

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, директор муниципально-го унитарного предприятия «Геоцентр» г. Челябинска, к.э.н.

_____ /Д.В. Смагин/
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д.ф.-м.н., доцент

_____ /С.А. Загребина/
« ____ » _____ 2019 г.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ
ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–01.04.02.2019.007.ВКР

Руководитель работы, профессор кафедры, д.э.н., профессор

_____ / В.Г. Мохов/
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-224

_____ /А.М. Загребина /
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,
доцент кафедры, к.ф.-м.н.

_____ /А.А. Акимова/
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Загребина А.М. Математическое моделирование оценки инновационной активности промышленного предприятия. Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ- 224, 56 с., 4 ил., 3 табл., библиогр. список 70 наим.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью разработки математической модели для инновационной активности предприятия на примере проекта «ВЫСОТА 239» ОАО «ЧТПЗ».

В квалификационной работе проанализированы имеющиеся теоретические и эмпирические материалы в области инновационной активности предприятий.

На основе производственных функций предложена оригинальная методика оценки инновационной активности промышленного предприятия.

На основе предложенной модели проведено моделирование количественных характеристик инновационного процесса для оценки инновационной активности промышленного предприятия в контексте внедрения конкретного инвестиционного проекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. Теоретико-методологические аспекты инновационного развития предприятия	7
1.1. Инновационное предприятие. Теория и эмпирические исследования....	7
1.2. Инновационный процесс.....	10
1.3. Ограничения распространения инноваций	17
1.4. Выводы по первой главе	32
ГЛАВА 2. Оценка инновационной активности промышленного предприятия	34
2.1. Постановка задачи	34
2.2. Математическая модель. Обсуждение.....	39
2.3. Выводы по второй главе.....	43
ГЛАВА 3. Применение модели инновационной активности предприятия на примере проекта «Высота-239»	44
3.1. Постановка задачи	44
3.2. Обсуждение результатов	45
3.3. Выводы по третьей главе	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Экономика знаний и общество характеризуется экономической глобализацией, прогрессом в технологических областях, прогрессивным приоритетом наукоемких отраслей бизнес-услуг ускоренные производственные циклы и изменения потребностей и предпочтений клиента [1-3]. Следовательно, появляется новая конкурентная динамика, в которой фирмы придают все большее значение знаниям и интеллектуальным активам, когда они сталкиваются с конкурентами, признавая, что новые знания и обучение, и его эффективное внедрение являются ключевыми производственными факторами в достижении и поддержании конкурентных преимуществ, заменяя другие (труд, капитал и земля) [4-6]. На этой новой конкурентной арене одним из лучших способов достижения устойчивой позиции в области конкурентных преимуществ являются непосредственные технологические инновации.

В последние десятилетия инновации были определены несколькими странами или внутринациональными организациями в качестве основного фактора экономического роста и благосостояния. Термин «инновация» использовался в литературе для описания как процесса, использующего новые знания, технологии и процессы для создания новых продуктов, так и самих новых или улучшенных продуктов [7]. Инновация отличается от термина изобретение, поскольку инновация также включает в себя фактор коммерциализации. М.Е. Портер (*M.E. Porter*) в работе [7] идентифицирует инновации как: «новый способ ведения дел, который коммерциализируется». С. Фриман (*C. Freeman*) и Л. Соете (*L. Soete*) в работе [8] упоминают следующее: «инновации в экономическом смысле осуществляются только с первой коммерческой транзакцией, включающей новый продукт, технологическую систему или устройство, хотя слово используется также для описания всего процесса. Конечно, другие изобретения часто происходят

в процессе инноваций, и еще больше изобретений и инноваций может быть сделано в процессе распространения».

В работе [9] приводится определение для инноваций, возможно одно из самых широких определений в литературе: «создание новой производственной функции. Это касается как нового товара, так и товара новой формы организации, такой как слияние, открытие новых рынков и т.д.. Напоминая, что производство в экономическом смысле – это не что иное, как сочетание производительных услуг, мы можем выразить то же самое, сказав, что инновации объединяют факторы по-новому или что они заключаются в выполнении новых комбинаций». В работе [9] упоминается, что термин «новые товары» используется для того, что мы могли бы назвать новыми технологиями или инновациями продукта, добавляя, что в рамках термина «создание новой производственной функции» рассматриваются новые организационные и технологические процессы, а также инновации. Кроме того, отмечается, что термин «инновация» используется дополнительно для нового использования или «новой комбинации» существующих факторов, что означает использование существующих технологий или знаний таким образом, чтобы они не использовались ранее [9]. Это последнее наблюдение подтверждается Р.Р. Нельсоном (*R.R. Nelson*) и Н. Розенбергом (*N. Rosenberg*) в работе [10], которые утверждают, что часто изобретение успешно коммерциализируется другой фирмой, отличной от изобретателя, и это может произойти спустя много времени после того, как изобретение впервые появилось. Таким образом, успешное распространение нового продукта или процесса требуется для того, чтобы его можно было охарактеризовать как инновацию.

В работе [11] инновация определяется как создание новых продуктов, процессов, знаний или услуг с использованием новых или существующих научных или технологических знаний, которые обеспечивают определенную степень новизны как для разработчика, промышленного сектора, нации или мира, так и преуспевают на рынке.

Инновационные возможности фирмы очень тесно зависят от интеллектуальных активов и знаний, которыми она обладает [12], а также от их способности разворачивать их, рассматривая инновационный процесс как наиболее наукоемкий бизнес-процесс [13]. Тем не менее, как было отмечено в работе [14], хорошее исследование посвящено рассмотрению инновационных процессов с внешней точки зрения, оставляя в стороне внутреннюю сложность, которая характеризует динамику инноваций. В этом смысле несмотря на то, что основная связь между твердыми знаниями и инновациями в целом настолько убедительна, еще предстоит понять о ее точной и сложной природе.

Таким образом **целью данной работы** является математическое моделирование оценки инновационной активности промышленного предприятия, на примере проекта «Высота-239» ОАО «ЧТПЗ». Для решения поставленной цели требуется решить следующие **задачи**:

1. выполнить обзор литературы по заданной теме;
2. рассмотреть имеющиеся математические модели инновационной активности предприятия;
3. применить математическую модель для оценки инновационной активности промышленного предприятия.

ГЛАВА 1. Теоретико-методологические аспекты инновационного развития предприятия

В данной главе на основе обзора литературы излагаются и объединяются теоретические и эмпирические материалы. В частности, рассматривается вопрос о том, как инновации происходят в фирме и какие факторы влияют на результат этого процесса. Данное рассмотрение производится с разных точек зрения, которые либо сосредоточены на управлении, экономических или социальных науках и создают сложную сеть. Кроме того, данный обзор объединяет научные работы об организационном контексте и его роли в управлении знаниями и инновациях компаний, предлагая интегрированную основу для понимания этого сложного бизнес-явления. В заключительной части представлен обзор литературы о сопротивлении внедрению технологий.

1.1. Инновационное предприятие. Теория и эмпирические исследования

Понимание природы этого сложного бизнес-феномена «Взгляд, основанный на знаниях», может быть полезной основой для эффективного развития инновационного предприятия [5]. В качестве общего руководства в работе [15] приводится список основных аргументов и вопросов:

- Продвижение в «основанном на знаниях взгляде на инновации фирмы», в качестве общей основы, помогающей понять природу и источники этого сложного делового явления.
- Может ли изолированный бизнес улучшить результаты инноваций? Какую роль в этом играют деловые связи и отношения?
- Изучение организационного контекста управления знаниями и инноваций: роль управления человеческими ресурсами, организационных структур и культуры в практике управления знаниями и инновациях компаний.

– Анализ динамики инноваций в новых ключевых промышленных условиях: наукоемкие отрасли бизнес-услуг.

Пытаясь ответить на предыдущие аргументы и вопросы, ряд научных статей по всему миру (см. [15] и литературу в нем) вносят свой вклад в дискуссии, как теоретически, так и эмпирически. Так предлагается феномен твердых инноваций с точки зрения «знания, основанного на знаниях». Основываясь на обзоре инновационной литературы, предполагается, что инновации исторически концептуализировались либо с точки зрения процесса, либо с точки зрения результатов. Затем они показывают, что имеется существенная разница между инновациями, замеченными в традиционной литературе по инновациям, и инновациями, понимаемыми в литературе по управлению знаниями.

Следуя темам специальных выпусков, как с точки зрения ученых, так и с точки зрения практиков, существует растущий консенсус в отношении открытия, создания сетей и соответственного взгляда на инновации в фирмах, где новые идеи и инновации приходят изнутри и снаружи фирмы [16-18]. В ряде работ, «основанных на знаниях динамические возможности и инновации в сетевых средах» теоретически и эмпирически исследуется вопрос сдерживает ли встраиваемость сетей связь между динамическими возможностями, основанными на знаниях, и инновациями фирм в китайских производственных компаниях. Другая работа о «посредничестве и дублировании знаний в межфирменных сетях» исследует, используя качественный подход в британской индустрии автоспорта, как компании автоспорта используют сетевые связи для обмена и рекомбинации знаний и обучения, которое происходит как на организационном, так и на диадическом уровне. В работе «Интеграция знаний внутри фирмы и их влияние на инновации» предлагается концептуальная основа, которая учитывает интеграцию знаний фирмы и персонала в человеческие и технологические активы. В частности, она анализирует и обсуждает внешние и внутренние механизмы интеграции знаний, которые фирма стратегически

использует в инновационном процессе. Наконец, работа по «вторичным источникам знаний, инновациям и сотрудничеству в научно-технологических парках» эмпирически показывает, что испанские фирмы оказывают, как вторичные эффекты знаний, в целом положительно на инновации и сотрудничество, и кроме того, они отметили, что влияние вторичных эффектов на инновации выше в фирмах, расположенных в научно-технических парках [15].

Другой ключевой вопрос исследования касается роли организационного контекста в управлении знаниями и инновациях. Таким образом, в статье о «элементах поддержки управления знаниями и инновациями» эмпирически проверяется в испанских фирмах сдерживающий эффект культуры, основанной на знаниях, лидерства, основанного на знаниях, и основанных на знаниях практик HR (*Human Resources – кадровые ресурсы*) в отношениях между исследованием знаний, эксплуатационные практики и инновационные результаты компаний. Эта тема исследования дополняется другой работой по «увязке организационного обучения с техническими инновациями и культурой». В их эмпирическом исследовании результаты показывают, что организационное обучение положительно связано с техническими инновациями и что организационная культура может способствовать как организационному обучению, так и техническим инновациям, но также может выступать в качестве барьера. Кроме того, результаты показывают, что для усиления инноваций недостаточно ни гибкости, ни внешней направленности. Оба они необходимы для характеристики организационной культуры [15].

В связи с растущей важностью отраслей, основанных на наукоемких бизнес-услугах (*knowledge-intensive business services – KIBS*), в экономике знаний, две статьи этого специального выпуска посвящены этому вопросу. Как подчеркивают в статье [19], KIBS – это посреднические фирмы, специализирующиеся на проверке, оценке и оценке знаний, а также торговле профессиональными консультационными услугами. В другой же статье о

«признании возможностей: инициировании инноваций в сфере услуг в PSF» строится теория, основанная на обзоре литературы, а также на примере Price water hous Coopers AG (PwC), показывающем, что признание предпринимательских возможностей является подходящим рамки для объяснения инициирования сервисных инноваций в PSF [15]. Тематическое исследование показывает, что предварительные знания, бдительность и поиск определены как основы для признания возможностей и, следовательно, для инициирования инноваций в PSF. Третья работа по «способности к освоению знаний и инновациям в KIBS» затрагивает эту тему совместно с сетевыми и реляционными, и они эмпирически показывают в тайваньских фирмах положительное влияние входных знаний, распространение знаний и способность к освоению знаний об эффективности инноваций в наукоемких бизнес-услугах.

Наконец, последняя работа над «процессами знаний, интенсивностью знаний и инновациями: анализ модератора-посредничества» теоретически и эмпирически исследует на этом сложном бизнес-феномене, проведенном компаниями, расположенными в России, Китае и Финляндии, и показывает прямые воздействия процессов познания и создания знаний об инновациях в фирме, а также сдерживающее и косвенное влияние интенсивности знаний на них [15].

1.2. Инновационный процесс

Р.Г. Купер (*R.G. Cooper*) в работе [20] представил четыре движущие силы (драйвера) для инновационного продукта. Этими драйверами являются: технологические достижения; повышенные потребности клиентов; сокращение жизненного цикла продукции и рост мировой конкуренции. Автор работы [11] принимает замечание Купера о том, что эти драйверы будут по-прежнему важны, по крайней мере, в ближайшем будущем.

Дж.М. Уттербек (*J.M. Utterback*) считает, что инновации – это составляющая жизни или смерти фирм. Фирмы должны постепенно создавать инновации, чтобы соответствовать сегодняшним требованиям рынка, но также должны обеспечивать свое долгосрочное выживание путем подготовки радикальных инноваций, которые заново изобретают их бизнес и рынок. Дж.М. Уттербек утверждает, что, если они этого не сделают, другая компания займет их место на рынке. Радикальные инновации могут создавать разрыв с прошлым или «творческое разрушение», которые влияют на всю структуру потока знаний и могут привести к временному доминированию новатора на рынке [21].

Эта точка зрения напротив оспаривается акционерами, которые заинтересованы в краткосрочной прибыли и сопротивляются инвестициям с высокой степенью риска в еще не проверенную технологию. Дж. Тидд (*J. Tidd*) и соавт. в работе [22] добавляют к этому аргументу, что даже крупнейшие фирмы сталкиваются с судьбой исчезновения, если они не готовят радикальные инновации для следующего поколения продуктов и рынков. Они отмечают, что почти 40% фирм, вошедших в Fortune Top 500 в 1980-х годах, исчезли, в то время как из списка 1970-х 60% были приобретены или исчезли. Судьба небольших фирм может быть еще хуже, поскольку им не хватает защиты, которую может предложить крупная фирма с большой ресурсной базой (капиталом).

Другие исследователи нашли более широкий драйвер для инноваций, социально-экономический фактор для роста. Исходя из разных точек зрения, Б.А. Лундвалл (*B.A. Lundvall*) [23], М.Е. Портер [7], С. Фриман и Л. Соете [8] и П. Стоунман (*P. Stoneman*) [24] обнаружили, что инновации являются основным фактором роста экономического благосостояния с течением времени. Дж. Сандбо (*J. Sundbo*) в работе [25] идет дальше и теоретизирует, что крупные инновации являются причиной мировых экономических циклов (волны Кондратьева). Таким образом, неудивительно, что правительства пытаются продвигать инновации для решения экономических и социальных

проблем своих стран, таких как производительность и уровень безработицы, даже если эти попытки не всегда успешны [11].

Было разработано несколько теорий для анализа и понимания природы инноваций и того, как они происходят. Каждый из них фокусируется на различных областях, которые были доминирующими в течение периода разработки теорий. Р. Ротвелл (*R. Rothwell*) в работе [26] сгруппировал эти теории в пять исторических поколений о том, как происходит инновационный процесс:

1. Теория технологического толчка, которая была доминирующей в 1950-х годах, представляет собой простой линейный процесс, в котором научно-технический прогресс выдвигает новый продукт на рынок.

2. Теория рыночного притяжения, которая была доминирующей в 1960-х годах, также является линейным процессом, когда рынок должен вытянуть новый продукт на рынок.

3. Теория взаимодействующего инновационного процесса (рисунок 1), которая была доминирующей в 1970-х и начале 1980-х годов и признала, что теория двухтактного подхода приближается к реальности [27, 28]. Согласно этой теории, процесс является последовательным, но не обязательно непрерывным. Инновационный процесс можно разделить на ряд взаимозависимых этапов и обратной связи с предыдущим этапом. Внутриорганизационные и внешние связи и влияния создают сложную сеть, связывающую воедино различные функции фирмы, технологического и научного сообщества и рынка [28].

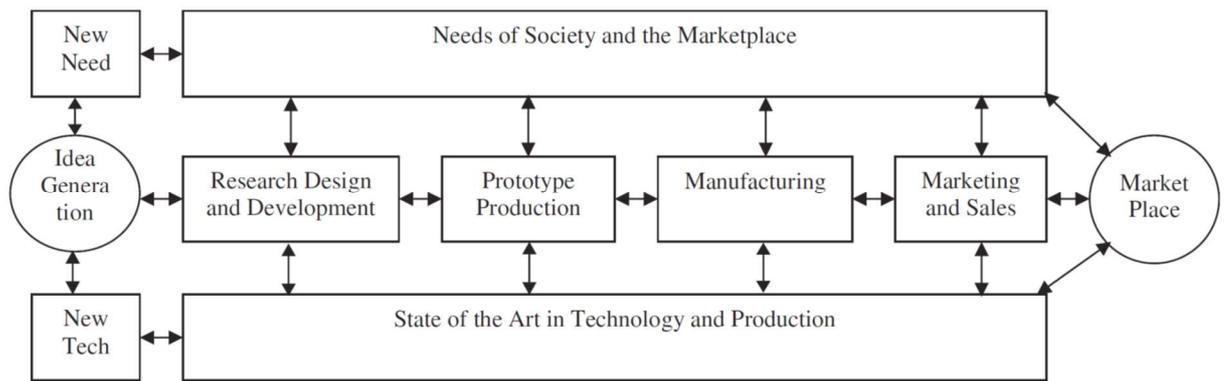


Рисунок 1 Модель взаимодействия (третье поколение). Адаптировано из работы [28]

4. Теория функциональной интеграции инновационного процесса (рисунок 2), разработанная на основе наблюдений за методами, которые особенно используются в японской автомобильной и электронной промышленности. Здесь отрасли включают различные функции фирмы, которые отвечают за процесс проектирования и разработки новых продуктов (*New Product Design And Development – NPDD*) параллельно, а не в последовательном режиме. Основная особенность этого параллельного подхода – функциональная интеграция вокруг проекта, чтобы объединить опыт различных специалистов; сократить время завершения и уменьшить объем переделок, необходимых на более поздних этапах (производство и маркетинг) процесса [29].

5. Теория процессов системной интеграции и сетевой инноваций, которая основана на процессе четвертого поколения, но подчеркивает необходимость постоянных изменений. Инновационный процесс включает в себя новые электронные инструменты, такие как моделирование, CAD/CAM и быстрое создание прототипов, чтобы помочь этапам проектирования и разработки. Кроме того, создается сеть поставщиков, клиентов и других фирм, чтобы воспользоваться преимуществами объединения технологий и решить проблему более высокой сложности новых продуктов. Эффективность и скорость проистекают главным образом из

информационной эффективности процесса и непрерывной коммуникации через инновационную сеть. В таблице 1 обобщены стратегические элементы, которые участвуют в пятом поколении теории инновационного процесса.

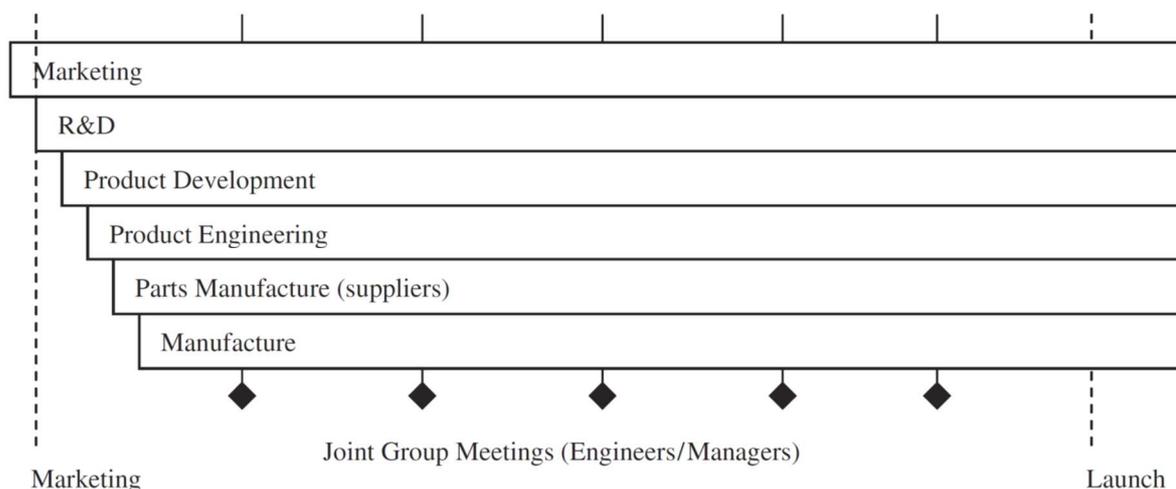


Рисунок 2 Пример интегрированного инновационного процесса (четвертое поколение). Адаптировано из работы [28].

Таблица 1 Инновационный процесс пятого поколения: основные элементы стратегии системной интеграции и сетей [28]

Стратегия, основанная на времени (более быстрая, более эффективная разработка продукта)
Развитие сосредоточено на качестве и других неценовых факторах
Акцент на корпоративной гибкости и отзывчивости
На переднем плане стратегии ориентация на клиента
Стратегическая интеграция с первичными поставщиками
Стратегии горизонтального технологического сотрудничества
Стратегии электронной обработки данных
Политика тотального контроля качества

Однако в 1980-х и 1990-х годах было разработано новое поколение; теории «систем инноваций». Эта теория связывает политику инновационных игроков со способностью фирм к инновациям, что, в свою очередь, влияет на благосостояние нации [9, 25]. Теория также пытается определить социальные и экономические последствия процесса, который создает инновации, и действующих лиц, которые влияют на этот процесс по всей стране.

Литература национальных систем инноваций ориентирована на поток знаний на личном, региональном или национальном уровне. Этот поток знаний включает институциональное взаимодействие между субъектами системы, такими как фирмы, университеты, исследовательские институты, правительства и их персонал; политическая поддержка со стороны правительств в таких областях, как законодательство, финансы и развитие инфраструктуры; характеристики рынка, например, размер и сложность, а также деятельность предприятий, такая как инвестиции в новые технологии, собственные исследования и процессы NPDD [9, 10, 23].

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, *Organization for Economic Cooperation and Development – OECD*) провела несколько обследований национальных инновационных систем для своих государств-членов. Чтобы сделать эти обследования сопоставимыми и описать их результаты в рамках стандартной методологии, ОЭСР разработала общую концепцию (рисунок 3), названную территорией инновационной политики.

Другой теоретической основой, широко используемой в литературе, является «Национальный бриллиант» (рисунок 4), предложенный М.Е. Портером. Эта модель группирует элементы, которые формируют национальную инновационную систему, по четырем основным признакам [7]:

1. *Условия фактора*: положение нации в таких факторах производства, как квалифицированная рабочая сила или инфраструктура, необходимых для конкуренции в данной отрасли.

2. *Условия спроса*: характер внутреннего спроса на продукт или услугу отрасли.

3. *Связанные и поддерживающие отрасли*: наличие или отсутствие в стране отраслей поставщиков и смежных отраслей, которые являются конкурентоспособными на международном уровне.

4. *Стратегия фирмы, структура и соперничество*. Условия в стране, определяющие порядок создания, организации и управления компаниями, а также характер внутреннего соперничества.

М.Е. Портер добавляет к этим четырем основным атрибутам еще два фактора – правительство и случайность – которые могут так или иначе влиять на эти атрибуты. Например, правительство может поддерживать промышленный сектор посредством регулирования, образовательной политики или финансовой политики. Случайные события, с другой стороны, находятся вне прямого контроля фирм или правительств (например, стихийные бедствия или нехватка физических ресурсов). Эти случайные события могут появиться как возможности для нации в зависимости от того, как они используются и в какой степени они готовы позитивно реагировать.

Исходя из определения инноваций и изучения вышеупомянутых теорий, автор К. Галанакис (*K. Galanakis*) в работе [11] разрабатывает новую концепцию динамических инновационных систем, которая состоит из пяти основных подсистем: создание знаний; NPDD; успех продукта на рынке; внутренние факторы, которые влияют на основной инновационный процесс фирмы и национальную инновационную среду. Основной инновационный процесс создается первыми тремя подсистемами. Пять подсистем работают параллельно и влияют друг на друга. Автор назвал эту абстрактную концепцию «Концепция Creative Factory» (рисунок 5), потому что ее целью является предоставление инструмента – «фабрики», который улучшит инновационную деятельность – «креативность» – фирмы.

1.3. Ограничения распространения инноваций

Одна из наименее изученных областей распространения инноваций – непринятие новых технологий [30]. В некоторых случаях отдельные лица или группы избегают функциональности технологии, независимо от того, когда она была разработана [31]. В других случаях пользователи существующих технологий не решают приобретать абсолютно аналогичные (цена, функция, доступность) новые продукты, когда они становятся доступными. Кроме того, некоторые, кто использовал новую технологию, могут позже перестать использовать, учитывая их неудовлетворенность опытом; также известный как прекращение [32].

При этом следует признать, что в большинстве исследований на эту тему до настоящего времени предполагалось, что для рационального или полезного максимизации потребителей в конечном итоге новая технология заменит старую [33-35], но история рынка показала, что это не так легко, автоматически или даже полностью. Например, еще в 1935 г. С. Гилфиллан (*S. Gilfillan*) в своей работе отмечал, что в морской отрасли некоторые сегменты рынка не заменяют парусные корабли (старая технология) даже после появления пароходов (новая технология) в девятнадцатом веке и дизельного топлива в двадцатом веке. Фактически, производители старой технологии продолжали коммерциализацию и ускоряли инновации в ответ на угрозу новой технологии (Гилфиллан назвал это явление «эффектом парусного судна») [36].

Теория принятия и распространения инноваций согласно работе Е. Роджерса (*E. Rogers*) представляет собой полезную системную основу для описания принятия или непринятия новых технологий [34]. Распространение происходит постепенно на одном рынке (система пользователей), когда информация и мнения о новых технологиях передаются потенциальным пользователям через каналы связи. Таким образом, пользователи получают личные знания о новых технологиях. Знание – это первый шаг пятиэтапного

процесса принятия Е. Роджерса. Другие четыре шага – это убеждение, решение (принять или отклонить новую технологию), внедрение и подтверждение. Принимая эту структуру, непринятие может быть объяснено как окончательный результат отдельного процесса принятия, который потерпел неудачу. Е. Роджерс утверждает, что большое количество условий (например, личные ограничения потенциального пользователя) и/или внешние препятствия (например, неэффективные каналы связи) могут препятствовать успеху процесса принятия [34].

Конечно, изучение того, какие факторы могут привести внедрение технологий к успеху или к провалу, является широким и междисциплинарным. Также важно отметить, что исследования, изучающие определители успешного распространения инноваций, являются относительно распространенными и, по большей части, внутренне согласованными. Например, внедрение технологий является популярной темой в маркетинге и литературе по разработке новых продуктов (*new product development – NPD*). И наоборот, исследования, изучающие непринятие технологии, относительно ограничены, но лучшее трактовка субъекта обычно вытекает из социологической перспективы.

Многие маркетинговые исследования фокусируются на том, как потребители воспринимают новые технологии, что обычно проверяется их поведением и реакцией на технологические инновации [37] и как они могут меняться со временем и опытом [38]. Общий интерес здесь представляет анализ демографических данных пользователей (см., например, [39, 40]), таких как возраст, пол, образование и т.д., для прогнозирования внедрения технологий [41]. Аналогичным образом, во многих исследованиях NPD делается попытка выяснить, какие этапы процесса разработки или характеристики нового продукта наиболее важны для достижения успеха на рынке и широкого его внедрения (например, [42, 43]). С другой стороны, в большинстве социологических исследований по этому предмету анализируется влияние технологий на характеристики общества, в которые

вовлечены потенциальные пользователи (например, [30, 44]). Согласно этим исследованиям, понимание взаимоотношений между пользователями может быть более критичным, чем факторы, относящиеся к самому продукту [45, 46]. Как подчеркивает К. Бруланд (*K. Bruland*), устойчивость к технологиям подразумевает изучение «взаимодействия между технологией и ее социальным контекстом» [47]. Чтобы объединить эти разрозненные дисциплины, в обзоре используется многоуровневый исследовательский подход, очерчивающий контекст распространения инноваций. Такой подход также дает возможность генерировать как можно более подробное объяснение этого явления. Три типа условий и три типа областей, в которых эти условия могут возникать, были выбраны, поскольку они отражают микро-, мезо- и макроуровни анализа экономических явлений [48]. В целом, внедрение технологий – это многоплановый процесс, в котором на поведение пользователей влияет широкий набор условий. Условия обучения и отдельная область относятся к микроуровню анализа, так как они полезны для понимания поведения одного приверженца технологии. Социальные условия и сфера сообщества относятся к мезоуровню, поскольку они показывают, как отношения между пользователями влияют на поведение при усыновлении. Технологические условия и область рынка/отрасли относятся к макроуровню, поскольку они связаны с общими характеристиками экономической системы (например, нации) и являются результатом суммы более микро (однопользовательских) поведений. Кроме того, предполагается, что внедрение новых технологий является многоплановым процессом. Этот процесс основан на оценке пользователями как жестких, так и мягких характеристик (или условий) как замещающей технологии, так и замещающей технологии. Этот процесс оценки формируется в нескольких контекстуальных областях (сферах деятельности и мышления).

Можно сказать, что внедрение новых технологий происходит в трех областях из-за тройственной природы большинства экономических явлений. Область рынка/отрасли – это (макро) область внедрения новых технологий.

Второй (мезо) тип измерения относится к набору отношений, формирующих социальную систему, в которой находятся потенциальные усыновители. Наконец, индивидуальное (микро) измерение – это третий уровень анализа, который может поддержать понимание этого процесса.

Критическим отличием между этими областями является точка зрения, предпринятая для оценки и обдумывания внедрения новой технологии. Каждая точка зрения является особенной, поскольку она формируется набором конкретных интересов, правил и норм данной сферы деятельности и мышления. Таким образом, каждая из этих точек зрения обеспечивает конкретную «линзу» для оценки положительно или отрицательно состояния (например, технологической сложности), влияющего на принятие новой технологии. Например, рассматривается, оценивается и принимается распространение новой технологии в экономической системе для выполнения определенной функции (например, использование ПК для просмотра развлекательных программ через веб-вещание вместо телевидения и традиционного вещания), или отклонение в трех областях одновременно:

(1) В области промышленности/рынка, на которой выгоды и издержки от изменений оцениваются в соответствии с их влиянием на большую экономическую систему. Например, как веб-вещание может повлиять на бизнес традиционных телеканалов или поведение телезрителей? Какие технологические инфраструктуры может предоставить страна для повышения полезности для пользователей и фирм, внедряющих веб-вещание?

(2) В области сообщества пользователей, в которой выгоды и издержки изменений оцениваются в соответствии с их влиянием на социальные отношения между членами сообщества. Например, как веб-вещание может изменить властные отношения внутри местной политики.

(3) В области одного пользователя, в котором выгоды и издержки изменения оцениваются в соответствии с их влиянием на личную полезность

одного пользователя. Например, какие навыки и возможности должен приобрести один пользователь, чтобы принять и использовать веб-вещание?

Такой процесс распространения, таким образом, включает три различных поля мышления и оценки. Конечно, уникальное условие может привести к расходящимся и/или аналогичным оценкам в разных областях. Например, сетевые внешние факторы являются типичным технологическим условием, которое существенно влияет на принятие и распространение инноваций как на индивидуальном, так и на промышленном уровне. Эта конструкция относится к той полезности, которую индивидуальный разработчик достигает в результате увеличения общего числа внедряемых на технологическом рынке [49]. Классические примеры того, как внешние сети способствуют распространению новой технологии, включают телефон, факс или интернет. Точно так же технологические условия являются критическими в так называемых сетевых отраслях (например, вещание, персональные компьютеры и воздушные перевозки). Сетевая индустрия – это рынок со следующими характеристиками: взаимодополняемость, совместимость и стандарты; внешние эффекты потребления; коммутационные расходы и блокировка; и значительная экономия на масштабах производства [50]. Распространение инноваций возможно только в отрасли такого типа, если есть определенные дополнительные технологические инфраструктуры (например, телевизоры, персональные компьютеры или аэропорты) и они работают [50].

Аналогичным образом, в нескольких исследованиях изучается важность сообществ практиков для индивидуального обучения и принятия инноваций [51, 52]. Сообщество практики «определяет себя в трех измерениях:

(1) Что это такое – его совместное предприятие, как его понимают и постоянно пересматривают его участники;

(2) Как это функционирует – отношения взаимного участия, которые связывают участников вместе в социальную сущность;

(3) Какие возможности он создал – общая совокупность коммунальных ресурсов (рутины, чувства, артефакты, словарный запас, стили и т.д.), которые участники развивали со временем».

Люди, которые решают, применять ли данную технологию или нет, имеют тенденцию действовать и обмениваться информацией в рамках одного или нескольких социальных сообществ, к которым они принадлежат. Таким образом, внедрение технологических инноваций зависит от индивидуального процесса осмысления, который потенциальное принимающее лицо предпринимает каждый раз, когда признает, что инновации могут удовлетворить их потребности и быть социально приемлемыми и защищенными их сообществом.

В отдельных областях и сферах сообщества знания пользователей оказывают важное влияние на технологические изменения на рынке, поскольку они опосредуют индивидуальный выбор для принятия инновации. С. Шапиро (*C. Shapiro*) и Х. Вариан (*H.R. Varian*) в своей работе [49] используют концепцию переключения затрат, чтобы подчеркнуть, как уровень знаний и возможностей людей, использующих существующую технологию, может помешать им принять новую технологию, нацеленную на замену прежней из-за ограничения «блокировки». Затраты на переключение обычно определяются как затраты, которые потребитель берет на себя, когда решает переключиться на товар или услугу конкурента. Они генерируют эффект блокировки, возникающий «всякий раз, когда пользователи вкладывают средства в несколько взаимодополняющих и долгосрочных активов, характерных для конкретной системы информационных технологий» [49]. И наоборот, С. Морэо (*C. Moreau*) с соавт. в работе [43] подчеркивает, что знание класса продукта, которым обладают существующие пользователи, может обеспечить явное преимущество в понимании ценности инновационности нового продукта. Поэтому неудивительно, что недавние исследования по внедрению высокотехнологичной продукции предполагают необходимость обучения, ориентированного на производителя [53].

Технологические условия помогают объяснить технические и рыночные особенности замещающей технологии и заменяемого продукта. Новые продукты, поступающие на рынок, редко бывают совершенно новыми, чаще всего их дизайн возникает из-за других замещающих и дополнительных технологий или рыночных продуктов [54]. Наличие дополнительных технологий положительно влияет на принятие новой замещающей технологии [55, 56]. Например, скорость внедрения USB-накопителей (технологическое устройство, заменяющее жесткие диски) сильно зависела от предшествующего распространения USB-портов на рынке персональных компьютеров. Точно так же распространение операционных систем исторически коррелировало с количеством программного обеспечения, доступного для его запуска. Например, большинство выпусков операционных систем с открытым исходным кодом, таких как Ubuntu, также содержат совместимые пакеты бесплатного программного обеспечения.

Учитывая сложную природу высокотехнологичных продуктов, большинство их рынков разработчиков состоят из промышленных сетей. Для пользователей это приводит к необходимости доступа к большому количеству технологий для использования одного продукта. Когда этот процесс приводит к появлению «отраслевого стандарта», обычно происходит взаимное сокращение принятия радикальных технологических инноваций на этом рынке. Действительно, отраслевой стандарт связывает воедино сеть дополнительных технологий (например, проигрыватели компакт-дисков, компакт-диски и программное обеспечение). Это усложняет для пользователей существующих технологий (и их технологической сети) принятие более нового и совершенно другого продукта, удовлетворяющего те же потребности, поскольку использование инноваций требует дополнительных технологий, еще не широко распространенных на рынке.

Кроме того, технологическая сложность существующего и широко распространенного продукта также снижает его способность к выживанию. Если сложный продукт представляет собой артефакт, соединяющий

несколько уровней технологий (каждый с определенными настройками дизайна) [57], то пользователям может оказаться рискованным и дорогостоящим переход на другую технологию, созданную технологическими подсистемами, использующими разные компоненты. Например, водители автомобилей часто предпочитают покупать автомобили с крупными цепочками поставок для техобслуживания в своей стране, так как это позволяет дешевле и быстрее обслуживать автомобиль по мере его старения. Это вызывает определенные ожидания пользователей в отношении успеха появляющейся технологии; таким образом, его сеть дополнительных продуктов будет влиять на скорость его принятия [58].

Социальные условия объясняют культурные и соответственные особенности (например, нормы, ценности, иерархии), широко распространенные в группах или сообществах, к которым принадлежат пользователи. Например, статус, который пользователи получают в своей социальной группе с помощью данной технологии, влияет на их склонность менять ее на более новые продукты. С этой точки зрения, если член сообщества старинных автомобилей установит современный проигрыватель компакт-дисков, другие участники, вероятно, «не одобряют» это изменение и сочтут их и их автомобиль менее достойными членства в сообществе.

Этот риск, вероятно, может быть ниже, если принимающее лицо было лидером общественного мнения. Этот тип личности играет решающую роль в распространении инноваций. Лидеры общественного мнения – это люди, которые часто влияют на ориентацию других людей на внедрение инноваций [34]. Если использование технологической инновации в сообществе отрицательно принимается или неправильно понимается, скорость его внедрения, вероятно, также будет замедлена. Фирмы обычно просят поддержки лидеров мнений, чтобы предотвратить этот риск. Позитивная оценка лидеров мнений (если они существуют) имеет решающее значение для расширения общественного принятия технологических инноваций в их сообществе или на рынке.

Тем не менее, распространение инноваций можно также рассматривать как процесс «массового поражения», развивающийся в социальной сети и основанный на взаимном влиянии между его «равноправными» узлами [59]. Социальное влияние – это процесс, с помощью которого человек улавливает идею или поведение другого человека [60]. Это специфическая особенность сетей, которая обычно реализуется посредством сплоченности и структурной эквивалентности, двух типичных сетевых мер, которые рассматриваются как движущие механизмы заражения. Медицинские инновации являются хорошо известным примером того, как социальное влияние в сообществе пользователей может опосредовать динамику внедрения нового продукта [36]. При этом исследования также показали, что как влиятельные, так и личные предпочтения врачей одинаково важны для ориентации внедрения инноваций в медицинских сообществах [36].

Условия обучения являются индивидуальными характеристиками одного пользователя. Эти условия могут повлиять на приобретение новых компетенций и возможностей, необходимых для использования новых технологий. Тем не менее, обучение также представляет собой многоэтапный социальный процесс, посредством которого человек (или организация) получает кодифицированную информацию и/или неявные знания из своей внешней среды, усваивает этот новый пакет знаний и использует его для инноваций своих действий. Социализация является критической фазой этого процесса [36] и зависит от степени социального заражения сообщества пользователей. Тем не менее, усыновители должны иметь возможность усваивать внешние знания и применять их для использования новых технологий. Таким образом, степень поглощающей способности отдельных пользователей [61] может положительно повлиять на их обучение тому, как использовать новые технологии, и сделать менее трудным выход на пенсию существующей технологии.

Кроме того, степень затрат на переключение, которые потенциальный сторонник новой технологии может себе позволить, чтобы узнать, как

использовать новую, зависит от того, сколько времени и усилий этот человек потратил на изучение того, как использовать старую технологию и ее функции. Например, типичным преимуществом первопроходцев в сетевых отраслях является их способность создавать доминирующий дизайн, который может быстро выйти на рынок, что затрудняет конкурентам завоевание доли рынка с альтернативными продуктами впоследствии. Доминирующий дизайн – это продукт, широко принятый в соответствующей отрасли, и его появление явно меняет характер рыночной конкуренции [36]. Основным следствием этого является то, что продукт первой движущей силы становится отраслевым стандартом, которому вынуждены следовать его конкуренты. Аналогичная ситуация характерна для индустрии программного обеспечения, где Microsoft с ее пакетом (Microsoft Office) была первой движущей силой (1989 г.) в сегменте рынка офисных пакетов, и сегодня она по-прежнему является ведущим стандартом дизайна для различных офисных пакетов. Действительно, Microsoft запустила программу Word 1.0 для Macintosh в 1984 году (первый год коммерциализации этого компьютера), а пять лет спустя упаковала ее с другими приложениями (такими как Excel или PowerPoint) в первый пакет Office.

С учетом условий, предшествующих внедрению технологии, и с четким пониманием контекстных областей, в которых технология применяется, обзор литературы обеспечивает прочную основу для анализа моделей использования технологии с помощью нового объектива непринятия. В связи с этим, кажется логичным начать с наиболее часто упоминаемого фактора внедрения технологий – технологической полезности. При этом почти нелогично, что продукты будут разрабатываться или выпускаться на рынок без замены полезности существующего продукта или технологии, но это не беспрецедентно в недавней истории.

Случаи количественно плохой полезности в развитии высоких технологий, по природе процесса, редки. Поэтому, учитывая его «зеленую» технологическую полезность, разумно задаться вопросом, почему

достижения в области разработки электрических двигателей и аккумуляторов не привели к гибели автомобилей с бензиновыми двигателями? Это не из-за отсутствия «новых» технологий, из которых существует множество. Существенная проблема, с которой сталкиваются электромобили, заключается в том, что пользователи оценивают производительность на основе существующей эффективности имеющегося в настоящее время продукта [36]. С точки зрения пользователя, даже автомобили с бензиновым двигателем с очень низкой производительностью стоят дешевле, ездят дальше и дешевле в обслуживании, чем лучшие электромобили. Таким образом, хотя можно предположить, что может наступить момент, когда появятся все различные технологии, необходимые для того, чтобы сделать электромобили дешевыми и с приемлемым диапазоном, важно подчеркнуть, что это не зависит от разработок в области технологии электрических двигателей и аккумуляторов. Таким образом, старые технологии обычно не заменяются более новыми, когда технологическая сложность категории продуктов имеет тенденцию фокусировать оценки на общей эффективности [43], а не на использовании новых функций.

Еще один интересный случай простой технологической утилиты, не стимулирующей потребление, происходит на рынке персональных компьютеров (ПК). Сканируя популярные технологические периодические издания и национальные газеты, персональные компьютеры Apple all-in-one часто оцениваются как более надежно удовлетворяющие потребности пользователей в ключевых областях и с технологией, готовой к использованию «из коробки», чем сопоставимые ПК на базе Windows. Следуя перспективам максимизации полезности или технологической сложности при внедрении технологий, Apple, возможно, может стать доминирующим игроком на рынке домашних компьютеров. Но одним из важных факторов, влияющих на 90-процентную долю, принадлежащую ПК Wintel (операционная система Windows/процессор Intel), является подавляющим преимуществом в доступности дополнительных технологий,

таких как программное обеспечение для бизнеса, игровое программное обеспечение, периферийные устройства, запасные части и поддержка доступна от местных техников. Таким образом, для неопытных пользователей полезность технологии ПК может быть ограничена, но она значительно расширяется за счет взаимодополняемости связанной с ней промышленной сети [50]. В этом случае новая технология не может заменить более старую технологию, когда технологическая взаимодополняемость создает более высокую общую полезность для существующих пользователей, которую можно было бы получить, приняв новую технологию.

Полезность, независимо от ее природы или источника, никогда не была полным объяснением поведения людей. Во многих случаях это не полезность, а контекст, который определяет использование новой технологии. Самое обширное исследование, объясняющее непринятие технологии, осуществляется с помощью дискурса о дефиците пользователей. В таких случаях это социальный контекст; например, недостаточное материальное благосостояние в бедных общинах, принудительное социальное размежевание на рабочем месте или исключение, обусловленное властью в случае чувствительных или опасных технологий, что объясняет – принятие гораздо лучше, чем полезность технологии в вопросах [36].

Несомненно, однако, есть много контекстов, в которых технология является желанным дополнением к социальной жизни, например, независимо от богатства сообщества, большинство людей имеют высокую оценку и некоторую форму доступа к записанной музыке. Тем не менее, для богатых аудиофилов, которые развили постоянную вовлеченность [62], оценка музыки также распространяется на технологии, используемые для воссоздания музыки. Результатом на соответствующем рынке/индустрии «hi-fi» стало стремление снизить искажения при записи и повысить способность слышать весь спектр излучаемых тонов. Есть, конечно, ограничивающие факторы в этом воспроизведении, из которых наиболее важным является изменение характеристик звука при его усилении или захвате. Многие

аудиофилы разделяют твердую убежденность в том, что в процессе усиления и захвата следует использовать «ламповую» технологию, так называемую для вакуумных ламповых цепей. Ранние исследования показали, что предпочтение такой технологии не ограничивается простой качественной оценкой музыки из ламповых систем, но что они также оказывают специфическое и измеримое влияние на характеристики записанных звуков [63]. За последние 15 лет возможности цифрового оборудования моделировать и воспроизводить «звук трубки» резко возросли, эффективно стирая измеримые различия между усилением или захватом трубки и транзистора. Таким образом, хотя ученый может обоснованно обвинить аудиофилов в том, что они сформировали некую форму группового мышления, следует также признать, что пользователи разрабатывают свои собственные шаблоны для осмысления технологии и что именно этот процесс формирует обоснование для оценки, а не научный уровень. Соответственно, пользователи ламповой технологии по-прежнему придерживаются негативных стереотипов в отношении цифровых технологий, многие из которых проистекают из недостатков, выявленных в ходе внедрения технологии более 30 лет назад. Таким образом, здесь можно утверждать, что, независимо от простого социального контекста, старые технологии выживают, когда социальные ориентации на новые технологии отрицательны [36].

В некоторых случаях, однако, это не исключаящий социальный контекст или отрицательная социальная ориентация на технологию, которая приводит к непринятию, а скорее ее социальное использование. Например, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) вытеснили так много других существующих технологий, как дома, так и на рабочем месте, что практически невозможно систематизировать степень их принятия. Кроме того, в некоторых высокотехнологичных «коридорах», таких как Силиконовая долина (Калифорния, США), ИКТ также стали необходимой особенностью повседневной жизни. Однако, несмотря на пресловутые

преимущества такой технологии, многие сообщества в других высокотехнологичных коридорах, таких как Бангалор в Индии, отказываются от использования ИКТ в социальных сетях, таких как знакомства, доставка продуктов питания и социальные сети. Интересно то, что работники умственного труда в Бангалоре не имеют ни когнитивного, ни материального дефицита в отношении ИКТ. Поскольку многие из них в течение многих лет обучались работе в отрасли ИКТ, можно также предположить, что они не содержат отрицательных стереотипов технологии. В работе [47] утверждается, что непринятие должно скорее рассматриваться как положительная часть процесса социального отбора. Таким образом, чтобы изучить силу распространения новой технологии, также необходимо понять местные культурные особенности предполагаемых групп пользователей. В этом случае старые технологии выживают, когда новая технология не создает достаточно сильную социальную заразу, чтобы вытеснить сообщество «непользователей».

Конечно, в то время как социальные факторы в прошлом приводили к желанию владеть новой технологией, одной из ключевых аксиом является то, что владельцу потребуется определенный уровень нового обучения, чтобы обеспечить возможность использования. Таким образом, пользователь, сообщество пользователей или поставщик технологий должны согласовать барьер знаний. Способность человека или групп людей к обучению, конечно, ограничена. Доступ к обучению может быть ограничен в данном, а в некоторых случаях ограничен неудачей самой организации, разрабатывающей технологии [36].

В то время как в последние годы правительства и работники образования стремились увеличить способность к обучению потенциальных пользователей ИКТ, многие успешные инновационные организации не осознают влияние, которое действительно новые технологии будут оказывать на существующих пользователей ИКТ. Внедрение радикально нового продукта может быть значительно затруднено, если потребителю требуется

широкий маркетинг, чтобы понять, что новый продукт относится к тому же классу, что и старый [36]. При этом некоторые нововведения никогда полностью не рассредоточены по предполагаемому рынку и никогда не вытеснят установленные устройства. Хорошими примерами этого явления являются технологии цифрового ввода, такие как распознавание голоса или почерка. Хотя существует много хороших технических обоснований, поддерживающих разработку такой технологии (позволяющую поддержку пользователей с ограниченными возможностями, скорость использования, моделирование естественного почерка и т.д.), Традиционные поверхности для набора текста или телефонные клавиатуры остаются наиболее распространенными и широко применяемыми на рынке ИКТ. Одно прямое объяснение относительно низкого уровня освоения этих новых технологий заключается в том, что возможность использовать клавиатуру или цифровую клавиатуру никоим образом не подготавливает пользователей к микрофонным системам «разговорного» типа или устройствам для распознавания рукописного ввода на основе «стилуса». Большинство таких устройств требуют, чтобы пользователь изучил правильную технику ввода. В работе [53] предлагается производителям высоких технологий разработать «дорожную карту», чтобы конечные пользователи научились в достаточной степени использовать эту технологию в новых высокотехнологичных продуктах. Тем не менее, такая образовательная структура не представляет большого интереса для пользователя пассивных технологий [36], и в некоторой степени это объясняет сохраняющуюся популярность ряда условно устаревших технологий. В этом случае старые технологии выживают, когда существующие возможности обучения не оказывают существенной помощи в использовании новых технологий.

Тем не менее, многие люди и организации более чем готовы развивать способность использовать продукт, если предполагаемая полезность [35] достаточно высока. Одним из примеров продукта, обеспечивающего неотразимую полезность, является сделанная на заказ корпоративная система

ИКТ. Хорошо известные системы ИКТ, такие как система бронирования билетов SABER, впервые разработанная для American Airlines компанией IBM в 1950-х годах, создали явное конкурентное преимущество. В случае SABRE преимущество, создаваемое инновационной системой ИКТ, и относительно позднее внедрение таких технологий другими, часто объясняется крахом нескольких конкурентов на рынке (таких как Braniff International Airways). Тем не менее, такие системы представляют собой одну из крупнейших отдельных инвестиций, которые может сделать организация. Эти затраты возникают не только из-за разработки программного обеспечения, но также из-за установки соответствующего оборудования, конфигураций для конкретных групп, программ обучения пользователей и текущего обслуживания системы. Такие инвестиции в обучение, управление временем и капитальные затраты не являются легкими. Поэтому такие системы довольно часто используются, когда новые технологии уже давно превосходят возможности более старых. Таким образом, последнее окончательное объяснение этого продолжающегося использования более старой технологии – это степень, в которой новая технология требует затрат на переключение [49] выше, чем предполагаемая полезность, полученная от ее использования. В некоторых случаях старые технологии выживают, когда затраты на обучение, которые могут возникнуть при переходе от старых к новым технологиям, чрезмерно высоки.

1.4. Выводы по первой главе

За эти годы было разработано несколько теорий, которые являются попытками описать, как инновации происходят в фирме и какие факторы влияют на результат этого процесса. Эти теории приходят с разных точек зрения, которые либо сосредоточены на управлении, экономических или социальных науках. Факторы, которые имеют отношение к инновациям, поскольку они представлены в литературе, однако, создают сложную сеть.

Эта сложность часто заставляет менеджеров принимать решение, результат которого противоречит их первоначальным целям, потому что изменения на одной стороне этой сети часто трудно соотносить с эффектами в другой области.

Тем не менее, из-за своего особого характера проблемы, теоретические и эмпирические достижения, показанные на нем, представляют собой лишь частичную точку зрения и выполнены на качественном уровне, не позволяющем на детерминированном уровне – с использованием конкретных экономических показателей – оценить инновационную активность предприятия. Отличие подхода, который будет применен в данной работе исключает этот недостаток, в этом состоит его полезность для практики.

ГЛАВА 2. Оценка инновационной активности промышленного предприятия

В данной главе на основе производственных функций предложена оригинальная методика оценки инновационной активности промышленного предприятия. Методика позволяет оценить экономический результат на промышленном предприятии от внедрения конкретного инновационного проекта. Для оценки инновационной активности предприятия предложен критерий, основанный на динамике суммы показателей эластичности производства предприятия, за период времени до и после реализации инновационного проекта.

2.1. Постановка задачи

В.Г. Мохов в работе [64] отмечал «стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 г. закрепила тезис о том, что становление нашего государства как одного из мировых лидеров, способных обеспечить высокий уровень благосостояния населения, невозможно без перехода экономики на инновационную модель развития. Стратегия была утверждена в декабре 2011 года и стала закономерной реакцией руководства страны на сложившуюся ситуацию в экономике, заключающуюся в значительной диспропорции в ее отраслевой структуре и большим отставанием от стран-лидеров в инновационной сфере» (рисунок 3) [64].

Однако за прошедшее время структура экономики страны не претерпела значительных изменений, продолжилось развитие по экстенсивной модели с явным доминированием сырьевой отрасли. Подтверждением данного тезиса являются также негативные тенденции в экономике РФ, возникшие во второй половине 2014 г. на фоне обострившейся политической обстановки и масштабного снижения цен на энергоносители. Сложившаяся ситуация не

отменяет ключевых положений стратегии инновационного развития, а лишь ужесточает требования к темпам и качеству их реализации.



Рисунок 3 Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации. Адаптировано из работы [64]

Согласно общепринятому международному определению, инновация есть введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связей [65]. Важно понимать, что инновация является конечным результатом инновационной деятельности и должна быть воплощена в новом рыночном продукте или новом технологическом, организационном, маркетинговом процессе, используемом на практике. Таким образом, ключевым субъектом инновационной деятельности является фирма, которая осуществляет разработку и внедрение инноваций для повышения конкурентоспособности и изменения собственного положения на рынке. Роль государства в инновационном процессе заключается в первую очередь в создании соответствующей среды

и ресурсной поддержке организаций, осуществляющих инновационную деятельность.

Одна из ключевых характеристик процесса разработки и внедрения инноваций – высокий уровень неопределенности потенциальных результатов. Будущие достижения в знаниях и технологиях, перспективы развития рынков, уровень спроса на новые продукты и технологии зачастую бывают непредсказуемыми, причем уровень неопределенности варьируется в зависимости от отрасли, жизненного цикла продукта и многих других факторов. В значительном диапазоне может измениться потребность во времени и ресурсах, необходимых для успешной реализации инновационного плана. Таким образом, одной из ключевых задач, стоящих перед руководством фирмы, планирующей реализовать инновационный проект, является качественное прогнозирование его результатов.

Вопросы прогнозирования социально-экономических процессов нашли свое отражение в трудах многих отечественных и зарубежных ученых: И.В. Бестужева-Лады, Н.Д. Кондратьева, В.В. Леонтьева, С.Г. Светунькова, Б.М. Кузыка, В.И. Кушилина, В.Дж. Абернати, Дж.М. Уттербака и других. В настоящее время насчитываются сотни различных методов прогнозирования, однако на практике регулярно используется несколько десятков базовых методов. Общая классификация основных методов представлена на рисунке 4 [66, 67].

Применение экспертных методов прогнозирования оправданно в ситуациях, когда использование формализованных методов осложнено высокой неопределенностью исследуемого процесса, отсутствием или недостаточным количеством статистической информации об объекте, высокой сложностью прогнозируемого явления [66]. Достоверность и точность экспертных прогнозов уступает прогнозам, созданным с применением математического аппарата, поэтому в экономической науке ключевую роль играют именно формализованные методы моделирования и прогнозирования.

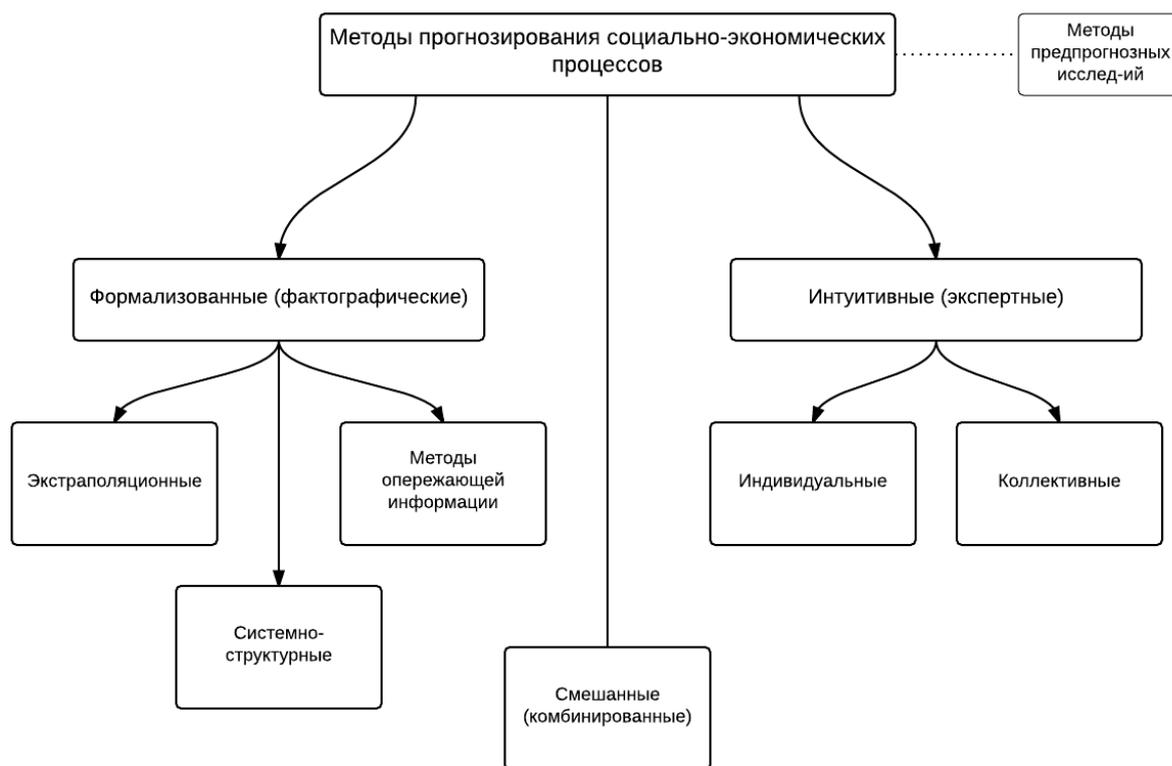


Рисунок 4 Классификация методов социально-экономического прогнозирования

Выбор метода прогнозирования определяется задачами прогнозирования и конкретными условиями функционирования исследуемого процесса. Инновационная деятельность предприятия характеризуется высокой степенью неопределенности. Кроме того, при внедрении нового продукта или инновационного процесса отсутствует необходимое количества ретроспективных данных для построения экстраполяционных моделей, которые могли бы описать поведение фирмы на рынке в результате реализации инновационного проекта. Описанные характеристики говорят о том, что достоверное прогнозирование результатов инновационной деятельности невозможно без применения экспертных методов. Совокупность подобных методов под общим названием «форсайт» нашла широкое применение среди специалистов, занимающихся стратегическим

планированием и прогнозированием, как на государственном, так и на корпоративном уровне.

Форсайт представляет собой систему методов экспертной оценки стратегических направлений социально-экономического и инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику и общество в средне- и долгосрочной перспективе. Среди наиболее продуктивно используемых методов форсайта – Дельфи, критические технологии, разработка сценариев, технологическая дорожная карта и формирование экспертных панелей [68, 69]. Однако важно понимать, что форсайт – это не просто набор различных техник предвидения и прогнозирования, но в первую очередь процесс, который предполагает постоянную обратную связь корпорации и участвующих в форсайте экспертов, прежде всего для корректировки выработанных стратегий. Кроме того, все форсайт-исследования исходят из предположения, что существует множество вариантов будущего, и вероятность наступления одного из них зависит от действий, который предпринимаются в текущее время. Поэтому результатом таких исследований становятся стратегии и программы средне- и долгосрочного развития с перечнем конкретных мероприятий и направлений развития [64].

Несмотря на постоянное развитие и совершенствование системы методов форсайта и накопленный за последние десятилетия опыт, уровень их внедрения и применения в различных организациях значительно отличается. Разработанные прогнозы часто не соответствуют реальному развитию того или иного социально-экономического процесса в силу его сложности и многофакторной зависимости от внешних условий. В подобных обстоятельствах многие корпорации (как отечественные, так и зарубежные) ограничивают применение трудовых и временных ресурсов для проведения форсайт-исследований. Таким образом, специфичные черты экспертных методов прогнозирования делают их недостаточно эффективными для всестороннего анализа инновационной активности предприятия и

подталкивают исследователей к поиску дополнительных аналитических инструментов.

Несмотря на то, что на сегодняшний момент не существует эффективной методики, описывающей применение количественных методов для прогнозирования результатов инновационной деятельности предприятия, существует возможность количественной оценки этих результатов. Данное утверждение основано на предположении, что внедрение и освоение инноваций – это разновидность инвестиционного процесса, и, следовательно, предполагает вложение определенного количества ресурсов (материальных, человеческих, временных) на этапе разработки и внедрения инновации с последующей генерацией денежного потока и изменением положения фирмы на отраслевом рынке. При этом данный процесс является конечным и ограничен жизненным циклом инновации. Оценка подобных количественных характеристик предполагает использование математического аппарата.

2.2. Математическая модель. Обсуждение

Предположим, что инновационный процесс может быть смоделирован с применением экономико-математических методов, в частности с помощью широко используемых в микроэкономике для анализа абсолютных показателей производства степенных производственных функций.

Производственная функция (1), известная в экономической теории как функция Кобба-Дугласа, позволяет исследовать объёмы производства в зависимости от двух факторов производства – численности и основных производственных фондов.

$$ТП = A \cdot N^{\alpha} \cdot ОПФ^{\beta}, \quad (1)$$

где $ТП$ – товарная продукция, тыс. руб./год; N – численность персонала, чел.; $ОПФ$ – объём основных производственных фондов, тыс. руб.; A –

эмпирически определяемый коэффициент, обеспечивающий сопряжение размерности левой и правой части и одновременно выполняющий роль масштабного переводного множителя между всеми компонентами выражения (1); α , β – безразмерные коэффициенты эластичности выпуска продукции по соответствующему ресурсу.

Для промышленных предприятий, имеющих высокую материалоемкость продукции, в производственной функции целесообразно учесть влияние материальных ресурсов на выпуск продукции. Также при оценке инновационной активности необходимо учесть влияние «автономного» технического прогресса нейтрального по Хиксу, дополнив выражение (1) множителем $e^{\lambda t}$ [70]. В результате функция приобретает вид (2):

$$ТП = A \cdot N^\alpha \cdot ОПФ^\beta \cdot ОС^\gamma \cdot e^{\lambda t}, \quad (2)$$

где $ОС$ – оборотные средства, тыс. руб./год; γ – безразмерный параметр, отвечающий за эластичность выпуска продукции по оборотным средствам; e – основание натурального логарифма; λ – безразмерный коэффициент эластичности, показывающий влияние «автономного» технического прогресса на результаты производства; t – время, нормированное относительно базового года, год, ($t_i = T_i - T_0$).

Параметры производственных функций $A, \alpha, \beta, \gamma, \lambda$ в наиболее общем виде находятся на основе ретроспективных данных о $ТП, N, ОПФ, ОС, t$, как решение системы уравнений (3). В системе уравнений (3) m – число лет за которое собраны ретроспективные данные ($m > 4$).

Использование метода степенных производственных функций для анализа экономики производства часто затруднено тем, что система уравнений (3) может не иметь решения. Это объясняется тем, что между статистическими данными может существовать зависимость, обусловленная не столько их функциональной связью, сколько близостью во времени

наборов экзогенных переменных, когда все величины изменяются пропорционально. При этом возникает явление, названное Мендерсхаузенем эффектом мультиколлинеарности между независимыми переменными. Для преодоления этого барьера необходимо сделать следующие преобразования.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \sum_{i=1}^m \ln TП_i = m \cdot \ln A + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m \ln N_i + \beta \cdot \sum_{i=1}^m ОПФ_i + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m \ln OC_i + \lambda \cdot \sum_{i=1}^m t_i, \\
 \sum_{i=1}^m (\ln TП_i \cdot \ln N_i) = \ln A \cdot \sum_{i=1}^m \ln N_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (\ln N_i)^2 + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (\ln ОПФ_i \cdot \ln N_i) + \\
 \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (\ln OC_i \cdot \ln N_i) + \lambda \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln N_i), \\
 \sum_{i=1}^m (\ln TП_i \cdot \ln ОПФ_i) = \ln A \cdot \sum_{i=1}^m \ln ОПФ_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (\ln ОПФ_i \cdot \ln N_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (\ln ОПФ_i)^2 + \\
 \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (\ln ОПФ_i \cdot \ln OC_i) + \lambda \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln ОПФ_i), \\
 \sum_{i=1}^m (\ln TП_i \cdot \ln OC_i) = \ln A \cdot \sum_{i=1}^m \ln OC_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (\ln OC_i \cdot \ln N_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (\ln OC_i \cdot \ln ОПФ_i) + \\
 \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (\ln OC_i)^2 + \lambda \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln OC_i), \\
 \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln TП_i) = \ln A \cdot \sum_{i=1}^m t_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln N_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln ОПФ_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (t_i \cdot \ln OC_i) + \lambda \cdot \sum_{i=1}^m t_i^2
 \end{array} \right. \quad (3)$$

Разделим полный дифференциал функции (2) на саму функцию.

Получим:

$$dTП / TП = \alpha \cdot dN / N + \beta \cdot dОПФ / ОПФ + \gamma \cdot dOC / OC + \lambda \cdot dt \quad (4)$$

Введем обозначения:

$$dTP / TP = 2 \cdot \frac{TP_{i+1} - TP_i}{TP_{i+1} + TP_i} = z, \quad dN / N = 2 \cdot \frac{N_{i+1} - N_i}{N_{i+1} + N_i} = x,$$

$$dOP\Phi / OP\Phi = 2 \cdot \frac{OP\Phi_{i+1} - OP\Phi_i}{OP\Phi_{i+1} + OP\Phi_i} = y,$$

$$dOC / OC = 2 \cdot \frac{OC_{i+1} - OC_i}{OC_{i+1} + OC_i} = w, \quad dt = t_{i+1} - t_i = 1.$$

Выражение (4) преобразуется в уравнение:

$$z = \alpha \cdot x + \beta \cdot y + \gamma \cdot w + \lambda \quad (5).$$

На основе преобразованных исходных данных из системы уравнений (6) находим коэффициенты эластичности $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m z_i = \lambda \cdot m + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m x_i + \beta \cdot \sum_{i=1}^m y_i + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m w_i, \\ \sum_{i=1}^m (x_i \cdot z_i) = \lambda \cdot \sum_{i=1}^m x_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m x_i^2 + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (x_i \cdot y_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (x_i \cdot w_i), \\ \sum_{i=1}^m (y_i \cdot z_i) = \lambda \cdot \sum_{i=1}^m y_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (x_i \cdot y_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m y_i^2 + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m (y_i \cdot w_i), \\ \sum_{i=1}^m (w_i \cdot z_i) = \lambda \cdot \sum_{i=1}^m w_i + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m (x_i \cdot w_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^m (y_i \cdot w_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^m w_i^2. \end{array} \right. \quad (6)$$

По найденным числовым значениям коэффициентов эластичности по формуле (7) находится коэффициент A :

$$A = \frac{\sum_{i=1}^m z_i \cdot x_i^\alpha \cdot y_i^\beta \cdot w_i^\gamma \cdot e^{\lambda \cdot t}}{\sum_{i=1}^m (x_i^\alpha \cdot y_i^\beta \cdot w_i^\gamma \cdot e^{\lambda \cdot t})^2} \quad (7)$$

Найденные по описанной методике параметры производственной функции (2) представляют собой 2 экономико-математические модели производственной деятельности промышленного предприятия за 5 лет до и 5 лет после внедрения инновационного проекта. Их достоверность проверяется аналитически по оценке отклонений фактических значений экзогенного

показателя на ретроспективном участке от соответствующих им теоретических значений. Оценка может осуществляться по широко известным критериям согласия: Фишера, Стьюдента, Колмогорова – Смирнова и другим, используемым для проверки статистических гипотез в обычных моделях аппроксимации.

Разность результирующих показателей производства $\Delta TP = TP_i - TP_{i+1}$ характеризует результат от внедрения конкретного инновационного проекта. При этом инновационная активность предприятия (IA), применительно к данному инновационному проекту, может быть оценена по сумме динамики показателей эластичности производства за анализируемый период производства:

$$IA = (\alpha_{i+1} - \alpha_i) + (\beta_{i+1} - \beta_i) + (\gamma_{i+1} - \gamma_i) + (\lambda_{i+1} - \lambda_i).$$

2.3. Выводы по второй главе

В условиях современной экономической и политической нестабильности внешняя среда любой организации является крайне агрессивной и мало предсказуемой. Реализация инвестиционных и тем более инновационных проектов в таких условиях затруднительна и сопряжена с большими рисками. Однако именно в такой ситуации необходимо реализовывать масштабные структурные изменения, направленные на активное применение инновационных технологий и продуктов, импортозамещение, развитие отстающих отраслей. Без их активного внедрения изменение общего состояния экономической системы невозможно. В сложившейся ситуации экономико-математические модели инновационной деятельности предприятия должны стать инструментом эффективного руководителя, позволяющими принимать оптимальные управленческие решения.

ГЛАВА 3. Применение модели инновационной активности предприятия на примере проекта «Высота-239»

Данная глава посвящена моделированию количественных характеристик инновационного процесса для оценки инновационной активности промышленного предприятия в контексте внедрения конкретного инвестиционного проекта.

3.1. Постановка задачи

В условиях современной экономической и политической нестабильности внешняя среда любой организации является крайне агрессивной и мало предсказуемой. Реализация инвестиционных и тем более инновационных проектов в таких условиях затруднительна и сопряжена с большими рисками. В сложившейся ситуации экономико-математические модели инновационной деятельности предприятия должны стать инструментом эффективного управления.

Это предопределило актуальность разработки метода оценки и прогнозирования результатов инновационной деятельности корпорации на основе моделирования результирующих показателей производства.

Исходным этапом прогнозирования выступает построение производственной функции (1), известной как функция Кобба-Дугласа, при этом для промышленных предприятий в функции целесообразен учет материальных ресурсов и влияния «автономного» технического прогресса нейтрального по Хиксу [70]:

$$ТП = A \cdot ФОР^\alpha \cdot ОПФ^\beta \cdot ОС^\gamma \cdot e^{\lambda \cdot t}, \quad (1)$$

где $ТП$ – товарная продукция, тыс. руб./год; $ФОР$ – фонд оплаты труда, тыс. руб.; $ОПФ$ – объём основных производственных фондов, тыс. руб.; $ОС$ –

оборотные средства, тыс. руб./год; A – эмпирически определяемый коэффициент, обеспечивающий сопряжение размерности левой и правой части и одновременно выполняющий роль масштабного переводного множителя между всеми компонентами формулы (1); α, β, γ – коэффициенты эластичности выпуска продукции по соответствующему ресурсу, безразм.; e – основание натурального логарифма; λ – коэффициент эластичности, показывающий влияние «автономного» технического прогресса на результаты производства, безразм.; t – время, нормированное относительно базового года, год, ($t_i = T_i - T_b$).

Параметры производственных функций $A, \alpha, \beta, \gamma, \lambda$ в наиболее общем виде находятся на основе ретроспективных данных о $ТП, ФОТ, ОПФ, ОС, t$ с применением методов корреляционно-регрессионного анализа.

Для оценки инновационной активности промышленного предприятия строятся две модели за m лет до внедрения инновационного проекта и за период m лет после его реализации (продолжительность периода зависит от характера инновационного проекта). Разность результирующих показателей производства $\Delta ТП = ТП_i - ТП_{i+1}$ является результатом от внедрения конкретного инновационного проекта.

3.2. Обсуждение результатов

Инновационная активность предприятия (IA), применительно к данному инвестиционному проекту оценивается по сумме динамики показателей эластичности производства за анализируемый период производства [64]:

$$IA = (\alpha_{i+1} - \alpha_i) + (\beta_{i+1} - \beta_i) + (\gamma_{i+1} - \gamma_i) + (\lambda_{i+1} - \lambda_i).$$

Применим данную методику для оценки инновационной активности ОАО «ЧТПЗ» в процессе реализации инновационного проекта цеха «Высота-239».

В качестве исходных данных для построения модели и расчета коэффициентов будем использовать значения соответствующих показателей из официальной бухгалтерской отчетности. Для увеличения количества

наблюдений и построения более достоверных коэффициентов модель построим на основе квартальных показателей. В таблице 2 представлена выборка данных бухгалтерской отчетности ОАО «ЧТПЗ», которая охватывает период за 3 года до начала реализации проекта, а также период внедрения и промышленной эксплуатации цеха «Высота-239».

Для расчета коэффициента инновационной активности предприятия построим две модели предприятия на базе производственной функции по описанной ранее методике. Поскольку мы рассматриваем промышленное предприятие как детерминированную систему, то целесообразно проводить анализ на равных временных промежутках. Инвестиционная стадия инновационного проекта «Высота-239», которая включала в себя этапы подготовки, непосредственно реализации (строительства) и пуско-наладочных работ, длилась 3 года, поэтому модель "до" будем строить на данных за 3 года до начала подготовки проекта, модель "после" - на основе показателей за 3 года после начала промышленной эксплуатации.

Расчет параметров производственной функции будем выполнять методом наименьших квадратов в среде языка программирования "R", с корректировкой коэффициентов с учетом эффекта мультиколлинеарности с помощью механизма ридж-регрессии. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 2 Данные выборки бухгалтерской отчетности ОАО «ЧТПЗ»

Год	Месяц	ТП, тыс. руб.	ОПФ, тыс. руб.	ОС, тыс. руб.	ФОТ, тыс. руб.	Числ-ть, чел.	Этап проекта	Выборка для модели		
12	2004	3 489 721	10 999 651	7 900 826	717 292	8 918	Проекта нет	Модель "до"		
3	2005	4 154 640	10 873 699	7 455 481	719 636	8 755				
6	2005	4 464 124	10 838 994	6 657 926	723 828	8 592				
9	2005	5 208 650	10 388 667	6 921 701	732 252	8 428				
12	2005	5 249 905	10 341 680	6 056 100	747 034	8 265				
3	2006	5 016 542	10 433 309	5 906 792	780 670	8 288				
6	2006	5 713 279	10 191 401	5 509 150	807 021	8 310				
9	2006	7 621 054	9 780 569	5 961 658	824 704	8 333				
12	2006	7 542 487	10 176 944	8 686 345	873 901	8 355				
3	2007	8 460 780	10 617 030	7 576 010	954 690	8 333				
6	2007	9 119 973	10 086 519	10 400 457	973 136	8 312				
9	2007	7 492 656	10 269 561	10 409 821	1 034 472	8 290				
12	2007	6 851 352	10 236 580	9 945 261	1 045 676	8 268	Подготовка			
3	2008	4 964 563	10 482 119	10 695 009	1 058 205	8 219				
6	2008	5 660 574	12 167 181	9 602 932	994 507	8 170				
9	2008	5 365 706	14 109 764	12 303 554	1 011 721	8 120				
12	2008	5 837 027	21 325 234	12 586 646	1 241 441	8 071				
3	2009	4 257 116	22 274 496	16 713 546	1 124 968	7 604			Реализация	
6	2009	3 744 821	22 263 861	17 135 621	1 008 870	7 138				
9	2009	3 963 508	23 299 087	16 083 439	877 673	6 671				
12	2009	4 108 452	24 995 512	15 849 049	786 377	6 204				
3	2010	5 675 646	24 679 181	17 289 253	848 827	6 361				
6	2010	5 877 858	28 192 671	18 000 347	898 841	6 517				
9	2010	5 935 703	28 520 090	16 288 101	969 117	6 674			Наладка	
12	2010	7 298 394	29 344 313	15 835 706	997 522	6 830				
3	2011	10 618 437	28 336 385	20 580 522	1 095 255	7 050				
6	2011	11 994 005	28 127 700	23 880 090	1 210 466	7 269	Эксплуатация	Модель "после"		
9	2011	9 452 571	27 169 009	22 439 432	1 308 574	7 489				
12	2011	7 493 549	31 281 823	18 535 634	1 436 365	7 708				
3	2012	9 261 475	31 868 036	19 087 815	1 457 256	7 558				
6	2012	10 432 582	31 708 593	22 990 470	1 450 819	7 408				
9	2012	10 536 162	30 394 045	20 874 782	1 410 346	7 258				
12	2012	11 488 431	30 549 050	20 728 861	1 435 228	7 108				
3	2013	9 366 869	34 242 004	18 740 909	1 505 440	7 062				
6	2013	10 493 979	34 593 848	20 546 725	1 581 683	7 017				
9	2013	10 412 707	32 797 248	20 522 001	1 600 009	6 971				
12	2013	9 949 229	31 733 710	19 246 606	1 680 060	6 925				
3	2014	8 660 609	31 906 034	18 110 773	1 679 738	6 914				
6	2014	10 337 089	30 235 551	19 704 422	1 661 262	6 903				
9	2014	11 011 064	29 625 073	20 299 140	1 643 622	6 891				
12	2014	14 303 408	30 236 810	20 813 996	1 644 779	6 880				

Таблица 3 Параметры производственных функций до и после внедрения инновационного проекта

3	2008	4964563	10482119	10695009	1058205	8219
6	2008	5660574	12167181	9602932	994597	8170

Отрицательный коэффициент при ОПФ в модели "до" указывает на то, что в указанный период предприятие осуществляло свою деятельность на неизменной и устаревшей материальной базе, а рост выручки был обусловлен внешними факторами (ростом отраслевого рынка и экономики в целом).

Изменение знаков коэффициентов при ОПФ и ФОТ в модели "после" позволяет утверждать, что реализация инновационного проекта изменила структуру капитала предприятия и значительно повысила эффективность использования основных фондов, однако привела к росту издержек на оплату труда персонала, который был привлечен к работе на новом производстве. Данную информацию менеджмент предприятия может рассматривать как индикатор, указывающий, в каком направлении необходимо предпринимать дальнейшие усилия по сокращению издержек и повышению эффективности.

На основе полученных данных рассчитаем коэффициент инновационной активности ОАО «ЧТПЗ» по итогам реализации проекта «Высота-239»:

$$IA = (-0,76 - 0,45) + (0,11 - (-2,04)) + (0,98 - 0,12) + (0,03 - 0,02)$$

$$IA = 1,81$$

Полученный коэффициент характеризует изменение инновационной активности предприятия и влияние проекта на результирующие показатели деятельности, которое может быть выражено в процентах. В рассмотренном примере реализация проекта «Высота-239» оказало положительное влияние на активность ОАО «ЧТПЗ», увеличив ее значение на 181%, что позволяет оценить реализованный проект как успешный.

3.3. Выводы по третьей главе

Экономико-математическое моделирование деятельности промышленного предприятия на основе производственной функции позволяет не только оценить результаты уже реализованных проектов, но и прогнозировать итоги проектов, находящихся в стадии разработки. Для этого необходимо определить целевые значения результирующих показателей деятельности предприятия, которые будут получены по итогам внедрения проекта, и рассчитать целевой коэффициент инновационной активности. Также полученный коэффициент можно включать в структуру ключевых показателей эффективности (КПЭ) менеджмента компании для объективной оценки их деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом в ходе данной работы на основе производственных функций предложена оригинальная методика оценки инновационной активности промышленного предприятия. Методика позволяет оценить экономический результат на промышленном предприятии от внедрения конкретного инновационного проекта. Для оценки инновационной активности предприятия предложен критерий, основанный на динамике суммы показателей эластичности производства предприятия, за период времени до и после реализации инновационного проекта.

На основе предложенной модели проведено моделирование количественных характеристик инновационного процесса для оценки инновационной активности промышленного предприятия в контексте внедрения конкретного инвестиционного проекта.

Экономико-математическое моделирование деятельности промышленного предприятия на основе производственной функции позволяет не только оценить результаты уже реализованных проектов, но и прогнозировать итоги проектов, находящихся в стадии разработки. Для этого необходимо определить целевые значения результирующих показателей деятельности предприятия, которые будут получены по итогам внедрения проекта, и рассчитать целевой коэффициент инновационной активности. Также полученный коэффициент можно включать в структуру ключевых показателей эффективности (КПЭ) менеджмента компании для объективной оценки их деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Grant R.M. Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management*, J. 1996, vol. 17, pp. 109-22.
- [2] Dean A. Can ideas be capital? Factors of production in the postindustrial economy: a review and critique. *Academy of Management Review*, 2007, vol. 32, pp. 573-94.
- [3] Martín-de-Castro G., Delgado-Verde P., Martín-de-Castro G.M., López-Sáez P., Navas-López J.E. Towards 'an intellectual capital-based view of the firm': origins and nature. *J. of Business Ethics*, 2011, vol. 98, pp. 649-62.
- [4] Johnson L.D., Neave E.H., Pazderka B. Knowledge, innovation and share value. *International J. of Management Review*, 2002, vol. 4, pp. 101-134.
- [5] Díaz-Díaz N.L., I. Aguiar-Díaz, P. De Saá-Pérez. The effect of technological knowledge assets on performance: the innovation choice in Spanish firms. *Research Policy*, 2008, vol. 37, pp. 1515-29.
- [6] Galende J. Analysis of technological innovation from business economics and management. *Technovation*, 2006, vol. 26, pp. 300-311.
- [7] Porter M.E. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Macmillan, 1990. 91 p.
- [8] Freeman C., Soete L. *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge: The MIT Press, 1997. 470 p.
- [9] Edquist C. *Systems of innovation approaches – their emergence and characteristics*. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, 1997. 432 p.
- [10] Nelson R.R., Rosenberg N. *Technical innovation and national systems*. In: Nelson, R.R. (Ed.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford, 1993. 552 p.
- [11] Galanakis K. Innovation process. Make sense using systems thinking. *Technovation*, 2006, vol. 26, pp. 1222-1232.

- [12] Subramaniam M., Youndt M.A. The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management J.*, 2005, vol. 48, pp. 450-463.
- [13] Nonaka I. and Takeuchi H. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press, 1995, 298 p.
- [14] Galende J., la Fuente J.M. Internal factors determining a firm's innovative behavior. *Research Policy*, 2003, vol. 32, pp. 715-736.
- [15] Martín-de Castro G., López-Sáez P., Delgado-Verde M. Towards a knowledge-based view of firm innovation. Theory and empirical research. *J. of Knowledge Management*, 2011, vol. 15, pp. 871-874.
- [16] Chesbrough H.W. *Open Innovation*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2003.
- [17] Acedo F.J., Barroso C., Galan J.L. The resource-based theory: dissemination and main trends. *Strategic Management J*, 2006, vol. 27, pp. 621-636.
- [18] Escribano A., Fosfuri A., Tribó J.A. Managing external knowledge flows: the moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 2009, vol. 38, pp. 96-105.
- [19] Consoli D., Elche-Hortelano D. Variety in the knowledge base of Knowledge Intensive Business Services. *Research Policy*, 2010, vol. 39, pp. 1303-1310.
- [20] Robert. G. Cooper *Product Leadership: Creating and Launching Superior New Products*. Perseus Books, 1999. 336 p.
- [21] Utterback J.M. *Mastering the Dynamics of Innovation*. Harvard Business School Press, 1994.
- [22] Tidd J., Bessant J., Pavitt K. *Managing Innovation, Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Wiley, New York, 1997. 603 p.
- [23] Lundvall B.A. (Ed.). *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter. 1992. 342 p.
- [24] Stoneman P. (Ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford, 1995. 600 p.

- [25] Sundbo J., *The Theory of Innovation. Entrepreneurs, Technology and Strategy*. Edward Elgar, Aldershot, 1998. 232 p.
- [26] Rothwell R. *Towards the fifth-generation innovation process*. *International Marketing Review*, 1994, vol. 11, pp. 7-31.
- [27] Cooper R.G. The strategy–performance link in new product development. *R&D Management*, 1984, vol. 14, pp. 247-259.
- [28] Rothwell R., Zegveld W. *Reindustrialisation and Technology*. Longman, New York. 1985. 282 p.
- [29] Imai K., Nonaka I., Takeuchi H., *Managing the new product development*. In: Clark K., Hayes F. (Eds.), *The Uneasy Alliance*. Harvard Business School Press, 1985. 485 p.
- [30] Selwyn N. Apart from technology: understanding people’s non-use of information and communication technologies in everyday life, *Technology in Society*, 2003, vol. 25, pp. 99-116.
- [31] Bruland K. *Patterns of resistance to new technologies in Scandinavia: an historical perspective*, in Bauer M. (Ed.), *Resistance to New Technology*, Cambridge University Press, Cambridge. 1995. 422 p.
- [32] Kingsley P., Anderson T. Facing life without the internet. *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy*, 1998, vol. 8, pp. 303-312.
- [33] Davis F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 1989, vol. 13, pp. 319-340.
- [34] Rogers, E. *Diffusion of Innovations*, The Free Press, New York. 1962. 367 p.
- [35] Venkatesh V., Morris M.G., Davis. G.B., Davis F.D. User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 2003, vol. 27, pp. 425-477.
- [36] MacVaugh J., Schiavone F. Limits to the diffusion of innovation. *European J. of Innovation*, 2010, vol. 13, pp. 197-221.
- [37] Moore G., Benbasat I. Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, 1991, vol. 2, pp. 192-222.

- [38] Kim S. The integrative framework of technology use: an extension and test. *MIS Quarterly*, 2009, vol. 33, pp. 513-37.
- [39] Laukkanen T., Sinkkonen S., Kivijärvi M., Laukkanen P. Innovation resistance among mature consumers. *J. of Consumer Marketing*, 2007, vol. 24, pp. 419-427.
- [40] Lee E.-J., Kwon K.-N., Schumann D.W. Segmenting the non-adopter category in the diffusion of internet banking. *International J. of Bank Marketing*, 2005, vol. 23, pp. 414-437.
- [41] Morris M., Venkatesh V. Age differences in technology adoption decisions: implications for a changing work force. *Personnel Psychology*, 2000, vol. 53, pp. 375-403.
- [42] Henard D., Szymanski D. Why some new products are more successful than others. *J. of Marketing Research*, 2001, vol. 38, pp. 362-75.
- [43] Moreau C., Lehmann D., Markman A. Entrenched knowledge structures and consumer response to new products. *J. of Marketing Research*, 2001, vol. 8, pp. 14-29.
- [44] Slowlkowski S., Jarratt D. The impact of culture on the adoption of high technology products. *Marketing Intelligence & Planning*, 2007, vol. 15, pp. 97-105.
- [45] Brown J., Duguid P. Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, 1991, vol. 2, pp. 40-57.
- [46] Haggman S. Functional actors and perceptions of innovation attributes: influence on innovation adoption. *European J. of Innovation Management*, 2009, vol. 12, pp. 386-407.
- [47] Bruland, K. Patterns of resistance to new technologies in Scandinavia: an historical perspective, in Bauer, M. (Ed.), *Resistance to New Technology*, Cambridge University Press, Cambridge. 1995. 422 p.
- [48] Dopfer K., Foster J., Potts J. Micro-meso-macro. *J. of Evolutionary Economics*, 2004, vol. 14, pp. 263-279.

- [49] Shapiro C., Varian H.R. *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Boston, Harvard Business School Press. 1999. 368 p.
- [50] Shy O. *The Economics of Network Industries*, Cambridge, Cambridge University Press. 2001. 332 p.
- [51] Brown J., Duguid, P. Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, 1991, vol. 2, pp. 40-57.
- [52] Wenger E. Communities of practice: learning as a social system. *The Systems Thinker*, 1998, vol. 9, pp. 225-246.
- [53] Hänninen S., Sandberg B. Consumer learning roadmap: a necessary tool for new products. *International J. of Knowledge and Learning*, 2006, vol. 2, pp. 298-307.
- [54] Brandenburger A., Nalebuff B. The right game. Use game theory to shape strategy. *Harvard Business Review*, 1995, vol. 7-8, pp. 57-71.
- [55] Teece D. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 1986, vol. 15, pp. 285-305.
- [56] Gandal N., Kende M., Rob R. The dynamics of technological adoption in hardware/software systems: the case of compact disc players. *Rand J. of Economics*, 2000, vol. 31, pp. 43-61.
- [57] Murmann J.P., Frenken K. Towards a systematic framework for research on dominant designs, technological innovations, and industrial change. *Research Policy*, 2006, vol. 35, pp. 925-952.
- [58] Gandal N. Compatibility, standardization, and network effects: some policy. Implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 2002, vol. 18, pp. 80-91.
- [59] Abrahamson E., Rosenkopf L. Social network effects on the extent of innovation diffusion: a computer simulation. *Organization Science*, 1997, vol. 8, pp. 229-230.
- [60] Burt, R. and Janicik, A. Social contagion and social structure, in Iacobucci, D. (Ed.), *Networks in Marketing*, Sage Publications, Thousand Oaks. 1996. 443 p.

- [61] Cohen W., Levinthal D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 1990, vol. 35, pp. 128-152.
- [62] Richins M.L., Bloch P.H. After the new wears off: the temporal context of product involvement. *J. of Consumer Research*, 1986, vol. 13, pp. 280-285.
- [63] Bussey W., Haigler R. Tubes versus transistors in electric guitar amplifiers. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1981, vol. 6, pp. 800-803.
- [64] Мохов В.Г., Стаханов К.С. Корпоративный форсайт и оценка инновационной активности промышленного предприятия. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*, 2015, Т. 9, № 3, С. 61-67.
- [65] Руководство Осло. *Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям*. 3-е изд. / Совместная публикация ОЭСР и Евростата. М., 2006. 55 с.
- [66] Бутакова М.М. *Экономическое прогнозирование: методы и приемы практических расчетов*: учебное пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Кнорус, 2010. 168 с.
- [67] Светуньков И.С., Светуньков С. Г. *Методы социально-экономического прогнозирования: Учебник для вузов*. Том 1. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. 147 с.
- [68] Соколов А.В. Форсайт: взгляд в будущее. *Журнал «Фор-сайт»*, 2007, №1(1), С. 9-15.
- [69] Becker P. *Corporate Foresight in Europe: A First Overview*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 27 p.
- [70] Flatau, P. Hicks's The Theory Of Wages: Its Place in the History of Neo-classical Distribution Theory. *History of Economics Review*. 2002. 65 p.