение точек входа в воронку. Последнее возможно в случаях, когда осуществляется передача инноваций из одной воронки в другую вне зависимости от ее уровня. В результате модификаций воронка инноваций будет иметь вид, представленный на рисунке 3.

Множество U характеризует вход в воронку внешних инноваций, которые, в зависимости от стадии жизненного цикла, поступают на соответствующий переход. В рамках вхождения в воронку инноваций осуществляется оценка соответствия параметров внутреннего состояния элементов множества U требованиям соответствующего перехода. При этом обязательным условием включения инноваций в воронку должно быть соответствие всем предыдущим требованиям. Данное условие можно записать следующим образом (1):

$$x_{u_j}^i \geq y_s^i (x_{u_j}^i \in U_j; x_{u_j}^i \in U_j; y_s^i \in Y_s; i = 1, 2, \dots, a; s = 2, 3, \dots, j + 1), \quad (1)$$

где $x_{u_j}^i$ — i-й параметр, характеризующий внутреннее состояние инновации u, являющейся элементом множества U, подаваемого на переход воронки инноваций j;

y_s^i — i-тое требование к соответствующим параметрам внутреннего состояния инновации u, являющееся элементом множества Ys соответствующего перехода s.

Таким образом, учитывая (1) и общее представление воронки инноваций (рисунок 1), множество инноваций на каждой стадии воронки и на выходе можно обозначить как (2, 3):

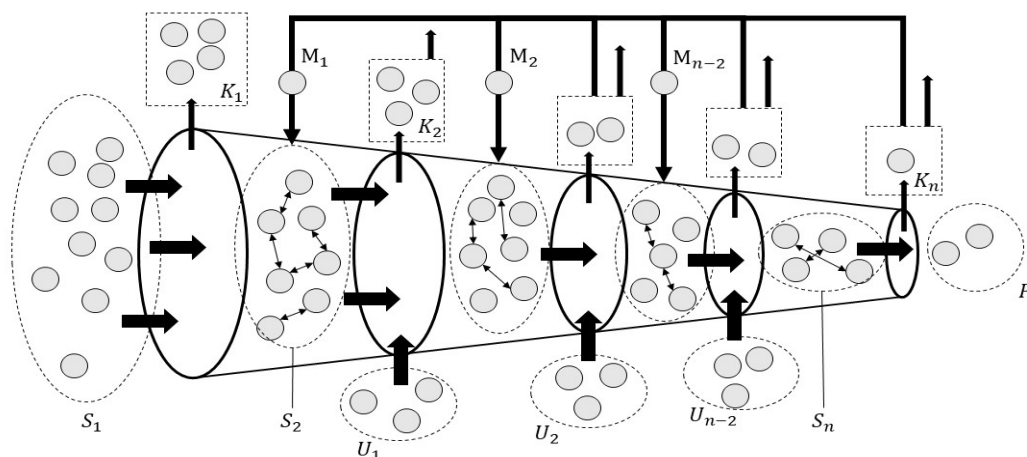


Рис. 3. Воронка инноваций с обратными связями и внутренними связями, закрашенными кругами обозначены инновации

$$S_n = \begin{cases} S_1, & n = 1; \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)), & n = 2; \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)) + \sum_{i=1}^{n-2} U_i, & n > 2; \end{cases} \quad (2)$$

$$P = S_n - K_n \quad (3)$$

Раскрывая полученное уравнение (3), получаем выражение (4):

$$S_n = \begin{cases} \sum_{j=1}^r s_j^1, & n = 1; \\ \sum_{j=1}^r s_j^1 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^r (s_j^i - (k_j^i - m_j^i)), & n = 2; \quad x_{s_j^i}^a \geq y_{s_j^i}^a > x_{k_j^i}^a; \quad x_{m_j^i}^a \geq y_{s_j^{i-1}}^a \\ S_1 + \sum_{i=1}^{n-1} (S_{i+1} - (K_i - M_i)) + \sum_{i=1}^{n-2} U_i, & n > 2 \end{cases} \quad (4)$$

Полученные результаты показывают, что для управления объемом потока инноваций, проходящих через воронку, возможно корректировать количество этапов, требования перехода и допущения и ограничения потоков обратных связей. В качестве инструмента увеличения потока может рассматриваться ввод послаблений требований к инновациям, поступающим из других воронок. Однако указанные решения будут влиять на каче-

ство функционирования воронки и ее выхода (выручка от инноваций, срок жизни инноваций и т.д.)

Другим управляемым параметром является скорость прохождения инновацией каждого этапа, которая может регулироваться настройкой их свойств (перечень оказываемой поддержки, интенсивность взаимодействия, количество мероприятий и т.д.) и доступностью ресурсов.

Инновационная инфраструктура и управление процессом коммерциализации через воронку инноваций

Основная роль в управлении параметрами работы воронки, ее обслуживании и поддержке в рамках инновационной системы отводится объектам инновационной инфраструктуры. Именно инновационная инфраструктура является тем субъектом, который обеспечивает трансляцию необходимой структуры воронки инноваций путем формирования объектов инфраструктуры и выстраивания взаимодействия между ними, включая порядок трансфера инновационных проектов через них и правила их передачи.

Рассмотрев существующие объекты инновационной инфраструктуры, их задачи и функционал, было предложено распределение их по стадиям воронки инноваций, представленное на рисунке 4.

Такой подход позволит выстроить стратегию управления всем инновационным процессом, обозначить от-

Поиска/анализ	Разработка	Коммерциализация
Проектный офис		
Наукоград		
Бизнес-инкубатор		
Наноцентр		
Индустриальный парк		
Технопарк		
Центр коллективного пользования	Центр коммерциализации	
Центр прототипирования		Инвестиционный фонд
Краудфандинговая площадка	Венчурный фонд	
Бюджетный фонд		
Финансовый институт		
Аналитический центр	Сертификационные центры и испытательные лаборатории	
Статистический центр	Патентное бюро	
Технологическая платформа		Центр трансфера
ВУЗы		
Стартап-акселераторы		
Коучинг-центр		
Центр субконтракции		
Территориальные кластеры		
Технико-внедренческие зоны		
Центр реинжиниринга		
Центр инновационного маркетинга		

Рис. 4. Распределение типов объектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки инноваций

ответственность и требования к результатам для каждой конкретной стадии от каждого инфраструктурного объекта, а также скоординировать их совместные действия по доведению инноваций до рынка.

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы при формировании системы управления объектами инновационной инфраструктуры, а также мониторинга и контроля эффективности и результативности их деятельности.

Инновационная деятельность является одним из основных инструментов обеспечения конкурентоспособности компаний, отраслей, регионов и страны в целом. Однако, несмотря на высокую значимость, в настоящее время наблюдается недостаточная эффективность коммерциализации инноваций, которая выражается в не-

значительном количестве проектов, реализующих свой потенциал на рынке.

Основной вывод проведенного исследования заключается в том, что применение моделей инновационного процесса, адекватных современным условиям функционирования экономических субъектов — это один из основных элементов процесса планирования и управления инновациями. За счет применения моделей с адаптивными параметрами станет возможным достичь максимальной эффективности от реализации инноваций на рынке за счет оптимизации инновационного процесса и распределения усилий и ответственности между всеми участниками.

Предложенная математическая модель процесса продвижения инноваций по воронке позволит фор-

мировать стратегии управления, адаптированные к текущим институциональным условиям, в том числе политическим, экономическим, технологическим и социокультурным. Таким образом модель несмотря на то, что является обобщенным представлением процесса коммерциализации, может быть использована для инноваций различной отраслевой принадлежности, масштаба преобразований и требуемых инвестиций.

Учитывая значимость процесса коммерциализации инноваций, при формировании системы объектов инновационной инфраструктуры особо важным видится распределение зон ответственности между теми объектами, которые вовлечены в эту работу.

Предложенная система распределения типов объектов инновационной инфраструктуры по стадиям воронки позволит сместить акцент управления с выполнения функций на достижение конкретных результатов. Такая сквозная система управления ставит в приоритет долгосрочные цели, отказываясь от краткосрочных эффектов, которые могут приводить к снижению потенциала инновации и, как следствие, невозможности достижения требуемого состояния или лишь частичной реализации.

Таким образом достигается согласованность действий всех участников, ориентированных на достижение конечной точки воронки максимальным количеством проектов, поступивших на вход, и, как следствие, повышение эффективности инновационных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, А.И. Варианты траектории инновационного процесса: этапы, их взаимосвязь и последовательность [Электронный ресурс] / А.И. Орлов // Экономика и жизнь. — 2018. — № 32. — Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/378479/> [дата обращения 22.06.2021].
2. Тропынина, Н.Е. Анализ подходов к пониманию сущности инновационного процесса и его роли в развитии современной экономической системы / Н.Е. Тропынина, О.М. Куликова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. — 2020. — № 3. — С. 71–77.
3. Нагуманова, Г.Р. Модели коммерциализации инноваций в России и за рубежом / Г.Р. Нагуманова // Азимут научных исследований: экономика и управление. — 2020. — Т. 9, № 1(30). — С. 248–251.
4. Lisovska, L. Changing the paradigm of the innovation process on the basis of interaction / L. Lisovska, O. Yurynets, B. Sheremeta // Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management Issues. — 2020. — Vol.4, № 1. — P. 174–187.
5. Big Picture Das Grazer Innovationsmodell (Big Picture the Innovation Model) / H. Lercher. — Graz: Fachhochschule der Wirtschaft, 2019—163 p.
6. Wheelwright, S.C. Revolutionizing product development / S.C. Wheelwright, K.B. Clark // Spring. — 1993. — Vol. 4, № 1. — P. 79–80.
7. Barbieri, J.C. Sixth generation innovation model: description of a success model / J.C. Barbieri, A.C.T. Alvares // RAI Revista de Administração e Inovação. — 2016. — Vol. 13, № 2. — P. 116–127.
8. Vasconcellos, E.P.G. Critical Aspects of the Innovation Management: the cases Natura and Oxitenio / E.P.G. Vasconcellos, S.S. Silva, M.F. Oliveira // International Journal of Innovation. — 2017. — Vol. 5, № 1. — P. 1–19.
9. Mishra, D.K. An Innovation Process Model for Technology Development and Adoption in Construction / D.K. Mishra, J. Yu, C.K.Y. Leung // Indian Concrete Journal. — 2020. — Vol. 94, № 9. — P. 44–53.
10. Bonazzi, F.L.Z. Innovation and Business Model: a case study about integration of Innovation Funnel and Business Model Canvas / F.L.Z. Bonazzi, M.A. Zilber // Indian Concrete Journal. — 2014. — Vol. 16, № 53. — P. 616–637.

© Цыганков Никита Сергеевич (cyganikita@yandex.ru),

Петрунина Анастасия Эдуардовна (kafedra_efit@bk.ru), Москалев Александр Константинович (ak_moskalev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»