

Модели распространения инноваций: от описания к управлению инновационными процессами



Н. А. Цветкова,
ст. преподаватель Высшей школы
киберфизических систем и управления
nadezhdaat@gmail.com



И. Л. Туккель,
д. т. н., заслуженный деятель науки РФ,
профессор, председатель научно-
методического совета по направлению
ВО «Инноватика»
tukkel@mail.ru

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Дана классификация существующих и разрабатываемых моделей распространения инноваций. Ограничения в использовании выделенных первых пяти классов связаны в основном с их описательным характером, не учитывающим в том числе эффект взаимного влияния инноваций. Развиваемый шестой — эконофизический — класс моделей позволяет дать количественные оценки особенностей протекания инновационных процессов и строить на их базе алгоритмы управления распространением инноваций. Для реализации этих моделей более эффективно использовать методы многоагентного имитационного моделирования.

Ключевые слова: управление распространением инноваций, модели рассеивания инноваций, диффузия инноваций, игровые модели, модели конечных автоматов, эконофизические модели.

Введение

Перечень целей Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, Стратегии «Инновационная Россия-2020», Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации включает перевод экономики России на инновационный путь развития, развитие национальной инновационной системы, стимулирование и поддержку развития рынка инноваций и совершенствование государственной инновационной политики [1]. Становление цифровой экономики формирует новые вызовы перед теорией и инструментами управления инновационными процессами. Эти вызовы определяются сокращением жизненного цикла изделий и соответственно ростом интенсивности протекания инновационных процессов; возможностью накопления и оперирования большими данными; необходимостью интенсификации взаимодействия сектора исследований и разработок с реальным сектором экономики.

Инновации распространяются в социоэкономических средах не изолированно, а определенным образом воздействуют друг на друга. Более того, распространяясь, инновации оказывают определенное влияние и на саму среду, изменяя ее параметры. Такое

взаимодействие может коренным образом повлиять на характеристики инновационного процесса, особенно этапа коммерциализации, на котором собственно и происходит распространение инноваций.

Вопросы взаимного влияния инноваций поднимались в таких областях, например, как построение инновационных систем и выбор технологической стратегии [2-4], при формировании портфелей инновационных проектов [5-8] и др. Однако вопросы влияния параметров среды на распространение инновации, в том числе отражающие количественные характеристики смежных инноваций, остаются недостаточно изученными.

Инструменты, позволяющие строить модели, исследовать процессы на этапе распространения, как правило, ограничивались описательной функцией. Перспективно в сегодняшних и завтрашних ожиданиях сосредоточиться на разработке таких инструментов, которые позволят не только описывать, но и управлять инновационными процессами. Такая постановка задачи — от описания к управлению процессами распространения инноваций — потребовала новых подходов к разработке моделей. Модели должны получить возможность встраиваться в контур управления, обеспечивать функционирование и самонастройку

алгоритма управления, оперировать исходными и текущими доступными данными, непосредственно измеряющими параметры процессов управления. Кроме того, такие модели должны описывать еще одну — существеннейшую — особенность процессов распространения: взаимодействие и взаимовлияние инноваций.

Существующие модели распространения инноваций

Моделирование и прогнозирование распространения инноваций стали актуальным направлением исследований начиная с 1960-х гг., после появления новаторских работ Л. Форта и Дж. Вудлока, Э. Мэнсфилда, А. Флойда, Э. Роджерса, Т. Хегерстранда и Ф. Басса.

Проведенный анализ существующих моделей распространения инноваций позволил выделить шесть классов моделей, которые формировались во времени так, как показано на рис. 1.

Формирование классов и их наполнение конкретными реализациями идет вслед за ростом требований к адекватности моделей задачам исследований и разработок. Практически все модели первых пяти классов (рис. 1 и табл. 1) ориентированы на описание процессов распространения инноваций с помощью того, либо иного математического аппарата, не оценивают доступность и стоимость измерений и объемы данных, необходимых для отслеживания динамики процессов.

В табл. 1 сведены перечисленные классы моделей. В контексте вышесказанного модели характеризуются следующими классификационными признаками:

- используемый математический аппарат;
- метрики основных параметров и их доступность для измерения (прямые или косвенные);
- учет взаимного влияния инноваций в процессе распространения;
- возможность построения алгоритма управления процессом распространения инноваций;
- заимствованная аналогия для построения математической модели.

Рассмотрим подробнее каждый класс моделей из представленных в табл. 1.

Пространственные модели (биология). Географ Т. Хегерстранд в 1950-х гг. предложил учитывать пространственный аспект распространения инноваций [9]. Т. Хегерстранд представил концепцию волнообразного распространения инноваций как предсказуемого пространственно-временного процесса, используя при этом для моделирования методы Монте-Карло. Он предположил, что для рассеивания инновации во времени и в пространстве должен существовать некий

механизм соприкосновения и убеждения, чтобы передавать данное явление. По его мнению, социальный контакт локализован и распространение определяется размерами «среднего информационного поля» потенциальных последователей инновации [9]. Предложенная имитационная модель описывает структуру такого контакта: с определенной вероятностью в каждый период времени последователь вступает в контакт с другими людьми, в зависимости от различных ограничений, например, географических барьеров, расстояния [10].

По Хегерстранду скорость и направление распространения инноваций зависят от удаления от центра зарождения инновации и внутренних характеристик региона, а также от «пропускной способности» каналов передачи. В таком случае не учитываются другие инновации на рынке. Для разных территорий построенная модель распространения будет различаться началом распространения, формой кривой и потенциальным максимумом [11].

Модель Хегерстранда имела значительное влияние на социально-экономическую географию в 1960-х и 1970-х гг., совершенствовалась такими исследователями как Л. Бауденом, Б. Йохансенем, С. П. Земцовым, А. Клиффом, Р. Морриллом, Д. Стрэнгом, Й. Хейнингом, Е. Шеппардом.

Несмотря на то, что модель Хегерстранда имеет определенные успехи в прогнозировании [12], однако обладает существенными ограничениями [10, 13] в виде постоянства и доступности стоимостных параметров, доминирующего личного контакта при принятии решения и других, что не позволяет построить алгоритм управления процессом распространения.

Модели рассеивания (биология). Для описания процесса распространения инноваций достаточно широко используются модели, получившие название моделей рассеивания. Чаще в русскоязычных источниках такой класс моделей называется диффузным, однако подмена терминов не только может сузить рассматриваемую область, но и может дать неверные результаты в связи с ограничениями в применении данных моделей. Заметим, что этот класс моделей для более точного определения и для терминологического отличия от явления физической диффузии правильнее именовать именно так — модели рассеивания.

К 1962 г. наиболее полно обобщить и систематизировать опыт изучения распространения инноваций удалось социологу Э. Роджерсу, который предложил модель описания процесса проникновения инноваций на рынок [14]. Он определил распространение инноваций как «процесс, благодаря которому инновации передаются по определенным каналам среди элементов социальной системы в течение времени» [14]. Затем Ф. Басс предложил математическое обоснование модели Роджерса и, адаптировав уравнение Ферхюльста, применил его для прогнозирования динамики потребления новых товаров. Модель Басса описывается уравнением, в котором отражается зависимость роста количества последователей инновации от эффекта рекламы и от эффекта межличностных коммуникаций, и не позволяет построить алгоритм управления процессом распространения. Такие модели стремятся

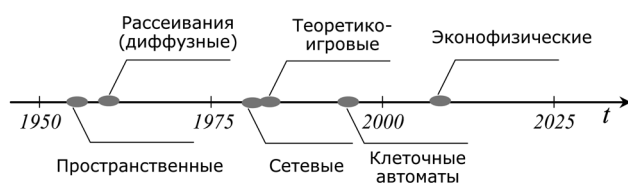


Рис. 1. Классы моделей распространения инноваций

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Таблица 1

Классификация моделей процесса распространения инноваций (предложена авторами)

Название модели	Математический аппарат/аналог	Пространство параметров	Метрики: доступность/стоимость	Характер: описательный/алгоритмический	Учет взаимного влияния	Готовность к встраиванию в контур управления	Область (цель) использования	Примечание (начало становления и основные разработки)
Пространственная	Теория вероятности, методы Монте-Карло/биология (эпидемиологическая)	Инновационный процесс – косвенные параметры. Внешняя среда – прямые	Низкая/высокая	Да/нет	Нет	Нет	Наблюдение	1950-е гг. Т. Хегерstrand; В. М. Аврамчиков, А. Н. Антамошкин; Л. Бауден, Б. Йохансен, А. Клифф, Р. Моррилл, Т. Смит, Д. Стрэнг, Р. Уилл, Й. Хейнинг, Е. Шешард
Рассеивания (диффузная)	Уравнение Ферхольста и его модификации: нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка/биология (эпидемиологическая)	Инновационный процесс – косвенные параметры. Внешняя среда – прямые	Низкая/высокая	Да/нет	Нет	Нет	Наблюдение	1950-е гг. Э. Роджерс и Ф. Басс; Як. Голденберг, Ш. Калиш, В. Махаджан, Е. Мюллер, Р. Перес; П. Котлер, Г. Лилиен; Н. Мид; В. М. Московкин; Дж. Мур; С. Г. Постников и др.
Сетевая	Теория графов, теория вероятности, цепи Маркова/биология (эпидемиологическая)	Инновационный процесс – косвенные параметры. Внешняя среда – прямые	Средняя/средняя	Да/да	Нет	Нет	Наблюдение	1980-е гг. Т. Валенте, Як. Голденберг, М. Гомез-Родригез, Д. Кемпе, Дж. Клейнберг, А. Краузе, Ю. Лесковес, Н. Меганатан, С. Мельник, С. Моррис, Х. П. Янг
Теоретико-игровая	Теория игр, цепи Маркова, методы Монте Карло/игровая стратегия	Инновационный процесс – косвенные параметры. Внешняя среда – прямые	Средняя/средняя	Да/да	Нет	Нет	Наблюдение	1980-е гг. Л. Блум, А. Монтанари, А. Сабери, Р. Селтен, А. Фазели, Дж. Харсаний, Г. Эллисон, А. Ядбабайе
Клеточные автоматы	Имитационная модель на базе агентного подхода, клеточный автомат/биология (эпидемиологическая)	Инновационный процесс – косвенные параметры. Внешняя среда – прямые	Средняя/средняя	Да/да	Нет	Нет	Наблюдение	1990-е гг. Т. Гарбер, Як. Голденберг, М. Гудолин, Б. Либай, О. Н. Лободина, С. Г. Ломакин, С. Молдован, Р. М. Нижегородцев, А. М. Федотов, Ю. Д. Шмидт
Эконофизическая	На базе естественно-научных законов: молекулярной диффузии, Изинга и др./естественно-научная (квантовая физика)	Инновационный процесс – прямые параметры. Внешняя среда – прямые	Высокая/низкая	Да/да	Да	Да	Управление	2010-е гг. Ж. Мехиа, Р. Бритто, О. Бьотраго; К. Ласиана; Л. Девод; Ю. Стенли; В. Харитонов; П. Н. Дробот; И. Л. Туккель, Н. А. Цветкова

показать отношения между уровнем распространения и числом потенциальных последователей согласно природе инноваций, каналов связи и характеристик социальной системы, и не учитывают другие инновации, присутствующие на рынке.

В дальнейшем данные модели активно развивались и совершенствовались такими исследователями, как Р. Вейбером, Як. Голденбергом, Ш. Калишем, П. Котлером, Г. Лилиеном, В. Махаджаном, Н. Мидом, Дж. Муром, Е. Мюллером, Р. Перес, Р. Петерсо-

ном и др. Большинство исследований было нацелено на расширение структуры математической модели Басса, чтобы включить различные маркетинговые переменные (изменение рекламной кампании и ценовой политики во времени) [15], учесть такие явления, связанные с поведением покупателя, как повторные покупки, этапы осознания в принятии нового продукта [16] и др. После 1980-х гг. в исследованиях акцент сместился с агрегированного уровня (макро) на индивидуальный (микро): в фокусе стало поведение потенциального последователя инновации, его личностные мотивы при решении о принятии инновации (Hiebert, Feder и O'Mara, Roberts и Urban, Chatterjee и Eliashberg, др.). Такие модели перестали отвечать желаемой размерности, доступность данных серьезно ограничила практическое применение. После 2000-х гг., несмотря на нерешенные задачи на индивидуальном уровне, исследователи стали предлагать варианты объединения моделей двух уровней, микро и макро [17].

Сетевые модели (биология). В сетевых моделях распространение инновации происходит по сети, начиная с одного или нескольких начальных наборов вершин (называемых ранними последователями). Инновации распространяются «по ребрам» с определенной вероятностью, и такое распространение продолжается до тех пор, пока все вершины в сети не получают информацию или больше не будет вершин-кандидатов для распространения.

К сетевым моделям можно отнести модели с порогами (Linear Threshold Model), основанных на использовании пороговых значений для вершин графа, переход возможен только из неактивного состояния вершины в активное; модели независимых каскадов (Independent Cascade Model), когда соседние вершины могут быть с определенной вероятностью активированы; модель просачивания и поражения (SIR, Susceptible – Infected – Recovered), в которой задается вероятность как активации вершины, так и вероятность ее деактивации, и может быть представлена с помощью цепей Маркова.

В работе [18] рассматривается распространение на случайных графах, утверждается, что вероятность успешного распространения не зависит от числа ранних последователей. В работе [19] предлагается объединение модели с линейным порогом и модели независимых каскадов и показывается их эквивалентность. Используемые параметры являются косвенными, не позволяют построить алгоритм управления процессом распространения.

Теоретико-игровые (игровая стратегия) *модели* распространения инноваций основаны на гипотезе, заключающейся в том, что при принятии нового поведения каждый человек делает рациональный выбор, чтобы максимизировать свой выигрыш. В этих моделях игроки принимают новое поведение, когда и их соседи в социальной сети приняли его, таким образом, инновации распространяются, потому что есть стимул к соответствию. Социальная сеть представляется графом, в котором каждый узел – агент в системе. Каждый агент должен сделать выбор между двумя альтернативными вариантами, а выплата каждого из двух вариантов для агента повышается с увели-

чением числа соседей, принявших тот же самый вариант.

Одна из первых работ, положившей начало данному подходу, – это работа Дж. Рейнганум [20], в которой моделируется поведение на конкурентном рынке инноваций. Можно выделить и другие работы, например, в [21] рассматриваются модели, основанные на базе координационных игр, скорость сходимости характеризуется как функция структуры сети взаимодействия. При этом полученные прогнозы сильно отличаются от прогнозируемых эпидемиологических моделей. В работе [22] выведены оценки, которые не зависят от структуры и размера сети, так что распространение инноваций протекает быстро, когда выигрыш от принятия инновации достаточно высок. Там же приведен метод вычисления верхней границы ожидаемого времени, необходимого для того, чтобы инновация стала принятой в любой конечной сети. Однако используемые параметры и аналогии не позволяют построить алгоритм управления данным процессом.

Клеточные автоматы (биология). Другая тенденция исследований в области распространения инноваций – использование имитационного моделирования на базе агентного подхода, в частности клеточных автоматов. Клеточные автоматы могут быть определены как модели, которые имитируют глобальные последствия на основании локальных правил поведения [23]. Данные модели позволяют расширить структуру модели Басса, задав отдельные правила поведения потенциальных последователей, то есть по сути явно учесть эффект влияния индивидуальных особенностей человека на процесс распространения инноваций.

Клеточные автоматы были применены для преодоления таких ограничений моделей рассеивания макроуровня, как индивидуальная вероятность принятия инновации, сопротивление к инновациям, раннее прогнозирование успеха инновации, воздействия сетевых внешних факторов [24] и т. д. Взаимосвязь между моделью Басса и моделями клеточных автоматов изучалась различными исследователями, например [25], и была показана возможность агрегирования данных о микроуровне принятия инновации для создания более адекватной модели Басса. Данные модели снимают такой недостаток модели рассеивания, как постоянность потенциальной емкости рынка, однако не позволяют построить алгоритм управления процессом распространения. Среди отечественных исследований можно выделить работы следующих авторов: О. Н. Лободина, С. Г. Ломакин, Р. М. Нижегородцев, А. М. Федотов, Ю. Д. Шмидт.

Экономические. Следующий класс моделей распространения инноваций – экономический, изучающий экономические системы естественно-научными методами. Интенсификация становления экономического подхода наблюдается в последние 10-15 лет [26, 27]. Данные модели описывают распространение инноваций характерными для физических сред аналогичными зависимостями.

В работе [28] проводится аналогия между явлением молекулярной диффузии и диффузии инноваций

в целях определения коэффициента распространения инноваций на рынке. В работах [29, 30] для моделирования распространения инноваций используется модель Изинга, предназначенная для описания намагничивания материала. В работе [12] выявлены процессы взаимодействия волн инноваций, исходящих из разных источников, такое взаимодействие названо интерференцией. В работе [31] применяется теория броуновского движения для моделирования движения агентов, принимающих инновацию. В работе [32] применяется физические законы диффузии, а именно первый и второй законы Фика для моделирования процесса распространения инноваций с учетом их взаимного влияния. В данных моделях предлагается использовать прямые параметры, отвечающие за распространение инноваций, а именно продажи инновации.

Эконофизический подход обладает тем математическим аппаратом, который позволит учесть не только состояние рассматриваемой инновации, но и параметры среды, что позволит построить алгоритм управления процессом распространения. Более того, была разработана имитационная модель с использованием многоагентного подхода, построенная на аналогах законов Фика [33], позволивших распространить закономерности физических сред на социально-экономические среды.

Выводы

Проведенный анализ существующих моделей распространения инноваций позволил выделить шесть классов моделей. Первые пять классов моделей (см. рис. 1) рассматривают процесс распространения на основании некоторых поведенческих моделей покупателей, имеют целью дать лишь менее или более точное описание натурального движения инновации, объяснить причины, влияющие на принятие решения. Такие модели не достаточно формализованы для управления процессом распространения, не основаны на доступных метриках, не учитывают возможное взаимное влияние инноваций и параметры среды. Приведенные ограничения не позволяют применять данные модели для целенаправленного управления процессами распространения инноваций.

Естественно-научный подход свободен от недостатков первых пяти классов моделей. Дальнейшее развитие эконофизического подхода позволяет ставить задачу управления распространением инноваций.

С учетом неопределенности, нелинейности и нестационарности среды, в которой протекают инновационные процессы, целесообразно искать модели в классе имитационных. Имитационные модели, построенные на эконофизических аналогиях, позволяют учитывать взаимное влияние выводимых на рынок инновационных продуктов, определять момент их запуска, тип инноваций (поддерживающих или подрывных), что, в конечном счете, будет способствовать росту эффективности управления инновационными процессами.

Список использованных источников

1. Национальная технологическая инициатива: Перечень поручений Президента России по реализации Послания Федеральному Собранию от 4.12.2014 г., М., 2014.
2. G. Fuchs, U. Fahl, A. Pyka, U. Staber, S. Voegele, W. Weimer-Jehle. Generating innovation scenarios using the cross-impact methodology//Discussion Papers Series. № 007-2008. 2008.
3. D. Thorleuchter, D. Van den Poel, A. Prinzie. A compared R&D-based and patent-based cross impact analysis for identifying relationships between technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010. Vol. 77 (7). P. 1037-1050.
4. A. Frenkel, S. Maital. *Mapping National Innovation Ecosystems: Foundations for Policy Consensus*. London, UK: Edward Elgar Publishing, 2014.
5. B. Pelegrín, P. Fernández, M. D. G. Pérez. Profit maximization and reduction of the cannibalization effect in chain expansion//*Annals of Operations Research*. 2014. P. 1-19.
6. S. Srinivasan, M. Dekimpe, H. Van Heerde. Estimating cannibalization rates for pioneering innovations//*Marketing Science*. 2010. P. 1024-1039.
7. Д. В. Перцев. Взаимовлияние в портфеле проектов по запуску новых продуктов//*Современный менеджмент: вопросы теории и практики*. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2008. С. 59-69.
8. В. Н. Волкова, А. А. Денисов и др. *Методы организации сложных экспертиз*. СПб.: Издательство Политехнического университета Санкт-Петербурга, 2010. 129 с.
9. T. Hagerstrand. Innovation diffusion as a spatial process// *Innovation diffusion as a spatial process*. 1968.
10. A. Kandler, J. Steele. Innovation diffusion in time and space: effects of social information and of income inequality//*Diffusion Fundamentals*. 2009. Vol. 11. №. 3. P. 1-17.
11. С. П. Земцов. Оценка скорости диффузии инноваций и инновативности регионов России//*Модернизация экономики и общества*. М., 2014.
12. В. М. Аврамчиков, А. Н. Антамошкин. Интерференция волн диффузии инноваций//*Экономика и менеджмент систем управления*. 2013. № 2 (8). С. 4-8.
13. T. Smith, S. Song. A spatial mixture model of innovation diffusion// *Geographical Analysis*. 2004. Vol. 36. №. 2. P. 119-145.
14. E. M. Rogers. *Diffusion of Innovations*, 3rd ed., New York. 1983.
15. F. M. Bass, D. Jain, T. Krishnan. Modeling the marketing-mix influence in new-product diffusion//*International series in quantitative marketing*. 2000. Vol. 11. P. 99-122.
16. S. Kalish, V. Mahajan, E. Muller. Waterfall and sprinkler new product strategies in competitive global markets//*International Journal of Research in Marketing*. 1995. 12. P. 105-119.
17. E. Muller, R. Peres, V. Mahajan. *Innovation Diffusion and New Product Growth: Beyond a Theory of Communications*, Working Paper, 2007.
18. N. Meghanathan. Probabilistic Diffusion in Random Network Graphs//arXiv preprint arXiv:1511.06613. 2015.
19. S. Bharathi, D. Kempe, M. Salek. Competitive influence maximization in social networks//*Internet and Network Economics*, 2007. P. 306-311.
20. J. F. Reinganum. On the diffusion of new technology: A game theoretic approach//*The Review of Economic Studies*. 1981. T. 48. №. 3. P. 395-405.
21. A. Montanari, A. Saberi. The spread of innovations in social networks//*Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010. T. 107. №. 47.
22. G. Kreindler, H. Young. Rapid innovation diffusion in social networks//*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2014.
23. M. Guidolin. Aggregate and agent-based models for the diffusion of innovation. 2007. <http://paduaresearch.cab.unipd.it/161>.
24. J. Goldenberg, B. Libai, E. Muller. The chilling effect of network externalities//*International Journal of Research in Marketing*. 2010. Vol. 27 (1). P. 4-15.
25. G. Fibich, R. Gibori, E. Muller. Analysis of cellular automata diffusion models in marketing//*Working paper: Tel Aviv University*. 2009.
26. Д. А. Дробот, П. Н. Дробот, А. Ф. Уваров. Превалирующая роль университетов в модели «тройной спирали»//*Инновации*. 2011. С. 93-96.

27. Е. Б. Колбачев. Естественна-научная методология в экономике и современная институционально-эволюционная теория// Вестник Южно-Российского государственного технического университета. 2013. С. 29-40.
28. J. Mejía, R. Britto, O. Buitrago. A forecast model for diffusion of innovations based on molecular diffusion//Ciência e Técnica Vitivinícola. 2015. Vol. 30. P. 41-54.
29. C. E. Lacia, S. L. Rovere. Ising-like agent-based technology diffusion model: adoption patterns vs. seeding strategies// Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 390, 1139-1149.
30. L. Devaud. Influence of social networks on spatial diffusion of innovation. 2008. P. 115.
31. J. Benhabib, J. Perla, C. Tonetti. The growth dynamics of innovation, diffusion, and the technology frontier//Report, New York University. [1057]. 2016.
32. И. Л. Туккель, Н. А. Цветкова. О физических моделях процессов распространения инноваций в социально-экономической среде//Инновации. 2015. № 11. С. 30-35.
33. N. A. Tsvetkova, I. L. Tukkel, V. A. Ablyazov. Simulation modeling the spread of innovation//Proceedings of the XXth International Conference on Soft Computing and Measurements. Saint-Petersburg. IEEE. 2017.

Models of the spread of innovations: from description to control of innovation processes

N. A. Tsvetkova, senior lecturer at the High school of cyber- physical systems and control.

I. L. Tukkel, doctor of technical sciences, professor. (Peter the Great St. Petersburg polytechnic university)

As a result of the analysis, the classification of existing and proposed models of the spread of innovations was given. The six classes of these models were singled out: spatial models, diffusion models, network models, strategic models, cellular automata models, econophysical models. The models were classified according to the mathematical apparatus; accounting for the mutual influence of innovations; the possibility of constructing an algorithm for control of the spread of innovations; analogies to define the metrics and the equations.

There were limitations in the use of the first five classes. These restrictions are mainly related to their descriptive nature which does not take into account, among other things, the effect of the mutual influence of innovations. The econophysical class of models allows to give quantitative estimations and to build algorithms for control of the spread of innovations. It is more effective to use the methods of multi-agent simulation to implement these models.

Keywords: the control of the spread of innovations, diffusion of innovation, the econophysical model, the comparative analysis of models, multi-agent simulation.

В период с 13 по 14 декабря 2017 года в Москве состоится ежегодная выставка ВУЗПРОМЭКСПО-2017, на которой будут подведены итоги реализации целого ряда государственных и федеральных целевых программ. Организатором события выступает Министерство образования и науки России.

В этом году участие в ВУЗПРОМЭКСПО-2017 примут представители государственных корпораций, вузов, научных организаций, промышленных предприятий, технологических платформ, малых инновационных предприятий, инновационных территориальных кластеров, инжиниринговых центров.

Выставка продемонстрирует новейшие отечественные разработки, созданные в рамках кооперации промышленных предприятий, научно-исследовательских институтов и образовательных организаций высшего образования.

На мероприятии будут представлены высокотехнологичные проекты для следующих отраслей промышленности:

- Машиностроение и приборостроение.
- Информационно-телекоммуникационные системы.
- Транспортные и космические системы.
- Индустрия наносистем и материалов.
- Робототехника.
- Сельское хозяйство.
- Медицина.

«Агентство инноваций и развития экономических и социальных проектов» приглашает всех заинтересованных лиц принять участие в этом масштабном мероприятии.

Подробности об участии в выставке вы можете узнать здесь. Источники: «Агентство инноваций и развития экономических и социальных проектов», <https://www.innoros.ru/news/17/11/vystavka-vuzpromekspo-2017-proidet-v-moskve>.