

УДК 338.12

DOI: 10.18384/2310-6646-2017-2-114-122

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО НАУКОЕМКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кузнецов А.И., Горлачева Е.Н., Битеряков М.А.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д. 5, стр. 1, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, которые определяют успешность или неудачу внедрения инноваций. Актуальность информации и скорость её обработки имеют первостепенную важность в управлении наукоёмким предприятием и особенно в управлении инновациями. Для решения этой задачи внутри компаний создаются отделы НИ-ОКР, тратятся значительные суммы на поиск инновационных решений, однако зачастую все усилия разбиваются о неэффективную структуру отделов, сотрудников, которые не понимают целей наукоёмкого предприятия, и боязнь руководства принимать решения. Было определено идеальное количество консервативных работников в коллективе для проведения инноваций.

Ключевые слова: инновационное развитие, имитационное моделирование, высокотехнологичные наукоёмкие предприятия.

MANAGING THE INNOVATION DEVELOPMENT OF A HI-TECH KNOWLEDGE-INTENSIVE ENTERPRISE

A. Kuznetsov, Ye. Gornacheva, M. Biteryakov

*Bauman Moscow State Technical University
5/1, 2nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russian Federation*

Abstract. The article considers the factors that determine the success or failure of introducing innovations. The relevance of the information and its processing speed is of paramount importance in the management of high-tech enterprises, and especially in the management of innovation. To solve this problem within a company to create R&D departments, considerable sums are spent on the search for innovative solutions, but all efforts are often broken against the inefficient structure of departments, the employees who do not understand the purposes of high-tech enterprises and the fear of the management to make decisions. It was determined what number of conservative employees in the team is admissible for innovations.

Keywords: innovation development, simulation modeling, hi-tech knowledge-intensive enterprises.

В современных условиях высокой неопределенности необходимой является разработка такой системы управления инновационным развитием компании, которая позволила бы обеспечить конкурентоспособность и выживаемость хо-

зяйствующего субъекта. Под конкурентоспособностью понимается способность непрерывного развития, что возможно за счёт инновации, а под выживаемостью – способность сохранять своё функционирование даже в условиях резких изменений на рынке [1; 2; 4].

Рассмотрим факторы, которые определяют успешность или неудачу внедрения инноваций [5]. В качестве базовой гипотезы предложим следующий набор параметров, от которых будет зависеть инновационный процесс в компании:

- соотношение персонала с различным уровнем восприятия инноваций в коллективе;
- поддержание баланса между внедрением нового и получением стабильного дохода от традиционных существующих направлений деятельности [2];
- уровень развития межфункциональных горизонтальных социальных связей, возможность быстрого проникновения идей и их принятия критической массой сотрудников.

Основной задачей является исследование вопроса, как должна быть организована и каким образом должна управляться компания, заинтересованная во внедрении и коммерциализации инноваций для обеспечения устойчивого развития и роста конкурентоспособности [6]. В рамках этой задачи будет разработана имитационная модель, которая будет использоваться для проверки поставленной гипотезы.

Для более успешной междисциплинарной работы в компании можно использовать принцип горизонтальных межфункциональных связей, т. е. стимулировать и поддерживать коммуникацию персонала не только в пределах своего отдела, но и во всём предприятии.

Диаграмма поиска корневых проблем распространения идеи представлена на рис. 1.



Рис. 1. Диаграмма поиска корневых проблем распространения идеи

Для проверки гипотезы используем имитационное моделирование. В рамках этой работы необходимо построить модель, которая будет отражать такие части

диаграммы, как организационная структура, персонал и стратегия компании. С помощью имитационной модели будет оценён вклад этих факторов в общее качество распространения идеи и будут выражены основные зависимости, которые позволят предприятиям использовать эти факторы в своих интересах [3].

Для решения поставленных задач используем инструментарий программы Anylogic. Существуют два варианта построения имитационной модели: с помощью системной динамики и с помощью агентного моделирования. Представим их кратко сравнительную характеристику (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика двух методов имитационного моделирования

Сравниваемые параметры	Системная динамика	Агентное моделирование
Базовый элемент модели	Петля обратной связи	Агент
Область анализа	Структура системы	Правила поведения агентов
Уровень моделирования	Макроуровень	Микроуровень
Направление моделирования	Сверху вниз	Снизу вверх
Время	Непрерывное	Дискретное
Аппарат в основе моделирования	Математика	Логика

Системно-динамические модели состоят из петель обратной связи, которые формируют поведение системы. Этот вид моделирования полезен при выявлении важных переменных и установлении взаимосвязей между ними. В агентном моделировании базовой единицей модели является агент, функционирующий в определенной окружающей среде. Каждый агент действует самостоятельно и взаимодействует с другими агентами на основе определённых правил. Результатом взаимодействия агентов становится поведение системы в целом.

Так как в ходе экспериментов будут рассматриваться элементы системы, представляющие собой работников предприятия, находящихся в едином пространстве и обменивающихся между собой информацией, будет правильнее использовать именно метод агентного моделирования для решения поставленных задач. Для проверки гипотез были разработаны две модели.

Первая модель будет изучать неформальную структуру организации, разделенную по отделам для имитации функциональной структуры компании, и рассматривать в ней диффузию инноваций, т. е. процесс распространения идеи по внутренней социальной структуре. При этом инновация рассматривается как сложный межфункциональный проект.

Вторая модель сфокусируется на стратегической деятельности компании в условиях открывающихся в ней новых ниш и с учётом их устаревания, потери актуальности, а также на том, как необходимо распределять ресурсы, чтобы получить максимальный экономический эффект от открытых рыночных ниш.

Приведём главные параметры для запуска **первой модели**.

- Ключевые показатели эффективности:
- проникновение (диффузия) идеи – доля адептов идеи в коллективе;
- принятие идеи – соотношение адептов идеи и ненавистников идеи;
- доля успешных запусков – количество запусков, удовлетворяющих критерию успешности запуска, по отношению к общему количеству запусков.
- Критерий успешности запуска:
- адептами идеи являются более 13% агентов;
- их количество хотя бы в 1,3 раза превышает количество ненавистников идеи, агентов, которые относятся к идее явно негативно.
- Количество агентов – 160.
- Распределение по отделам – 30–30–40–30–30.
- Время симуляции – 400 модельных единиц.

Для верификации модели она была запущена со 100% консервативных агентов. Если модель верно отражает действительность, то распространение идеи даже не начнется, так как консервативные работники не воспринимают идеи, если не видят их в деле у большинства. Эту проверку модель прошла.

Первый запуск модели прошёл с 30% консервативных агентов и 70% обычных, а неравенство Чебышева показало, что необходимо 72 запуска модели для получения статистически достоверных результатов.

По итогам проведения эксперимента получили следующие данные:

Принятие идеи:

$$\bar{X} = 1,369 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Диффузия идеи:

$$\bar{D} = 0,455 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Успешных запусков – 65%.

Результаты моделирования показали, что доля негативно настроенных работников в организации изменялась в интервале от 0,2625 до 0,40625, в то время как доля позитивно настроенных работников – от 0,175 до 0,625. Среднее арифметическое значение и значение моды у негативно настроенных работников – практически совпадает. Можно сделать вывод, что количество негативно настроенных работников менее чувствительно к изменению случайных величин.

Всего из 72 измерений консервативно настроенные работники восприняли идею в 50 измерениях, при этом критерию успешности соответствовало 46 запусков. Можно сделать вывод, что поддержка консервативной части персонала является необходимым, однако не достаточным условием для признания запуска успешным.

Из исследований инновационного развития предприятий [3–6] известно распределение персонала компании на 5 типов в зависимости от восприятия инноваций. Для исследования процесса распространения инноваций интерес представляют 2 роли сотрудников в отношении восприятия инноваций: обыкновенная и консервативная. Возможно, существует такое соотношение персонала с этими ролями, которое позволит предприятию получать наилучший эффект от распространения идеи по организационной структуре.

В рамках реализации **второй модели** будет проведён поиск такого отношения консервативных работников к обыкновенным работникам, которое позволит получить наилучшие результаты. Нецелесообразно будет рассматривать случаи, когда всего в организации меньше 25% обычных агентов, так как тогда консервативные агенты попросту не обратят внимания на инновационные изменения, что доказала верификация модели.

Общее число работников в организации – 160 человек. В 1, 2, 4 и 5 отделах работает по 30 человек. В 3 отделе работает 40 человек.

Таким образом, получаются следующие исходные данные для экспериментов, представленные в табл. 2–4:

Эксперимент 1:

Таблица 2

Условия эксперимента 1

70% консервативных агентов	Обычных агентов	Консервативных агентов
Отдел 1	9	21
Отдел 2	9	21
Отдел 3	12	28
Отдел 4	9	21
Отдел 5	9	21

Эксперимент 2:

Таблица 3

Условия эксперимента 2

50% консервативных агентов	Обычных агентов	Консервативных агентов
Отдел 1	15	15
Отдел 2	15	15
Отдел 3	20	20
Отдел 4	15	15
Отдел 5	15	15

Эксперимент 3:

Таблица 4

Условия эксперимента 3

0% консервативных агентов	Обычных агентов	Консервативных агентов
Отдел 1	30	0
Отдел 2	30	0
Отдел 3	40	0
Отдел 4	30	0
Отдел 5	30	0

Результаты эксперимента 1: 70% консервативных агентов.

Этот эксперимент можно прекратить уже после 10 запусков, так как видно, что попытка внедрения инновации в организацию, в которой 70% персонала составляют консервативные работники, закончилась неудачей.

Причины неудачного внедрения заключаются в том, что социальная структура обычных агентов оказалась слишком разрозненной, и сложилась ситуация, когда идея не могла проникнуть в коллектив, так как радиус связи оказался меньше расстояния между обычными агентами. Большинство персонала не воспринимает новые идеи и не может служить передатчиками новых идей. От этого сложилась ситуация, когда новые идеи в коллективе не могли распространяться.

Результаты эксперимента 2: 50% консервативных агентов

Проведём необходимые 115 запусков. По итогам проведения эксперимента получили следующие данные:

Принятие идеи:

$$\bar{X} = 1,442 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Диффузия идеи:

$$\bar{D} = 0,319 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Успешных запусков – 37%.

Результаты эксперимента 3: 0% консервативных агентов.

Неравенство Чебышева показало, что первоначальных 10 измерений уже достаточно, чтобы делать выводы.

По итогам проведения эксперимента получены следующие данные:

Принятие идеи:

$$\bar{X} = 0,956 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Диффузия идеи:

$$\bar{D} = 0,384 \pm 0,1 \text{ при } P = 0,9$$

Успешных запусков – 0%.

По результатам запусков имитационной модели количество успешных запусков составило 0%. Произошло это за счёт плохих значений показателя принятия идеи, в самом успешном запуске этот показатель составил 1,283, что недостаточно для признания идеи внедренной. В отличие от предыдущих запусков в этом не выделяется нескольких сценариев развития событий в модели, модель ведёт себя более предсказуемо, однако эта предсказуемость плохо сказывается на результатах, идея не может удержаться среди агентов на относительно долгое время, поэтому процесс диффузии не доходит до конца. Сравним показатели всех экспериментов (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная таблица результатов экспериментов по второй модели

Процент консервативных агентов	Диффузия идеи, $X \pm 0,1, P=0,9$	Принятие идеи, $D \pm 0,1 P=0,9$	Процент успешных запусков
0%	0,384	0,956	0%
30%	0,455	1,370	65%
50%	0,319	1,442	37%
70%	0,106	1,226	0%
90%	0,106	0,956	0%

Из полученных данных можно сделать следующие выводы.

Обнаружена зависимость математического ожидания и риска неудачного запуска от соотношения агентов в организации. Доля успешных запусков максимальна при доле консервативных агентов 30%, при этом уровень диффузии идеи также максимален при такой доле консервативных агентов, однако уровень принятия идеи максимален при доле консервативных агентов 50%. Паттерн поведения результатов модели напоминает квадратическую зависимость с единственным пиком. Это позволяет сделать вывод, что оптимальное количество консервативных агентов находится по правую сторону от значения 30%.

По результатам имитационного моделирования можно сделать следующие выводы.

Усиление межфункциональных горизонтальных связей делает процесс диффузии инноваций менее предсказуемым: дисперсия результатов увеличивается, однако именно за счёт этого риска достигаются лучшие результаты по распространению инновации.

Для оптимального процесса диффузии инноваций было найдено оптимальное количество консервативных работников в коллективе. По итогам исследований было определено, что идеальное количество консервативных работников в коллективе составляет от 30 до 40 процентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нонака И. Такеучи Х. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / пер. с англ. А. Трактинского. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. 432 с.
2. Талёб Н.Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости. / пер. с англ. В. Сонькин, А. Бердичевский, М. Костионова, О. Попов, М. Тюнькина. М.: Колибри, 2009. 567 с.
3. Arbesman S. The Half-Life of Facts. New York: Penguin Group, 2012. 678 p.
4. Cross R. A Practical Guide to Social Networks // Harvard Business School Publishing. 2005. no. 3. 3. 35–47.
5. Cross R., Parker A. Hidden Power of Social Networks. Harvard: Harvard Business School Press, 2004. 267 p.
6. Gordon D. Ant Encounters: Interaction Networks and Colony Behavior. Princeton: Princeton University Press, 2010. 467 p.

REFERENCES

1. Nonaka I., Takeuchi H. *Kompaniya – sozdatel' znaniya. Zarozhdeniye i razvitiye innovatsiy v yaponskikh firmakh* [The Knowledge-Creating Company. The origin and development of innovation in Japanese firms]. Moscow, Olimp-Biznes Publ., 2003. 432 p.
2. Taleb N.N. *Chernyi lebed'. Pod znakom nepredskazuemosti* [The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable]. Moscow, Kolibri Publ., 2009. 567 p.
3. Arbesman S. *The Half-Life of Facts*. New York: Penguin Group, 2012. 678 p.
4. Cross R. A Practical Guide to Social Networks. In: *Harvard Business School Publishing*, 2005, no. 3, pp. 35–47.
5. Cross R., Parker A. *Hidden Power of Social Networks*. Harvard: Harvard Business School Press, 2004. 267 p.
6. Gordon D. *Ant Encounters: Interaction Networks and Colony Behavior*. Princeton: Princeton University Press, 2010. 467 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецов Алексей Игоревич – кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: kuznetsov.ai@gmail.com

Горлачева Евгения Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: gorlacheva@yandex.ru

Битеряков Михаил Александрович – студент кафедры «Промышленная логистика» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: bromike13@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksey I. Kuznetsov – PhD in Economics, Associate Professor at Industrial Logistics Department at Bauman Moscow State Technical University;
e-mail: kuznetsov.ai@gmail.com

Yevgeniya N. Gorlacheva – PhD in Economics, Associate Professor at Industrial Logistics Department at Bauman Moscow State Technical University;
e-mail: gorlacheva@yandex.ru

Mikhail A. Biteryakov – Postgraduate Student at Industrial Logistics Department at Bauman Moscow State Technical University;
e-mail: bromike13@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА

Кузнецов А.И., Горлачева Е.Н., Битеряков М.А. Управление инновационным развитием высокотехнологичного наукоемкого предприятия // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. № 2. С. 114-122.

DOI: 10.18384/2310-6646-2017-2-114-122

CORRECT REFERENCE

Kuznetsov A.I., Gorlacheva E.N., Biteryakov M.A. Management of Scientific Intensive Industrial Enterprise Innovation Development. *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2017, no. 2, pp. 114-122.

DOI: 10.18384/2310-6646-2017-2-114-122