

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет»
Институт менеджмента и экономики
Кафедра экономической теории

**В. Ф. Исламутдинов,
С. П. Семенов**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИННОВАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ**

Ханты-Мансийск
2012

УДК 316.422;330
ББК 65.291.551 + 65.01
И-87
ISBN 978-5-9611-0075-4

Рецензенты:

Чепурных Н. В., д. э. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ
Оскорбин Н. М., д. т. н., профессор, заведующий кафедрой
теоретической кибернетики и прикладной математики
Алтайского государственного университета

Исламутдинов В. Ф., Семенов С. П.

И-87 Моделирование инновационного поведения экономических агентов /
В. Ф. Исламутдинов, С. П. Семенов. – Ханты-Мансийск, УИП ЮГУ,
2012. – 206 с.

В монографии исследуются теоретические основы инновационного поведения экономических субъектов с точки зрения традиционного (неоклассического), институционально-эволюционного и альтернативных подходов экономической теории. Приводятся прикладные концепции и практические рекомендации по оптимизации инновационного поведения экономических систем. Рассмотрена методология моделирования инновационного поведения экономических систем, рассмотрены основные качественные и математические модели инновационного поведения. Рассмотрена проблема слабой взаимосвязи между моделями инновационного поведения и моделями экономического роста и возможные пути ее преодоления. Предлагается подход к моделированию инновационного поведения экономических субъектов, основанный на использовании показателей разнообразия (энтропии) и связанной с ней экономической надежности. Показана возможность учета экономической надежности в стандартных моделях формирования инновационного портфеля фирмы, предложена авторская модель инновационного поведения, основанная на использовании комплексного показателя, в равной степени учитывающего влияние денежных и неденежных факторов, влияющих на стимулы к инновационному поведению. Показаны возможности по прогнозированию инновационного развития отрасли как Марковского процесса.

Для научных работников, занимающихся проблемами моделирования инноваций; для практиков, занимающихся стимулированием инновационной активности, а также отбором и обоснованием инновационных решений; для аспирантов, преподавателей и студентов вузов.

ISBN 978-5-9611-0075-4

УДК 316.422;330
ББК 65.291.551 + 65.01

© Югорский государственный университет, 2012
© Исламутдинов В. Ф., Семенов С. П., 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Теоретические основы инновационного поведения экономических агентов	7
1.1. Сущность и разновидности инновационного поведения экономического агента, его отличия от других видов экономического поведения	7
1.2. Традиционное (неоклассическое) представление об инновационном поведении	14
Характеристики агентов	14
Характеристика среды	17
1.3. Эволюционно-неоинституциональный подход к описанию инновационного поведения	29
Характеристики агентов	33
Характеристики среды	34
1.4. Альтернативные подходы к обоснованию инновационного поведения	45
1.5. Прикладные концепции и практические рекомендации по оптимизации инновационного поведения	52
1.6. Концепция «инновационного человека»	61
2. Методология моделирования инновационного поведения экономических агентов	65
2.1. Системные принципы моделирования инновационного поведения	65
2.1.1. Особенности и классификация моделей инновационного поведения экономических агентов	65
2.1.2. Качественные модели инновационного поведения экономических агентов	70
2.2. Математические модели инновационного поведения	80
2.2.1. Класс традиционных квазистационарных моделей инновационного поведения	80

2.2.2. Динамические модели: имитационные и эволюционные модели инновационного поведения	86
2.2.3. Новые направления моделирования инновационного поведения	98
2.3. Проблема взаимосвязи между моделями инновационного поведения и моделями экономического роста.....	105
3. Энтропийный подход к моделированию инновационного поведения экономических систем.....	109
3.1. Учет показателей разнообразия в стандартных моделях оптимизации инновационных проектов.....	109
3.1.1. Энтропийные характеристики инновационной деятельности	109
3.1.1.1. Модель оптимизации инновационного портфеля экономического агента с учетом показателей разнообразия и экономической надежности.....	116
3.2. Модель инновационного поведения экономических агентов	126
3.2.1. Качественная модель инновационного поведения экономического агента.....	126
3.2.2. Математическая постановка задачи моделирования на базе показателя комплексного выигрыша.....	138
3.2.3. Имитационное моделирование инновационного поведения экономических агентов	143
3.3. Прогнозирование инновационного развития отрасли как Марковского процесса.....	147
Заключение.....	153
Библиография	156
Приложения	174

ВВЕДЕНИЕ

Инновационные элементы в поведении экономических систем в настоящий момент являются наиболее востребованными как с точки зрения экономической конъюнктуры, так и с позиций государства. В Российской Федерации заявлен переход на инновационный путь развития, для чего необходима разработка мер по стимулированию инновационной активности предприятий и организаций. Однако для эффективного стимулирования инновационного поведения экономических субъектов необходимо научное представление о природе соответствующих процессов. Лучше всего постижению природы экономических явлений способствует создание качественных и математических моделей и последующее их изучение.

Вопросами моделирования инновационной деятельности в разное время занимались Р. Д. Нельсон, С. Дж. Уинтер, Дж. Мур, Л. Р. Уэдерфорд, А. Н. Линк, Д. Лейн, Д. Дж. Бернс, П. М. Миллинг, Ф. Х. Майер, Ф. Коэллингер, Р. А. Дженнер. Практическими аспектами оптимизации инновационного поведения занимались П. Ф. Друкер, Ф. Йоханссон, Дж. П. Коттер, Д. С. Коэн, М. Симагути, У. Чан Ким, Р. Моборн, Г. Чесбро, К. Кристенсен, Э. Скотт, Э. Рот, Ф. Янсен.

Из отечественных ученых разными аспектами этой проблемы занимались Д. В. Богатырев, В. В. Завадовский, А. М. Исхакова, В. В. Ковалев, М. М. Купцов, Е. И. Лавров и Е. А. Капогузов, Б. Е. Лужанский, В. Маевский, О. В. Маркова, Б. И. Мызникова и Н. В. Переведенцева, Д. А. Новиков и А. А. Иващенко, С. Г. Редько, Л. А. Серков, Г. Ю. Силкина, М. В. Сухарев, Н. Л. Фролова и др.

Таким образом, актуальность и новизна темы исследования состоят в том, что есть необходимость комплексного исследования инновационного поведения экономических субъектов, обобщения опыта моделирования инновационного поведения экономических систем и на базе этого построения адекватных качественных и математических моделей инновационного поведения, которые, с одной стороны, максимально достоверно отражают инновационные процессы в экономических системах, с

другой стороны, позволяют использовать соответствующий методологический аппарат на практике, при решении задач стимулирования инновационного поведения экономических субъектов государственными органами.

Целью данного исследования является обобщение теоретического и методологического аппарата моделирования инновационного поведения экономических систем и развитие системы моделей инновационного поведения на базе использования энтропийного подхода.

В соответствии с поставленной целью в процессе исследования решались следующие задачи:

- исследование теоретических основ инновационного поведения экономических субъектов с точки зрения разных подходов экономической теории;
- обобщение достижений практики по оптимизации инновационного поведения экономических субъектов;
- исследование методологии построения качественных и математических моделей инновационного поведения экономических систем;
- формирование нового подхода к моделированию инновационного поведения экономических систем на базе принципов и понятийного аппарата синергетики, в частности, использования фактора энтропии.

Теоретической основой исследования послужили научные положения, содержащиеся в фундаментальных трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области исследования инновационного поведения, синергетики, теории систем, моделирования инновационных процессов.

В процессе исследования для решения поставленных задач использовались общенаучные методы: логический метод, абстрагирование, анализ, синтез, моделирование и др.; специальные методы: графический метод, эвристический метод, метод экономико-математического моделирования и др.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

Инновационное поведение экономических агентов является одной из слабо изученных сфер человеческой деятельности. Проблема состоит в том, что большинство исследователей сосредотачивали свое внимание на макроэкономических аспектах инноваций, а микроуровню, уровню отдельного экономического агента, процессам принятия им инновационных решений внимание уделяется недостаточно. В то же время от поведения отдельного экономического субъекта во многом зависит совокупный экономический результат.

1.1. Сущность и разновидности инновационного поведения экономического агента, его отличия от других видов экономического поведения

Термин «инновационное поведение» как таковой окончательно не устоялся и в научном обороте используется довольно редко. Чаще всего данный термин применяется как синоним инновационной деятельности или даже инвестиционного поведения. Поэтому прежде чем перейти к рассмотрению инновационного поведения, необходимо отметить двоякое понимание инноваций в экономической литературе. С одной стороны, инновации понимаются как процесс внедрения новшеств, с другой стороны, под инновациями понимаются сами новшества. Это в значительной мере обусловлено самой сущностью инновации, ее двудеиной природой.

Вместе с тем, несмотря на многовариантность определения инновации и некоторые расхождения в формулировках, существует нечто общее, что присуще всем без исключения трактовкам понятия инновации. Этим объединяющим различные точки зрения началом является единогласное признание того факта, что в основе каждой инновации лежит новое знание. И именно то обстоятельство, что каждая инновация представляет собой новшество, созданное на основе научного знания, дает основания утверждать: источником идей и генератором иннова-

ционной деятельности является творческий процесс научного поиска, а ее важнейшей составляющей – научно-техническая деятельность, направленная, в первую очередь, на развитие способов деятельности, совершенствование и модернизацию производимой экономической системой продукции.

Переходя к рассмотрению инновационного поведения, надо отметить, что в общем смысле поведение любой системы – это совокупность реакций на внешние раздражители. Рассматривая весь спектр проблем инновационного поведения, можно выделить как минимум три направления изучения:

- инновационное поведение предпринимателей, фирм, производителей товаров, работ и услуг;
- инновационное поведение потребителей;
- инновационное поведение сотрудников, работников фирмы.

Главным является первый вид инновационного поведения, поскольку именно предприниматели, фирмы являются инициаторами и проводниками инноваций. Однако все три вида инновационного поведения взаимосвязаны. Например, без инновационного поведения потребителей невозможна диффузия инноваций, их распространение, и, соответственно, все инновационные товары, работы и услуги, предлагаемые новаторами на рынке, остались бы невостребованными. Также если бы отсутствовало инновационное поведение сотрудников фирм, то инновации встречали бы только пассивное неприятие или даже активное противодействие, а также значительно снизилось бы количество свежих идей и предложений, в результате большинство инновационных преобразований, внедрение новых технологий было бы просто загублено еще на этапе разработки и внедрения, что, к сожалению, до сих пор можно встретить на многих российских предприятиях.

В рамках данного исследования рассматривается только первый вид инновационного поведения. Инновационное поведение предпринимателей чаще всего считают разновидностью экономического или рыночного поведения. Экономическое поведение, согласно [16, С. 834] – «образ, способ, характер экономических действий граждан, работников, руководителей, производственных коллективов в тех или иных складывающихся ус-

ловиях экономической деятельности». Соответственно, инновационное поведение можно понимать как разновидность экономического поведения, предполагающего особый способ, характер экономических действий, заключающийся в целенаправленном и осуществляемом не однократно, а на постоянной основе, инициировании, оценке эффективности, отборе и осуществлении инновационных проектов и мероприятий.

Рыночное поведение [19, С. 578] – «действия, которые осуществляются фирмами как продавцами (покупателями) товаров и услуг. Ключевыми элементами рыночного поведения выступают: 1) цели фирмы, например, прибыль, продажи, рост активов; 2) методы конкуренции, применяемые фирмами для достижения своих целей, особенно политика цен, уровень производства, дифференциация продукции; 3) межфирменное взаимодействие, относительная мера интенсивности конкуренции фирм друг с другом на рынке или мера скоординированности их ценовой политики. Как разновидность рыночного поведения инновационное поведение предполагает преобладание стратегических целей над тактическим, предпочтение неценовых методов конкуренции (в первую очередь, конкуренция по качеству) и сочетание интенсивного взаимодействия фирм с научно-исследовательским и государственным сектором и непримиримой конкурентной борьбой между собой.

Также возможно смешение понятий инновационного и предпринимательского поведения. Это смешение восходит к И. Шумпетеру. Согласно классическому предпринимателю характерен особый тип экономического поведения: творчество, инициатива, авторитет и др. Однако учитывая результаты современных исследований, инновационное поведение не является обязательным элементом предпринимательства. Так, например, Филипп Коэлингер определяет инновационное поведение предпринимателя только как внедрение новых типов экономической деятельности (активности). Он включает сюда как внедрение подлинных инноваций на рынке, так и имитацию [178]. Также он отмечает субъективность концепции инновационного поведения, выражающуюся в том, что вопрос, относить или не относить некоторую деятельность к инновационной, зависит от перспективы наблюдателя – то, что является новым для локального

рынка, может быть совсем не новым в мировых масштабах. Очевидно, что критерий инновационности становится более точным, когда наблюдатель переходит от микро к макро перспективе, и «правильная перспектива» определяется сутью проблемы, которую он исследует. Так, с экономической точки зрения, товар, услуга или процесс производства не обязательно должны быть новыми для рынка или отрасли, чтобы иметь экономическую эффективность. В противовес этому, при принятии предпринимательского решения иногда достаточно, если инновация является новой для рынка.

Еще один подход к рассмотрению инновационного поведения субъекта предпринимательства – это как одной из разновидностей конкурентного поведения. Наиболее близкое к поведенческому аспекту определение конкуренции – это «...экономическое соперничество обособленных товаропроизводителей за долю рынка и прибыли, получение заказа» [19, С. 250]. Данный аспект инновационного поведения подробно изучается в работе Купцова М. М. Согласно ему, «инновационный тип конкурентного поведения базируется на креативности (творческом начале) в деятельности субъекта предпринимательства по созданию и реализации товаров/услуг» [67, С. 25]. Отличительной чертой данного типа поведения является то, что «его осуществление предполагает создание принципиально новых, а не копирование существующих товаров/услуг, как при адаптивно-приспособленном типе, или фокусирование на ранее достигнутых результатах деятельности, как при гарантирующем типе» [там же, С. 48].

Инновационный тип конкурентного поведения, в отличие от других, характеризуется тремя комплексными признаками: новаторскими целями деятельности, инновационными результатами развития по сравнению с предыдущими этапами, а также по сравнению с деятельностью конкурентов. Благодаря инновационной активности есть возможность ненадолго занять доминирующее положение в избранных направлениях деятельности, пока в данную нишу не пришли конкуренты. Для проведения наступательных и контр наступательных действий требуется постоянно обновляемая технологическая база; совокупность внутренних и внешних условий, позволяющих обеспечить иннова-

ционную направленность производства на постоянной основе [133].

Таким образом, можно констатировать, что в экономической литературе нет устоявшегося подхода к пониманию инновационного поведения субъектов предпринимательства, которое рассматривается как одна из разновидностей экономического, рыночного или конкурентного поведения. Такое положение заставляет обратиться для обоснования термина «инновационное поведение» к более широкой научно-исследовательской базе. Тем более что в последнее время отмечается более широкое взаимопроникновение экономической науки в смежные отрасли – психологию, социологию, антропологию.

Интересный подход к толкованию инновационного поведения приведен в Энциклопедии социологии [152] «инновационное поведение – инициативный тип индивидуального или коллективного поведения, связанный с систематическим освоением социальными субъектами новых способов деятельности в различных сферах общественной жизни либо созданием новых объектов материальной и духовной культур».

В отличие от экономической науки, которая рассматривает инновации как нечто внешнее по отношению к экономической системе, акцент в социологических исследованиях инновационного поведения делается на его предпосылках, условиях развития. Являясь средством осуществления инноваций и относясь к активным типам поведения, инновационное поведение выступает основным способом развития индивида, коллектива, сообщества. В условиях полноценного функционирования социально-экономического закона разделения труда и закона перемены труда, а также их «катализатора» – закона конкуренции, инновационное поведение становится естественным, массово востребованным, стратегическим типом поведения, который обеспечивает его носителям широкий спектр возможностей для легального развития соответственно вложенным усилиям. Когда же действие объективных социально-экономических механизмов подвергается жесткому искусственному ограничению со стороны управляющих надсистем (например, государства), то в этой ситуации существует опасность трансформации инновационного поведения в псевдоинновационное. Названный тип по-

ведения связан с постоянным поиском и апробацией наиболее эффективных тактических поведенческих моделей, в том числе полулегальных и нелегальных, которые отвечают истинным интересам конкретного социального субъекта и обеспечивают ему возможность индивидуального выживания при сохранении автономности и относительной независимости от регламентирующих его деятельность надсистем.

Профилактика «угасания» либо «перерождения» инновационного поведения в обществах с авторитарными системами управления возможна при: целенаправленном изменении вектора государственной политики в социальной, экономической, культурной и др. областях жизни общества с «управляющего» на «направляющий», стимулирующий развитие социальных субъектов в заданных управленческой системой направлениях; обязательной стабилизации правового поля, необходимой для адаптации социальных субъектов к предлагаемым моделям легального взаимодействия в различных сферах их жизнедеятельности; полной предсказуемости действий управленческих структур, основанной на предварительной локальной апробации вновь вводимых нормативных документов с неременной разработкой совершенных механизмов их реализации.

Социологическое понимание инновационного поведения широко используется для исследования, обоснования и стимулирования инновационного поведения сотрудников организаций.

Социологический подход к пониманию инновационного поведения полезен тем, что уделяет значительно больше внимания роли социальных институтов, привычек, ментальных моделей деятельности человека, чем чисто экономический подход. Причем проникновение достижений социологии заметно не только в такой достаточно новой и слабо изученной области, как инновационное поведение, но и в области, ранее казавшейся непререкаемой прерогативой экономической науки. Так, под влиянием достижений социологии и смежных наук в экономических исследованиях концепция экономического агента постепенно уступает место экономическому актору.

Экономические агенты, согласно [148] – субъекты экономических отношений, принимающие участие в производстве, распределении, обмене и потреблении экономических благ. Си-

нонимом этого термина является «экономический человек» [19, С. 791] – предпосылка экономической теории, согласно которой индивиды действуют рационально, устанавливая свои цели, после чего принимают и осуществляют решения, соответствующие этим целям. Например, предприниматель определяет цель – извлечение максимальной прибыли, уточняет объем производства и цену, чтобы обеспечить достижение этой цели. Потребитель, в свою очередь, ставит цель максимизировать свою полезность и приобретает те блага, которые удовлетворяют его потребности, при этом учитывает уровень цен на них.

Согласно Современному экономическому словарю, «актор – непосредственный участник экономической деятельности, субъект хозяйствования [153]. Экономический актер – понятие тождественное экономическому агенту, но более полное, учитывающее то, что ни один субъект не может обладать всей полнотой информации и, соответственно, не может принимать абсолютно рациональные решения. Поэтому он принимает решения исходя из принципа удовлетворительности, а не оптимальности.

В отношении новаторов более применим термин «экономический актер», нежели «экономический агент», поскольку действуют они в условиях значительной неопределенности, и в процессе реализации инновационного проекта могут значительно видоизменить первоначальную цель. Единственное, что у них остается от «экономического человека» – это стремление к получению прибыли.

Таким образом, в первом приближении инновационное поведение экономических акторов может быть определено как особый тип стратегического рыночного поведения предпринимателей и фирм, заключающийся в систематическом поиске новых технологий, способов организации производства товаров, осуществления работ и оказания услуг и направленный на достижение достаточного уровня прибыли за счет более полного удовлетворения потребностей покупателей и клиентов по сравнению с конкурентами.

Для того, чтобы лучше понять особенности и предпосылки инновационного поведения экономических акторов, необходимо рассмотреть основные существующие теоретические кон-

цепции инноваций, начиная с традиционных и заканчивая альтернативными, а также большой пласт работ с практическими рекомендациями по совершенствованию и оптимизации инновационного поведения предпринимателей и фирм.

1.2. Традиционное (неоклассическое) представление об инновационном поведении

Традиционное представление об инновационном поведении экономических агентов базируется на положениях господствующего течения экономической науки – неоклассического. Такое представление предполагает, что как сам агент, так и среда, в которой он действует, имеют определенные, заранее известные характеристики. При этом многие положения неоклассической парадигмы уже достаточно давно подвергаются критике, однако пока остаются общепризнанными [65, 71, 148].

Характеристики агентов

Совершенная рациональность

В неоклассической экономической теории поведение всех экономических агентов предполагается совершенно рациональным, т. е. предполагается, что все экономические агенты осознают свои цели и способны выбирать лучшие решения для их достижения мгновенно, безошибочно и без каких-либо издержек. Это означает следующее.

Во-первых, когда человек рациональный осуществляет выбор, он знает структуру и все параметры ситуации, в которой находится (такое знание экономисты называют параметрическим), способен определить все возможные альтернативы и, проранжировав их, выбрать наилучшую.

Во-вторых, человек рациональный при поиске наилучшей альтернативы учитывает связанные с поиском издержки. Эти издержки выступают ограничением в задаче максимизации индивидом собственной функции полезности.

В-третьих, для человека рационального определение доступных альтернатив и определение системы предпочтений – вещи независимые. Схема рационального выбора, отвечающего таким предположениям, изображена на рисунке 1.

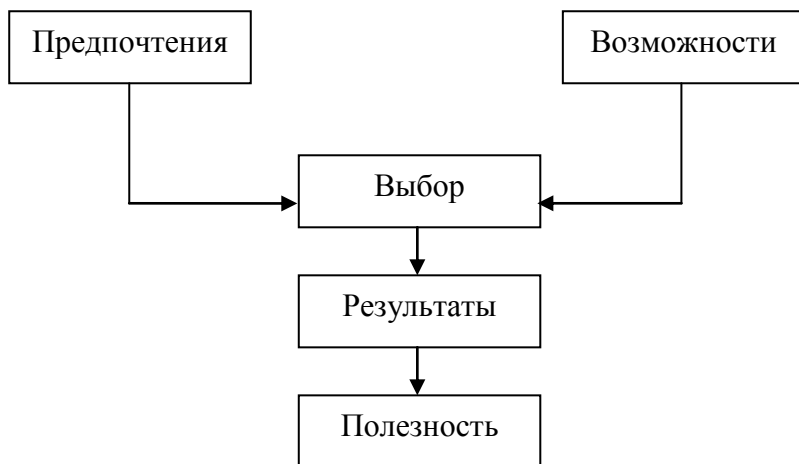


Рис. 1. Модель рационального выбора

По предположению неоклассиков, в основе поиска наилучшего решения лежит принцип оптимизации: сталкиваясь с ограниченностью ресурсов, индивид способен распределять их так, чтобы достичь максимального (с учетом издержек принятия решений) удовлетворения своих потребностей. Однако экономисты-неоклассики не утверждают, что люди действительно рациональны. Они исходят из того, что экономический агент ведет себя так, как будто бы он рационален, и строят свои модели на этой предпосылке. В ее основе лежит принцип «как если бы» (As If principle).

Критика данного положения состоит в том, что совершенная рациональность подразумевает в наших действиях логику, которая основана на идеально выполненном, хотя и затратном для нас, расчете. На практике любой человек, оперируя на рынке, в какой-то момент прекращает вычисления и оценки, ибо не может подсчитывать и удерживать в памяти все – его способности ограничены.

Индивидуализм

Индивид всегда преследует свою собственную, а не чью-то еще выгоду, свои собственные, а не навязанные ему извне цели, т. е. его поведение индивидуалистично. При этом никакие

внешние факторы не способны оказывать воздействие на его цели. Данная предпосылка отражает суть неоклассической теории, основанной на принципе методологического индивидуализма. Согласно ему именно отдельные индивиды формируют вид и порядок экономической системы в целом, поэтому любые социальные явления можно объяснить через поведение отдельных индивидов и взаимодействие их индивидуальных мотивов.

Сама по себе идея эгоизма, согласно которой человек всегда действует в собственных интересах, независимо от интересов окружающих его людей и общества в целом, не выдерживает критики. История показывает, что в своем поведении человек руководствуется не только индивидуалистическими целями (забота о семье, об общине и пр.), но и целями альтруистическими (помощь путнику в беде, гостеприимство в отношении даже постороннего, столь характерное, например, для народов Кавказа). Однако наличие у человека альтруистических мотивов не отменяет принципа методологического индивидуализма. В его рамках альтруистическое поведение можно объяснить тем, что функция полезности индивида включает в себя как переменную полезность других индивидов – членов семьи, группы и пр. Человек может заботиться не о максимизации благосостояния, измеряемого в деньгах или материальных благах, а о повышении собственного социального статуса, престижа в глазах окружающих.

Экзогенность и стабильность предпочтений

Считается, что у каждого индивида есть устойчивые критерии выбора, что он не меняет их каждый раз при выходе на рынок. Это важнейшая предпосылка микроэкономического анализа. Для чего она нужна в экономической теории? Не все ли равно, устойчивы предпочтения людей или неустойчивы?

При неустойчивости предпочтений, при постоянной хаотической смене предпосылок равновесие тоже возможно, однако, оно не будет стабильным и предсказуемым, поскольку люди не смогут предвидеть реакцию друг друга. Устойчивость предпочтений означает, что большинство сделок на рынке – сделки повторяющиеся, и именно эти сделки описываются как основные в микроэкономической теории.

Кроме того, система предпочтений является экзогенной по отношению к взаимодействиям индивидов, т. е. она определяется вне модели этих взаимодействий. И это уже следствие предпосылки методологического индивидуализма: предпочтения индивида не должны меняться при незначительных колебаниях внешней среды.

Итак, стабильность предпочтений обуславливает анонимный характер рыночных сделок: продавец учитывает лишь те характеристики покупателя, которые позволяют ему назначить наиболее выгодную для себя цену. Аналогичным образом ведет себя и покупатель. Соответственно при сходных начальных условиях заключаемые сделки также являются идентичными. То есть эти повторяющиеся сделки носят типовой характер.

Критика данной характеристики состоит в том, что ценности и установки нынешнего и прежнего поколений могут отличаться (отсюда знаменитый конфликт отцов и детей). Наше поколение волнуется совсем не то, что волновало людей в прошлом, и совсем по-другому мы оцениваем те или иные события. Однако изменение предпочтений носит эволюционный характер, в краткосрочной и среднесрочной перспективе они практически постоянны. Сказанное относится именно к базовым ценностям и установкам, которые задают вектор деятельности человека.

Характеристика среды

Совершенная информация

В условиях совершенной информации рыночное взаимодействие (согласие на сделку или отказ от нее) происходит автоматически. При этом отсутствуют затраты времени и ресурсов на сбор информации, на заключение сделки. Кроме того, любые действия одной стороны мгновенно становятся известны другой и, следовательно, никакие безнаказанные нарушения обязательств невозможны. Такая информация обеспечивается, причем бесплатно, самим рынком за счет функционирования механизма цен. Цены являются совершенным показателем отношения к любому товару или услуге, гибко меняясь при малейших колебаниях спроса и предложения.

Неоклассики руководствуются положениями о совершенной информации, об автоматизме сделок на рынке, но реальный

рынок принципиально информационно несовершенен, и сделка сама по себе стоит определенных денег, которые мы тратим на приобретение информации. Иногда эти траты столь высоки, что мы или получаем заведомо меньшую прибыль, согласившись их сделать, или отказываемся иметь всю информацию целиком и из-за этого рискуем ошибиться при планировании сделки. В любом случае мы имеем дело с издержками приобретения информации – или прямыми (если мы затратили средства на приобретение информации), или альтернативными (если мы отказались приобрести информацию и из-за этого несем убытки).

Однородность товара

Любые товары, по допущению неоклассиков, имеют только два измерения – цену и количество, т. е. являются однородными. Неоклассические модели рассматривают товары с различными качественными характеристиками как отдельные товары. Это одно из тех упрощений, за которые больше всего критикуют неоклассическую теорию. Но именно оно позволило ее приверженцам утверждать, что рынок подает совершенные ценовые сигналы: в каждый данный момент времени на нем устанавливается равновесная цена на тот или иной товар, которая служит сигналом, надо ли данный товар покупать, или надо подождать, когда на рынок придут другие его производители; и при этом вся информация о количестве участников на рынке, о цене, за которую они продают свои товары, и пр. существует, она наглядна и в равной мере доступна всем участникам рынка.

На практике, любой представленный на рынке товар или услугу характеризует обычно не только количество и цена, но и качество. Причем, успех инноваций основывается именно на различиях в качестве.

Полная спецификация прав собственности

Неоклассические модели предполагают, что на каждый представляющий ценность объект рыночной торговли четко определены права собственности. Утверждение владельца товара, что данный товар принадлежит именно ему, не оспаривается окружающими. Характер первоначального распределения собственности задан извне и не подвергается сомнению со стороны участников рынка. Таким образом, распределительный кон-

фликт отсутствует (то есть предусматривается возможность модификации существующей системы прав собственности или перераспределения благ лишь на основе рыночного механизма, а не на основе, скажем, применения силы), и получить благо можно лишь в результате обмена. Чисто технические проблемы по установлению частной собственности на ресурс тоже отсутствуют. Соответственно, его владелец извлекает все выгоды и несет все издержки, связанные с данной собственностью. Это, в свою очередь, является основой для принятия им экономически эффективных решений. Тем не менее, неоклассическая теория признает, что иногда установить частную собственность на ресурс нельзя по чисто техническим причинам. В этих случаях – говорят неоклассики – может возникнуть провал рынка, когда сам он не справляется с задачей эффективного распределения ресурсов и требуется вмешательство государства.

И, кроме того, права собственности не нуждаются в защите: они не нарушаются (во многом это обусловлено информационной прозрачностью рынка) и могут быть полностью реализованы.

В действительности частная собственность на те или иные ресурсы иногда определяется нечетко в силу чисто технологических причин. Например, можно разделить между странами омывающие их моря и океаны, проведя соответствующие демаркационные линии на карте. Но как заставить рыбу, появившуюся из икры в море одной страны, не уплыть, набравшись сил на местных водорослях (а значит, потратив ресурсы этой страны), в море другой? Защита прав собственности на рыбные ресурсы, установленных путем дележа водного бассейна, будет связана с запретительно высокими издержками. При таких издержках, даже если права собственности де-юре определены, собственник может отказаться от защиты этих прав, и собственность де-факто окажется в открытом доступе.

Концепция невидимой руки рынка

Достигаемое в модели Вальраса равновесие обладает свойством Парето-эффективности. Это значит, что оно характеризуется таким распределением товаров между участниками, при котором внесение любых изменений приводит к снижению

благосостояния некоторых из них. Иными словами, Парето-эффективное равновесие – это равновесие, при котором ресурсы распределены так, что невозможно увеличить благосостояние любого из участников, не уменьшив благосостояния кого-либо из остальных.

Такое эффективное равновесие достигается независимо от изначального распределения ресурсов само по себе, без принуждения, как равнодействующая человеческих волеизъявлений в результате отношений свободного обмена между индивидами или фирмами. Рыночный механизм цен совершенен. Его функционирование не связано с издержками и не нуждается в регулировании. Последнее необходимо разве что для обеспечения соблюдения правил обмена.

В экономических и социальных взаимодействиях мы часто сталкиваемся с результатами, не являющимися эффективными по Парето, однако, стабильно воспроизводящимися в качестве равновесных. Показательный пример – отношения бартера. Бартерное равновесие не обладает свойством Парето-эффективности, однако, его исследование представляется интересной и содержательной задачей. Для этого необходима такая концепция равновесия, которая была бы основана на анализе стимулов участников взаимодействия к тому или иному поведению, когда самих участников не интересует, как их поведение скажется на общем благосостоянии.

Несмотря на серьезную критику, неоклассическая парадигма остается доминирующей, и одной из причин этого являются большие заслуги и достижения в объяснении предпосылок экономического поведения и его прогнозирования. Объяснение инновационного поведения с точки зрения неоклассического подхода строится на предпосылке, что это просто одна из разновидностей оптимизирующего поведения. При этом инновационное поведение сводится до разновидности инвестиционного поведения, то есть принятия решения об инвестировании.

Еще один важный момент, показывающий слабость неоклассического подхода в объяснении инновационного поведения – это то, что инновационные процессы рассматриваются в двух совершенно независимых и никак не пересекающихся плоскостях – макро- и микроэкономической. На макроуровне

инновационные процессы находят свое выражение в моделях экономического роста, на микроуровне – в методиках оптимизации инвестиционных решений.

На первоначальных этапах исследования развития научно-технической сферы и инноваций им отводилась вспомогательная роль как одного из источников экономического роста. Наиболее простой моделью, отражающей взаимосвязь между НТП и экономическим ростом, является модель производственной функции [147, С. 41]. Первые разработки производственных функций (укрупненных моделей экономического роста) увязывали результат деятельности с объемом капитальных и трудовых ресурсов. Однако для достоверного моделирования развития современной экономики необходимо введение специального сектора, производящего дополнительные научные и технические знания, которые оказывают реальное воздействие на производительность труда. В этом случае производственная функция будет иметь вид:

$$Y = F(K, L, k, h), \quad (1)$$

где K – совокупный производственный капитал;
 L – совокупные производственные затраты труда,
 k – совокупный интеллектуальный капитал,
 h – совокупные затраты интеллектуального труда.

Разделение капитала и оплаты труда на две составляющие с разными показателями отдачи является причиной создания специального механизма управления для интеллектуального капитала и интеллектуального труда. Примерами производственных функций, включающих показатели уровня знаний, являются разработки Узавы, Эрроу, Барро, Ромера.

Наиболее разработанной является модель П. Ромера [147, С. 43] – модель эндогенного научно-технического прогресса, основанная на идее накопления человеческого капитала. В модели предполагается, что важнейшим фактором экономического роста являются технологические изменения, которые происходят благодаря целенаправленной деятельности людей; дальнейшее использование созданных технологий не требует дополнительных затрат со стороны производителя. Ромер разделил экономику на три сектора (рис. 2).

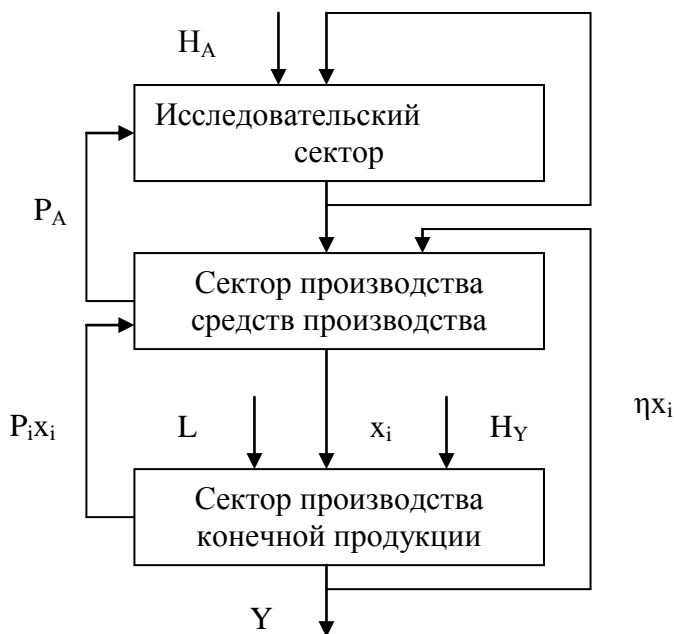


Рис. 2. Блок-схема эндогенного научно-технического прогресса

В исследовательском секторе в результате использования сконцентрированного в нем человеческого капитала H_A и существующего запаса знаний A получается новое знание, которое затем материализуется в виде новых технологий.

Сектор производства средств производства не располагает своим человеческим капиталом, а оплачивает труд ученых по созданию новых технологий в первом секторе. После приобретения и освоения новой технологической идеи фирма второго сектора защищает патентом свое монопольное право на ее использование и налаживает выпуск соответствующих средств производства для фирм третьего сектора. Для производства одной единицы оборудования расходуется η единиц конечной продукции третьего сектора. Средства производства не продаются, а предоставляются в аренду за арендную плату P_i .

В третьем секторе на основе имеющихся средств производства X_i затрат труда L и человеческого капитала H_Y обеспе-

чивается выпуск конечной продукции потребительского назначения Y .

Темп экономического роста находится в обратной зависимости от ставки банковского процента и в прямой зависимости от величины человеческого капитала, сосредоточенного в сфере получения нового знания. Таким образом, сфера НИОКР влияет на экономику не только непосредственно через новые прикладные идеи и разработки. Само ее существование является необходимым, но недостаточным условием экономического роста, поскольку обеспечивает накопление человеческого капитала. Не поощряя получение нового знания ради знания как такового, вряд ли можно рассчитывать на ощутимую практическую отдачу от науки в будущем.

Ромер сформулировал четыре основных признака природы экономического роста:

- знания являются благом «без соперничества», так как их могут использовать одновременно многие, но фирма или индивид могут временно получать монопольную ренту на открытия (знания);
- технический прогресс происходит благодаря деятельности людей;
- физическая деятельность допускает копирование;
- в рыночной экономике функционирует большое число фирм.

Указанные модели, несмотря на их высокую теоретическую ценность (т. к. они объясняют взаимосвязь между наукой, инновациями и экономикой), на практике, при решении задач управления инновациями, мало применимы. Связано это с тем, что для достижения адекватности модели она должна быть полной, т. е. учитывать все факторы. При полноценном учете в производственной функции интеллектуальных знаний необходимо предусмотреть: разделение исследований на фундаментальные и прикладные; наличие сектора образования; запаздывание между вложением средств в получение знаний и повышением эффективности труда; зависимость эффективности труда от суммы накопленного капитала и знаний, а также от текущих затрат на трудовые ресурсы и прирост капитала; необходимость обновления капитала и знаний работников. Особенно сложными

для моделирования являются многочисленные нелинейные и обратные связи, а также высокая степень непредсказуемости человеческого фактора.

На микроуровне инновационное поведение фирмы объясняется стремлением ее к максимизации производственных возможностей. Подразумевается, что имеется некоторое заданное множество производственных возможностей, которое описывает состояние знаний фирмы по поводу возможностей преобразования товаров. То есть фирма стремится увеличить свои производственные возможности за счет обучения новым знаниям и в идеале способна достигнуть максимально возможного с учетом современных достижений НТП множества производственных возможностей. При этом данное множество считается существующим экзогенно по отношению к фирме, ей надо лишь стремиться его достичь.

В качестве достижений неоклассического подхода следует отметить развитую методологию оценки эффективности и отбора инновационных проектов. Однако, как уже упоминалось, неоклассический подход сводит инновационное поведение экономических агентов к одной из разновидностей инвестиционного, то есть к принятию решений о вложении средств. При этом подразумевается, что особенностью большинства инвестиционных решений экономических агентов является несовпадение моментов принятия решения и получения результата (фактор времени) и наличие неопределенности результатов (фактор риска).

Временная оценка денежных потоков необходима для объективного сопоставления денежных сумм, возникающих в разное время. Принятие решения о вложении капитала определяется в конечном счете величиной дохода, который инвестор предполагает получить в будущем. Например, приобретая сейчас облигацию, мы рассчитываем в течение всего срока займа регулярно получать доход в виде начисленных процентов, а по окончании этого срока получить основную сумму долга. Вложение капитала выгодно только в том случае, если предполагаемые поступления превысят текущие расходы. В нашем примере инвестиционный доход равен сумме полученных процентов, так как затраты на покупку облигаций будут совпадать с выплатами по принципам. Однако положительные денежные потоки (вы-

плата процентов и основной суммы долга) и отрицательные (инвестирование капитала) не будут совпадать по времени возникновения и, следовательно, будут несопоставимы.

Теория изменения стоимости денег исходит из предположения, что деньги, являясь специфическим товаром, со временем изменяют свою стоимость и, как правило, обесцениваются. Изменение стоимости денег происходит под влиянием ряда факторов, важнейшими из которых можно назвать инфляцию и способность денег приносить доход при условии их разумного инвестирования в альтернативные проекты.

Приведение денежных сумм, возникающих в разное время, к сопоставимому виду называется временной оценкой денежных потоков. Данная оценка может проводиться в двух направлениях: в прямом – из прошлого к настоящему, в обратном – из будущего к настоящему. Что касается инновационного вложения средств, то здесь требуется оценка в обратном направлении: оценка текущей стоимости будущих доходов.

Осуществляется это с помощью специальной функции дисконтирования, которая является обратной функции сложного процента. Основой метода оценки эффективности инвестиций и инноваций – дисконтирование денежных потоков [82] – является правило приведенной ценности или стоимости (present value), которое определяет, что ценность любого актива соответствует приведенной ценности ожидаемых денежных потоков, приходящихся на данный актив. При решении практических задач приведение к базисному моменту времени затрат, результатов и эффектов от осуществления проекта, имеющих место на t -ом интервале расчетного периода, выполняется путем их умножения на соответствующий коэффициент дисконтирования α_t , определяемый по одной из следующих формул: для постоянной нормы дисконтирования: ($E_t = E = const$)

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (2)$$

для переменной нормы дисконтирования:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E_1) \times (1 + E_2) \times \dots \times (1 + E_t)}, \quad (3)$$

при этом ставка дисконтирования (E) есть функция от ожиданий инвестора и риска, свойственного ожидаемым денежным потокам.

К преимуществам этой методики следует отнести ее широкое признание, то есть она стала уже своеобразным стандартом оценки проектов, предполагающих какое-либо вложение средств. Также необходимо отметить универсальность методики, т. е. при соблюдении определенных допущений она применима практически в любой отрасли. Также данная методика позволяет учесть риски, связанные с реализацией проекта, показывает важность фактора времени и связь ценности ожидаемых доходов с периодом времени их получения, выражающееся в снижении этой самой ценности по мере удаления в будущее.

Однако необходимо отметить, что на оценку эффективности инноваций данным методом оказывают значимое влияние ограничения, свойственные самому методу дисконтированных денежных потоков: ограниченность информации для полной и достоверной оценки, нестабильность денежных потоков в будущем; точность оценки риска для репрезентативного определения ставки дисконтирования. При прочих равных условиях, чем существеннее влияние этих ограничений, тем менее точной будет оценка.

Кроме того, существующие методики предназначены для оценки, прежде всего, внешних показателей эффективности инновационных проектов с позиции их привлекательности главным образом для инвесторов и бюджета. Они не учитывают внутренние особенности реализации тех или иных проектов в условиях конкретного предприятия. Речь в частности идет о таких внутренних возможностях, как инфраструктурные, кадровые, производственные, сбытовые, которые могут существенно повлиять на конечные сроки и результаты реализации проекта. Практике известно огромное количество случаев, когда высокоэффективные разработки не принесли ожидаемых результатов именно по причине недостаточного инновационного потенциала предприятий.

Кроме того, надо отметить еще ряд недостатков этой методики, вызываемых спецификой инновационных проектов. Многие авторы [78, 92, 116, 126, 134] указывают на эти сложности. В частности, к недостаткам этой методики следует отнести

то, что риски оцениваются одинаково как для затрат, так и для доходов, приходящихся на один и тот же промежуток времени, хотя логично предположить, что риск для затрат всегда ниже (т. е. вероятность их выше), чем для доходов. Плохо применима она для оценки проектов с отсроченным эффектом. Также данная методика плохо применима для инновационных проектов, эффект которых выражается не столько в улучшении экономических характеристик, а в каких-то других положительных явлениях – улучшение управляемости организацией, улучшение имиджа, конкурентоспособности организации и т. д. Причем простое включение в расчеты денежного выражения подобных улучшений не совсем корректно, поскольку динамика связанных с ними процессов неоднозначна и влияние инноваций на них также нелинейное.

Более совершенной методикой оценки привлекательности инновационно-инвестиционных решений является методика реальных опционов. В предыдущей методике под стоимостной оценкой проекта чаще всего понимается чистая приведенная стоимость – NPV проекта. На самом деле долгосрочные проекты не могут оцениваться одним числом. По ходу выполнения проекта происходят различные события, существенно меняющие ситуацию. В каждом таком случае возможна переоценка перспектив проекта. Соответственно, изменяются прогнозируемые денежные потоки и NPV.

Другая проблема с предыдущим подходом состоит в заложенном в нем предположении, что все инвестиционные деньги будут потрачены независимо от промежуточных результатов. Фактически же лицо, занимающееся коммерциализацией технологии (или соответствующего портфеля интеллектуальных продуктов), может закончить проект на ранней стадии, если обнаружит, что риски становятся выше, чем ожидалось (или наоборот меньше). Благодаря этому может быть сохранена значительная часть инвестиций при неблагоприятном развитии событий, а при благоприятном их развитии реализация продолжается. Интегральная оценка проекта при таком подходе оказывается выше, чем в случае, когда решение принимается один раз (на начальной стадии) и деньги (инвестиции) вкладываются полностью, хотя они могут быть просто потеряны.

Справиться с подобными проблемами позволяет расчет ценности инновационного проекта на базе методики реальных опционов. Базовое определение опциона (право, но не обязательство в или перед некоторым указанным временем купить или продать базисный актив, цена которого подчинена некоторой форме случайного изменения) может применяться не только к финансовым активам, но и во множестве других ситуаций. Такие нефинансовые опционы получили известность как «реальные опционы». Инвестиционная стоимость исследуемого объекта (предприятия, проекта, актива и пр.) рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{инв} = C_{пр} + C_{опц}, \quad (4)$$

где $C_{пр}$ – стоимость проекта без учета стоимости опциона;
 $C_{опц}$ – стоимость опциона.

Стоимость реального опциона для оценки справедливой стоимости актива традиционно рассчитывается на основе модели Блэка-Шоулза [98].

$$Колл-опцион = P * N(d1) - S * exp(-r * t) * N(d2), \quad (5)$$

$$\text{где } d1 = [\ln (P / S) + (r + \sigma^2 / 2) * t] / (\sigma * t^{0,5}); \quad (6)$$

$$d2 = d1 - \sigma * t^{0,5}, \quad (7)$$

где P – приведенная стоимость CFs проекта;
 S – инвестиционные затраты проекта;
 t – остаток времени до инвестиций (дюрация);
 σ – среднее квадратическое отклонение стоимости;
 r – безрисковая ставка процента.

Однако существуют определенные проблемы применения теории на практике:

1) подлежащий актив не торгуется открыто на рынке. Теория оценки опционов (OV – option valuation) построена на предположении, что реплицирующий портфель может быть создан с использованием подлежащего актива и безрискового займа или предоставление займа, что в большей степени характерно для биржевых инструментов, а не реальных активов;

2) цена актива должна быть непрерывна. Это одно из ограничений модели Блэка-Шоулза. Если это предположение нарушено, что справедливо для многих реальных опционов, мо-

дель будет недооценивать стоимость опционов *deep out-of-the-money* (неприбыльных);

3) в теории среднеквадратичное отклонение (σ) известно и не меняется в течение жизни опциона. Это предположение особенно сложно реализовать в ситуации с долгосрочными опционами, так как существует большая вероятность того, что σ изменится;

4) мгновенное исполнение опциона. Модели основаны на предположении, что исполнение опциона происходит мгновенно. Это предположение далеко не всегда справедливо для реальных опционов. Например, в случае инноваций исполнение опциона может включать НИОКР или строительство новых мощностей, что естественно не происходит мгновенно.

Но, несмотря на указанные проблемы, данная методика является наиболее передовой и постепенно вытесняет методику дисконтированных денежных потоков при оценке инноваций и интеллектуальной собственности.

1.3. Эволюционно-неоинституциональный подход к описанию инновационного поведения

Основоположником нового подхода к обоснованию экономического поведения вообще и инновационного в частности по праву считают Й. Шумпетера. В своей первой книге «Теория капиталистического развития» (1911 г.) Шумпетер выделил три мотива капиталистического предпринимателя к осуществлению нововведений: «– мечту и стремление обрести собственное царство; – стремление завоевать, преуспеть не ради плодов успеха, а ради него самого; – радость созидания, делания дела». Лишь первый из них непосредственно связан с приобретением частной собственности, хотя денежное вознаграждение выступает точным показателем степени реализации всех трех желаний. Позднее, в книге «Капитализм, социализм и демократия» (1942 г.), Шумпетер, напротив, подчеркнул «рационалистичный и негероический характер буржуа», связав эффективность капитализма как общественного устройства именно с мотивацией капиталистического предпринимательства в духе социальных выгод от индивидуального самообмана. Эту связь ярко характеризует от-

рывок из указанной книги: «Это общественное устройство... обращается к мотивам, непревзойденным по простоте и силе, а отчасти и само создает такие мотивы. Оно с безжалостной быстротой выполняет свои обещания богатства и угрозы нищеты... эти мотивы являются достаточно сильными, чтобы привлечь подавляющее большинство людей высших интеллектуальных способностей и отождествить успех в жизни с успехом в делах. Нельзя сказать, что выигрыши здесь выпадают случайно, но при этом в их распределении есть и увлекательная прелесть счастливого случая: игра похожа скорее на покер, чем на рулетку. Огромные премии, несоизмеримые с затратой сил, достаются незначительному меньшинству, что стимулирует активность подавляющего большинства бизнесменов, которые получают весьма скромное вознаграждение, либо вовсе ничего, либо даже убытки, но, несмотря на это, прилагают максимум усилий, потому что большие призы у них перед глазами, а свои шансы получить их они переоценивают. Более «справедливое» распределение выполняло бы эту стимулирующую функцию намного хуже. То же самое можно сказать и о наказаниях, которые грозят некомпетентным. Наконец, и успех, и неудача в бизнесе определяются с идеальной точностью: их нельзя скрыть никакими словесами» [145, С. 116].

Итак, согласно Шумпетеру, капиталистическая система работает так хорошо потому, что порождает нереалистичные ожидания успеха, заставляющие людей прилагать гораздо большие усилия, нежели при более «трезвых» ожиданиях. При этом даже проигравшие выполняют важную социальную функцию, поскольку при обещаниях награды работают больше, чем в их отсутствие. Это верно и применительно к науке: большинство избирающих научную карьеру делают это потому, что необоснованно верят в свой будущий выдающийся успех, но вклад тех, кто не добился этого успеха, отнюдь не сводится к «поставкам материала для естественного отбора» выдающихся ученых – ведь рутинная научная работа тоже нужна обществу.

Шумпетер не отметил, считает ли он мотивы и ожидания, стоящие за нововведениями, рациональными или же иррациональными. В каком-то смысле его предприниматель-новатор демонстрирует обдуманное поведение без рационального мотива.

Его поведение рационально в смысле успешного использования возможностей новаторства, но иррационально в том отношении, что он не может удовлетворяться достигнутыми результатами. Во всяком случае, это поведение нельзя квалифицировать как выбор лучшего варианта из достижимых: ведь, согласно Шумпетеру, дар предпринимателя-новатора заключается как раз в расширении этого набора достижимых вариантов, а не в осуществлении рационального выбора в рамках заданного набора.

Для исследователей постшумпетерианского толка тоже характерны акцент на персонификации нововведений, т. е. на роли личности предпринимателя-новатора в сочетании с отсутствием отчетливых представлений о мотивации последнего к новаторству. Соответственно, ими полностью воспринята и связанная с указанными особенностями концепции Шумпетера идея о дискретности (т. е. не непрерывности) инновационного процесса и о его случайности или, во всяком случае, отнюдь не автоматическом характере.

Такая трактовка мотивации предпринимателя-новатора в корне отлична от предлагаемой неоклассической теорией, трактующей технологические изменения просто как еще один случай максимизации прибыли при заданных ограничениях. Новаторство выступает как деятельность рациональная: предприниматель осуществляет нововведения в той мере, в какой они служат этой цели, при заданных более или менее рациональных предположениях об издержках и выгодах новаторства и о поведении других предпринимателей.

Главное отличие шумпетерианского и постшумпетерианского эволюционного подхода от подхода неоклассического – вытеснение из теории таких центральных для неоклассических моделей понятий, как равновесие и оптимизация. Так, по мнению Р. Нельсона и С. Уинтера [91], понятие «максимизация» несовместимо с идеей научно-технического прогресса и должно быть заменено понятием *сэтисфайсинга*. Содержание указанного понятия, согласно Уинтеру, выходит за рамки особого способа выбора фирмы, который можно принять в качестве альтернативы максимизации прибыли. Оно отражает свойство, присущее любому целеполагающему поведению: ограничение набора «просматриваемых» возможностей этого поведения, не полу-

чающее какого-либо бесспорного рационального объяснения. Это свойство обусловлено существованием неких пределов круга таких исследуемых возможностей, причем пределов, не являющихся определенными, в том смысле, что субъект, принимающий решения, не может знать, оптимальны ли просматриваемые им альтернативы.

В концепции Нельсона и Уинтера утверждается, что при принятии решений фирмам приходится руководствоваться принципом сэтисфайсинга. Конкретные поведенческие постулаты сэтисфайсинга продемонстрированы Нельсоном и Уинтером в ряде взаимосвязанных, хотя и несколько отличающихся друг от друга моделей, нацеленных на объяснение:

- темпов технологических изменений;
- их направленности в смысле изменения капиталовооруженности;
- роли рыночной структуры как эндогенной переменной инновационного процесса;
- сравнительного значения изобретений и имитации в этом процессе.

Опираясь на идею сэтисфайсинга, Нельсон и Уинтер используют для их обсуждения совершенно иной, отличный от неоклассического, понятийный аппарат. Они отбрасывают понятие производственной функции как должного теоретического отражения состояния технологического знания, – ведь, руководствуясь общей идеей сэтисфайсинга, не следует ожидать, что фирме непосредственно доступно знание иной техники, кроме той, которую она использует в настоящий момент. Наряду с ним в рамках, имеющих на данном этапе развития технологий, существуют и другие, возможно, лучшие техники: те, которые совершенно не известны фирме, и те, о которых у нее имеется некое смутное представление. Переключение на использование какой-либо техники из числа этих последних потребовало бы, однако, времени, усилий и расходов, причем заранее неизвестно, каких именно. Поэтому фирма обращается к поиску другой техники производства лишь тогда, когда какая-то причина вынуждает ее к этому, – и нет никаких гарантий того, что она сумеет найти ту технику, которая будет лучше используемой. Иными словами, принцип сэтисфайсинга диктует отсрочку ин-

вестиций в нововведения до тех пор, пока фирма не столкнется с неприятностями.

У Нельсона и Уинтера поиск лучшей техники моделируется при предпосылке о том, что вероятность ее нахождения – путем новаторства или имитации – есть функция величины затрат на этот поиск. Вообще поиск (наряду с сэтисфайсингом) – одно из базовых понятий в моделях указанных авторов.

Еще одно такое понятие – отбор фирм рынком. Фирмы, которым удастся найти лучшую технику или применить лучшие правила поиска, чем другим, расширяются сравнительно быстрее. При этом лучшее определяется после того, как опробованы все варианты: на начальном этапе все виды поведения принимаются одинаково хорошими или удовлетворительными. То, как именно происходит расширение лучших фирм, зависит от различных характеристик рынка: числа фирм, степени агрессивности их конкурентного поведения, доступности внешнего финансирования и т. п.

Положения эволюционной экономической теории впоследствии были интегрированы в неоинституциональную экономическую теорию. На данный момент это одна из самых разработанных альтернативных неоклассических экономических теорий. Основные положения ее во многом являются либо прямо противоположными, либо значительно дополняющими по отношению к неоклассическому подходу [60, 65, 71, 95].

Характеристики агентов

Ограниченная рациональность

Концепция ограниченной рациональности, предложенная Саймоном, основана на трех предпосылках:

1. Экономические агенты ограничены в способности определять цели и просчитывать долгосрочные последствия принимаемых ими решений, что обусловлено как их умственными способностями, так и сложностью среды, которая их окружает.

2. Экономические агенты пытаются реализовать свои цели и решить поставленные перед ними задачи не все сразу, а последовательно.

3. Экономические агенты ставят перед собой цели определенного уровня, более низкого, чем максимально возможный

для них (например, многие владельцы фирм отнюдь не стремятся максимизировать доход своей фирмы, вместо этого они пытаются довести свой собственный доход до уровня, который позволил бы им занять желаемое социальное положение и, добившись цели, остановиться). Иными словами, индивиды в своем поведении руководствуются принципом удовлетворенности.

Индивидуализм и оппортунизм

Неоинституциональная теория анализирует экономические взаимодействия с позиций методологического индивидуализма. Отправной точкой анализа являются индивиды: их мотивы и стимулы определяют их поведение и, в конечном счете, вид экономической системы. Индивид реализует свои цели без учета влияния своих действий на окружающих (если забота о них не входит в его цели). Такое поведение индивида носит название оппортунизма. Один из факторов возникновения оппортунизма – ограниченная рациональность участников взаимодействия, из-за которой они не в состоянии в полной мере предугадать поведение партнеров по сделке.

Экзогенность и стабильность предпочтений

Экзогенность и стабильность предпочтений экономических агентов обуславливают повторяющийся характер и анонимность абсолютного большинства рыночных сделок (хотя не отрицается их способность к эволюции). А если сделки повторяющиеся, то имеет смысл создавать специальные структуры управления ими для обеспечения большей эффективности. Именно изучение и конструирование таких структур – одна из основных задач неоинституциональной экономики.

Характеристики среды

Несовершенная информация

Информация, которой обладают участники взаимодействия, несовершенна. В частности, она может быть распределена асимметрично, когда одни участники взаимодействия более информированы, чем другие. При этом получение дополнительной информации, а также проверка ее достоверности связаны для менее информированных индивидов с издержками.

Неоднородность товара

Товар не является однородным. Кроме цены и количества, на решение индивида влияют и другие значимые характеристики товара и, прежде всего, такая характеристика, как качество.

Неполная спецификация прав собственности

Права собственности не всегда полностью определены. Возможны ситуации нечетко определенных прав, а значит, нечеткой ответственности за принимаемые решения, что приводит к неполной интернализации внешних эффектов. Причины неполной спецификации прав собственности иногда могут быть чисто технологическими. В свою очередь, развитие технологий может создавать недоопределенность прав, которые раньше были определены полностью. Например, открытие нефтяных месторождений поставило задачу определения прав собственности на недра, находящиеся под земельными участками, а появление экологически «грязных» производств создало проблему определения прав на такой, казалось бы, эфемерный продукт, как чистый воздух.

Права собственности не свободны от посягательств со стороны других лиц и нуждаются в защите. Деятельность по защите этих прав связана с издержками, а, следовательно, не всегда осуществляется полностью.

Концепция равновесия Неша

Концепция Вальраса неявно предполагает, что некто берет на себя функцию регулирования поведения участников сделки. Однако в реальности такое регулирование на рынке отсутствует. Индивиды, принимая решения, действуют в собственных интересах, а не в интересах общества. Соответственно равновесной может быть только ситуация, в которой все участники взаимодействия максимизируют свое, а не общественное благосостояние. Математик Джон Нэш, предложивший такую концепцию равновесия, тем самым внес огромный вклад в развитие экономики. Однако следование равновесным стратегиям не обязательно приводит к эффективному, с точки зрения общества, результату.

Важными для обоснования инновационного поведения экономических акторов являются следующие выводы (результаты

ты), сделанные неоинституционалистами: преобладание удовлетворенности, а не максимизации при принятии решений; наличие эффекта формулировки вопроса; наличие поиска внутренних обоснований для выбора; близорукость при принятии решений; влияние рутин и ментальных моделей на принятие решений.

Удовлетворенность против максимизации

Индивиды сознательно ограничивают объем приобретаемой информации, поскольку ее сбор связан для них с издержками и, кроме того, их способности по переработке полученной информации ограничены. Задачу поиска нужной информации индивиды никогда не решают полностью. Часто они пренебрегают даже рядом доступных альтернатив с тем, чтобы сузить рамки анализируемой проблемы и отсеять области, связанные с большой неопределенностью. То есть они руководствуются принципом удовлетворенности, а не максимизации.

Такое поведение характерно не только для индивидов, но и для фирм, действия которых основаны на сложных механизмах адаптации к меняющимся рыночным условиям и внешней неопределенности. Как правило, целью, которую ставит перед собой фирма, является не максимизация прибыли, а достижение отдельных показателей (нормы прибыли, удерживаемой доли рынка или продаж и т. п.)

Когда результаты деятельности фирмы не соответствуют заданным показателям, срабатывают два механизма. Во-первых, фирма начинает активнее искать новые возможности, расширяя круг рассматриваемых альтернатив. Во-вторых, фирма корректирует целевые показатели таким образом, чтобы они в большей степени соответствовали реальности и были практически достижимы. Если оба этих механизма действуют слишком медленно, то рациональное адаптивное поведение вытесняется поведением аффективным: решения принимаются под сильным влиянием эмоций.

И это оказывает значительное влияние именно на стимулы к инновациям, т. к. здесь имеет место неопределенность в достижении результата, не с чем сравнить достигнутое, поэтому фирма может остановиться, считая, что все что можно было сделать, уже сделано.

Эффект формулировки вопроса

Одна и та же проблема, будучи сформулирована по-разному (например, в терминах издержек или в терминах выгод), как правило, решается индивидом иначе. При разной постановке одной и той же проблемы индивиды, как правило, по-разному относятся к риску. В частности, они в большей степени избегают риска, если проблема сформулирована в терминах выгод, и в меньшей – при ее формулировке в терминах издержек.

Согласно исследованиям Д. Канемана и А. Тверски [55], когда проблема сформулирована в терминах выгод, участники демонстрируют отрицательное отношение к риску, а во втором, при анализе в терминах издержек, – положительное. Так как инновационные решения чаще всего сопряжены с повышенным риском, формулировка вопроса имеет здесь первостепенное значение. Любую инновацию можно дискредитировать, акцентировав внимание на издержках и рисках.

Поиск внутренних обоснований для выбора

Индивиды, будучи ограниченно рациональными, не всегда могут выбрать лучшую из множества доступных альтернатив лишь на основе своих предпочтений. Поэтому они часто вынуждены искать внутреннее обоснование, своего рода оправдание для решений, которые они принимают. Это обоснование в ряде случаев они находят в самой постановке задачи, о чем свидетельствует немало экспериментов, описанных в научной литературе.

Точно также с инновациями, многие фирмы осуществляют вложение в инновационные преобразования только потому, что они себя так позиционируют. Также многие фирмы согласны оплатить дополнительные исследования, чтобы делать более обоснованный выбор.

Близорукость при принятии решений

Принимая решения, человек не всегда учитывает их долгосрочные последствия, что связано, прежде всего, с высокими издержками оценки таких последствий. В научной литературе свойство человека принимать в расчет ближайшие издержки и выгоды, игнорируя будущие, получило название близорукости.

Близорукость является одним из главных препятствий на пути распространения инноваций. Многие инвесторы предпочитают вкладывать средства в проекты пусть с невысокой доходностью, чем в высокорискованные, но потенциально высокодоходные инновационные проекты. Этим объясняется хронический недостаток венчурного капитала.

Влияние рутин

Изначально понятие рутина (routine) было введено создателями эволюционной теории Р. Нельсоном и С. Уинтером применительно к деятельности организаций и определено ими как «нормальные и предсказуемые образцы поведения» [90]. Однако рутинное поведение характерно не только для организаций, но и для индивидов. Применительно к последним рутины можно разделить на две категории: рутины технологические, формирующиеся в процессе взаимодействия человека и природы, и рутины отношенческие, складывающиеся в процессе взаимодействия между людьми.

Технологические рутины выполняют важную функцию: они снижают издержки принятия решений. Сталкиваясь с проблемой, мы, как правило, выбираем решение, которое, исходя из прошлого опыта, было признано нами удачным. Абсолютное большинство таких рутин являются неосознаваемыми и реализуются на основе неявного знания.

Технологические рутины облегчают выбор в ситуации неопределенности, при нехватке информации. Не имея возможности оценить, насколько эффективными являются альтернативные стратегии поведения, люди обычно демонстрируют отрицательное отношение к риску, предпочитая следовать проверенным образцам поведения. Чем меньше у людей знаний об окружающем мире, чем выше степень неопределенности, тем более устойчивы рутины. Неопределенность на фоне ограниченных когнитивных возможностей делает постоянную оптимизацию поведения не только весьма затратной, но и зачастую бессмысленной. Рутинa в таком случае выступает в качестве элемента страхования.

Значительная часть деятельности любого человека неизбежно связана с другими людьми. В рамках социальных взаи-

модействий и складываются отношенческие рутины. Они, помимо описанной выше функции снижения издержек принятия решений, выполняют еще одну важную функцию – функцию координации.

Рутины – это способ компактного хранения знаний (knowledge) и навыков (skills), которые требуются человеку для его деятельности. Полное освоение той или иной рутины на основе одного только явного знания (например, письменных инструкций) может быть связано с запретительно высокими издержками. Для их снижения нужны соответствующие навыки, которые вырабатываются упражнениями.

Необходимость выработки навыков для реализации имеющихся знаний обуславливает эволюционный характер формирования и изменения рутин. Если условия, в рамках которых функционируют фирмы или индивиды, меняются, то существующие в их памяти рутины перестают быть эффективными. Процесс приспособления к новым условиям, выраженный в поиске новых стратегий поведения, освоении и закреплении их в качестве рутин, зависит от природы знания, которое лежит в основе этих рутин: чем менее явно знание, тем более длителен данный процесс.

Инновации по отношению к рутинам имеют два аспекта. С одной стороны, любая инновация – это процесс разработки или внедрения новой рутины. С другой стороны, инновационное поведение со временем само рутинизируется, становится обычным видом человеческой деятельности, которому тоже можно обучиться.

Ментальные модели

В соответствии с нашими знаниями у нас формируются те или иные ментальные модели, через их призму мы воспринимаем мир. Они определяют наши реакции и позволяют выбрать линию поведения наиболее экономным, с точки зрения расходования когнитивных усилий, способом. Таким образом, модель рационального выбора может быть скорректирована за счет включения в нее ментальных моделей как элемента механизма принятия решений (рис. 3).

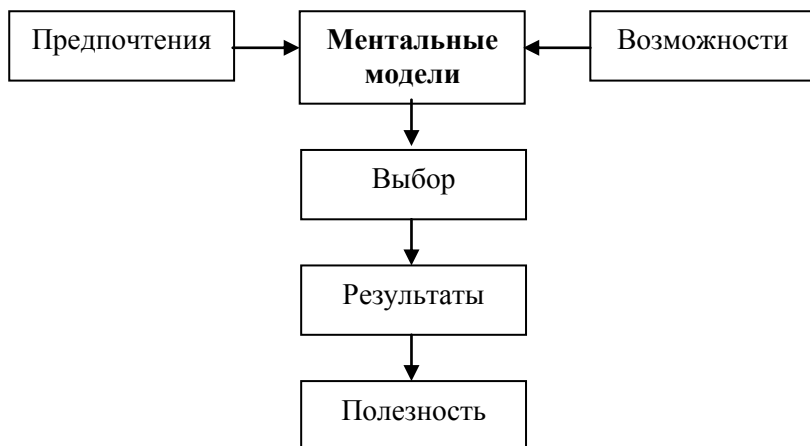


Рис. 3. Выбор на основе ментальных моделей

Итак, сталкиваясь со сложностями восприятия окружающего мира, мы выстраиваем его упрощенную модель. Она обуславливает предписания касательно поведения, которые позволяют нам решать конкретные задачи. Эти предписания хранятся в виде рутин, и мы их осваиваем по мере обучения и приобретения опыта.

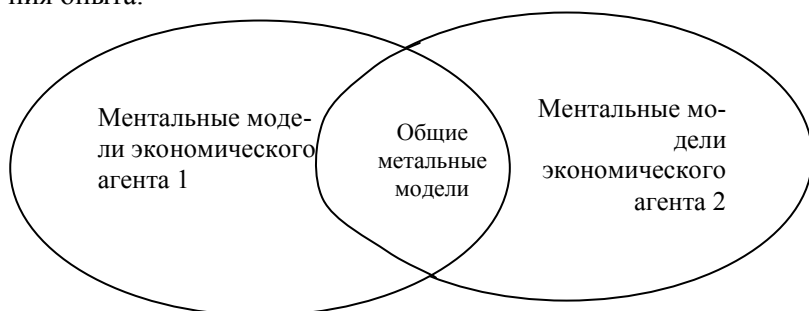


Рис. 4. Общие ментальные модели

Взаимодействуя друг с другом, экономические агенты выбирают общие правила поведения. Иерархические структуры этих правил в конечном счете и образуют общие ментальные модели (рис. 4). Такие модели создают рамку для одинакового восприятия и интерпретации реальности участниками отношений и служат основой любого совместного действия.

В социальных взаимодействиях люди оценивают деятельность окружающих, и у индивидов с общими ментальными моделями такие оценки очень схожи. Можно говорить о существовании в обществе определенных ценностей – представлений (на разных уровнях абстракции) о том, что хорошо, а что плохо. Передача оценочных суждений происходит в рамках ментальных моделей и ведет к их корректировке. Ментальные модели, разделяемые обществом в целом, сохраняются культурой этого общества.

Основополагающий элемент культуры – ценности (values), поскольку именно они задают вектор деятельности человека. Именно от их характера зависит, какие знания и навыки будет накапливать человек.

Ценности могут способствовать инновациям и экономическому росту, а могут, напротив, его замедлять. При этом влияние одной и той же ценности может быть прямо противоположным в разные периоды развития. От распространенных ценностей также во многом зависит коммерческий успех инноваций.

Кроме учета влияния рутин и ментальных моделей в качестве заслуги институционального подхода следует отметить разработку концепции инновационных систем, которая является наиболее проработанной и в настоящий момент отражающей мнение основной части исследователей науки и техники. В последнее десятилетие концепция инновационной системы активно используется в работах, посвященных экономическим аспектам технологического прогресса. В частности, под эгидой ОЭСР, Мирового банка и ЕС на эту тему было выполнено большое количество аналитических исследований.

Суть концепции состоит в том, что в современных условиях основой конкурентного преимущества становятся скорости получения новых знаний и их воплощения в товарах и технологиях. Важную роль начинают играть интеграция, создание новых организационных и финансовых форм и повышение качества трудовых ресурсов. Ключевое значение приобретают сети или системы, которые могут эффективно распространять знания и информацию. Наука перестает быть автономно функционирующей отраслью и встраивается в систему производства и диффузии знаний. Она становится частью комплексной систе-

мы, способной содействовать производству знаний, а также преобразовывать знания в новые технологии, продукты и услуги, которые находят своих реальных потребителей (покупателей) на национальных или глобальных рынках. Такая система получила название инновационной системы.

Наука в инновационной системе – систематическая деятельность, направленная на получение новых знаний, а также поиск новых областей их применения. Основным содержанием научного труда является проведение исследований, опытно-конструкторских разработок.

Термин «инновационная система» впервые использован Б. Лундваллом в 1985 г. в работе «Продуктовые инновации и взаимодействие пользователь-производитель». Он сосредоточил основное внимание именно на взаимосвязях фирм и институтов, включенных в производство знаний. Подобное взаимодействие также происходит между фундаментальными исследованиями (производителями) и прикладными исследованиями (первичными пользователями). Развитием концепции инновационных систем стало понятие «национальная инновационная система» (НИС), введенное в 1987 г. К. Фрименом. В дальнейшем концепцию НИС активно развивали Б. Лундвалл и Р. Нельсон, и со временем она стала одной из ключевых теоретических концепций, лежащей в основе изучения происходящих в научно-технологической сфере процессов и формирования политики для ее стимулирования.

Понятие НИС постоянно развивается и углубляется. Оно прошло эволюцию от определения НИС как совокупности организационных структур и связей между ними до понятия системы институтов и политик, увязанных в сложный комплекс экономических взаимоотношений. НИС можно рассматривать в узком и широком значениях. В первом случае акцент делается на организации и институты, которые непосредственно включены в процесс научного и технологического поиска и изучения. В широком смысле концепция НИС включает все экономические, политические и другие социальные институты, которые влияют на процессы обучения, научного поиска и экспериментирования. С точки зрения организационной структуры, НИС в узком значении – это университеты, исследовательские инсти-

туты и система патентования. В широком значении к данным компонентам добавляются финансовые системы, денежная политика, нормы конкуренции, внутренняя организация частного сектора и т. д. При этом как в узком, так и широком значении НИС включает науку в качестве ключевого элемента.

Дежина И. Г.[30] подчеркивает некоторые принципиальные особенности концепции НИС.

Во-первых, в ней явно учитывается, что создание и трансформация нового знания осуществляются конкретными экономическими субъектами со своими ценностями и интересами.

Во-вторых, важнейшую роль в инновационном процессе играют не только и не столько сами субъекты, сколько взаимосвязи между ними. Именно связи превращают сеть в систему, и между ее основными субъектами существуют различные потоки – материальных средств, финансовых операций, формальных заявлений, официальных и неофициальных передач знаний и идей.

В-третьих, существенным является то, с помощью каких правил и законов эти отношения регулируются в конкретной экономической системе. Таким образом, результативность инновационных процессов в экономике зависит не только от того, насколько эффективна деятельность самих экономических субъектов (фирм, научных организаций и др.), но и от того, как они взаимодействуют друг с другом в качестве элементов коллективной системы создания и использования знаний, а также с другими общественными институтами. Поэтому национальный характер инновационной системы во многом определяется именно действующим в данный момент национальным законодательством и системой неформальных отношений.

Национальная инновационная система может быть представлена как система «коллективного познания», происходящего среди основных ее субъектов, благодаря наличию связей и взаимодействий между ними. Причем ключевое значение имеют связи, которые складываются между фирмами, научными организациями и правительством. Взаимодействуя, они образуют «тройную спираль». Изучению особенностей взаимодействия между этими тремя субъектами инновационной системы посвящено большое число работ зарубежных исследователей. НИС является в значительной степени самоорганизующейся систе-

мой, и в «тройной спирали» это находит выражение в том, что государство становится равноправным партнером, и все три субъекта взаимодействуют благодаря развитию горизонтальных связей. При этом институциональные сферы университетов, промышленности и правительства в дополнение к выполнению своих традиционных функций начинают приобретать новые, свойственные другим участникам НИС. Например, университеты все в большей мере адаптируют функции бизнес сектора, открывая у себя службы по коммерциализации технологий и другие аналогичные структуры, создавая малые фирмы.

Таким образом, наука в НИС взаимодействует с государством и частным сектором, они оказывают взаимное влияние друг на друга. Основы государственной научной политики в НИС меняются – прямое управление наукой все больше замещается координацией и регулированием. Это является откликом на усложнение функций науки в НИС – она становится не только отраслью по производству знаний, общественным благом, но все в большей мере – фактором экономического развития.

Еще одной заслугой институциональной экономической теории является привлечение внимания к изучению социальных сетей и их влияния на экономическое поведение индивидов. В частности, доказано наличие положительной обратной связи между количеством пользователей того или иного сетевого блага и его ценностью для членов сети. Ярким примером такого рода сетей являются телефон, Интернет, операционные системы и другие высокотехнологичные продукты.

1.4. Альтернативные подходы к обоснованию инновационного поведения

Рассматривая нестандартные экономические подходы к исследованию инноваций, нельзя обойти стороной «нелинейную» или «синергетическую» экономику [37]. Ее фундаментальным отличием является то, что синергетическая экономика придает особое значение не линейным, а нелинейным аспектам экономического эволюционного процесса, не устойчивости, а неустойчивостям, не непрерывности, а разрывам, не постоянству, а структурным изменениям – в противоположность традиционному рассмотрению линейности, устойчивости, непрерывности и неизменности. Синергетическая экономика трактует нелинейность и неустойчивость как источник многообразия и сложности экономической динамики, а не шумов и случайных возмущений, как это делает экономика традиционная.

«Синергетическая экономика» берет свое начало из науки синергетики, основы которой были заложены Германном Хакеном (1977, 1983). Сама синергетика определяется как наука о коллективных статических и динамических явлениях в закрытых и открытых многокомпонентных системах с «кооперативным» взаимодействием между элементами системы. В физике, химии и биологии синергетика концентрируется на структурных особенностях пространственно-временной самоорганизации систем на макроскопическом уровне. Оказывается, что на этом уровне между различными системами существует тесная аналогия, даже если они состоят из разнородных элементов с существенно отличными элементарными взаимодействиями. Под этим новым углом зрения в естественных науках начинают разрабатываться теории о том, как порядок дает начало хаосу, но в хаосе зарождается новый порядок, и из хаоса вновь возникает порядок. Эти же свойства эволюционных систем изучает Синергетическая экономика.

Некоторые черты, которым синергетика придает особое значение, можно обнаружить и в традиционной экономике. Традиционные теории экономической динамики осознают роль взаимодействий и коопераций между различными частями экономических систем. Даже неоклассическая экономическая шко-

ла в настоящее время не отрицает существование в экономике нелинейных взаимодействий, однако рассматривает их как частный случай.

Однако в отличие от традиционной, в синергетической экономике экономическая эволюция трактуется как необратимый процесс. Существенную роль в понимании необратимых процессов играют время и хаотическая динамика. Необратимость и эволюция возникают как следствия сложности коллективного поведения внутренне простых объектов. Ранее, под сильным влиянием ньютонианства, экономисты (безотчетно) трактовали экономическую эволюцию как процесс обратимый. Сегодня имеются экономические модели, которые могут четко обосновать его необратимость. Новый путь для понимания необратимых процессов открывает концепция хаоса.

Синергетическая экономика пока только развивается. Она отвергает некоторые идеи традиционной экономики и трактует результаты традиционной экономики как частные, а не общие случаи. Основные концепции традиционной экономики – концепция рационального поведения и идеальной конкуренции играют фундаментальную роль и для развития синергетической экономики. Расхождение с традиционной экономикой состоит в том, что неустойчивости нелинейных систем трактуются не как преходящее, временное состояние, а как источник сложности экономической динамики. Ключевыми понятиями синергетической экономики являются: детерминированный хаос – то есть хаос, имеющий в своей основе определенную закономерность и приводящий к возникновению упорядоченных структур; аттрактор – то есть такой тип развития системы, когда все случайные отклонения не нарушают общего направления развития; и бифуркация (катастрофа) – особый тип развития системы, альтернативный развитию по аттрактору и предполагающий возможность принципиального скачкообразного изменения направления развития системы вплоть до противоположного.

Развитие подобного подхода для исследования инноваций можно увидеть у Янсена [151]. Вкратце суть его работы состоит в том, что в современных экономических условиях постоянного ускорения инноваций степень неопределенности экономической системы и связанных с этим прогнозов возрастает многократно.

Соответственно, задача фирм не пытаться предсказать или спрогнозировать будущее состояние рынка и на основе этого строить свою стратегию, а приспособить свою структуру к постоянным изменениям окружающей среды, сделать структуру максимально гибкой, то есть ответить на возрастание сложности окружающей среды соответствующим усложнением самой организации.

Впервые терминология синергетики была применена для изучения инновационных процессов еще в 1991 году. Так, в статье Р. Дженнера [174] описываются те меры (действия), которые могут противопоставить менеджеры и предприниматели неопределенности и хаотическому состоянию, сопутствующему поиску и созданию новых продуктов и новых процессов. В основе данного подхода лежит представление о том, что в современном, хаотическом, основанном на постоянных инновациях рынке возникают диссипативные структуры, развивающейся «далеко от равновесия», но при этом являющейся устойчивыми (по И. Пригожину). Самое главное свойство этих структур – они способны снижать (рассеивать) собственную энтропию (а также, по нашему мнению, и энтропию входящих в нее элементов). Другое свойство подобных структур – создание чего-то вроде внутренней сети, взаимосвязей между элементами структуры. Именно благодаря этим двум свойствам такие структуры являются стабильными, несмотря на то, что функционируют вдали от равновесия.

Весьма интересны результаты, полученные автором, т. к. они во многом превосходят концепцию открытых инноваций, которая на данный момент считается одной из самых перспективных. В частности автор показал, что одним из способов снижения энтропии для инновационных фирм является формирование и распространение внутриотраслевой технологической парадигмы. То есть в соответствии с теорией самоорганизации в рамках хаотического рынка возникает группа фирм, которая придерживается общей технологической парадигмы («протокола» по Дженнеру), причем фирмы внутри группы связаны нелинейными взаимосвязями, которые с одной стороны, заставляют их и дальше придерживаться выбранной парадигмы, а с другой стороны, позволяет снизить неопределенность (энтропию), вызываемую НТП. К сожалению, автор не стал развивать идею дальше.

А ведь можно считать подобные диссипативные структуры зародышами распространения концепции «открытых инноваций», поскольку фирмы внутри группы со временем переходят к пониманию, что если они сами не могут реализовать инновационную идею, то выгоднее не придерживать ее, а передать другим фирмам, придерживающимся того же «протокола», поскольку это либо создаст дополнительный спрос на ее же продукцию, либо позволит улучшить качество сырья и материалов. Необходимо отметить, что данные диссипативные структуры на самом деле шире, чем показывает Дженнер. В эту структуру входят не только фирмы-производители, но и значительная часть потребителей, поскольку использование высокотехнологичных продуктов требует усвоения соответствующей технологической парадигмы.

То есть, если раньше (при преобладании концепции закрытых инноваций) на возрастание сложности окружающей среды фирмы отвечали усложнением собственной структуры, теперь же они действуют наоборот – пытаются упростить окружающую среду, создавая собственную рыночную экосистему, которая ограждает их от внешнего хаоса. Кроме того, создание подобной экосреды приводит к синергетическому эффекту – то есть распространение (тиражирование) собственных инноваций создает дополнительный спрос и доход для бизнес-модели фирмы.

Еще одной нестандартной, но в то же время перспективной теоретической концепцией, способной объяснить многие процессы развития науки и техники, является концепция «когнитивной экономики» [123]. Согласно этой концепции, экономическая подсистема общества представляет собой машину для воплощения в материю идей, хранящихся в памяти человечества. Покупая (в общем случае – потребляя артефакт) какой-либо товар, мы даем этой машине сигнал извлечь информацию об его устройстве из памяти и изготовить еще одну копию взамен потребленной. Информация об устройстве артефактов и методах их изготовления (реализации идеи в материи) передается из века в век и от одного общества к другому. В «процессоре» общества постоянно возникают идеи усовершенствованных и принципиально новых товаров. Возникают также и идеи нового устройства самих организаций (фирм), создающих товары, структуры

связей между составляющими их людьми и машинами, идеи новых машин, идеи новых специализаций людей. То есть само социально-экономическое устройство общества тоже определяется некими идеями, движущимися и изменяющимися в социальной среде.

Чтобы создать любой товар, кроме сырья (материи) и энергии (движения), мы должны использовать и идеи. Даже для изготовления цветочного горшка надо иметь некоторый объем информации – о диаметре в разных точках вдоль оси, высоте, толщине стенок, цвете и материале, о технологии изготовления. Хотя эта информация, чаще всего, не записана на диск, а хранится неучтенной в голове гончара, тем не менее, она есть. Для изготовления автомобиля информации нужно в тысячи раз больше. Следовательно, всякое производство, помимо потребления киловатт электроэнергии и тонн стали, потребляет еще и мегабайты информации, причем до сих пор почти никогда не зная сколько. Попадая в изделие, информация не исчезает – ведь мы всегда можем извлечь ее обратно, обмерив и исследовав деталь. Помимо информации нужно еще и знание. Знание включает методы использования, интерпретации информации. Например, человек, не знающий счета, не может воспользоваться никакой цифровой информацией. Сами артефакты вмещают огромное количество знаний, причем эти знания все время проверяются на адекватность объективному миру в процессе их эксплуатации. Например, знания об аэродинамике, о термических и механических свойствах материалов корпуса постоянно проверяются во время полета самолета.

Принимая решения на рынке, люди также пользуются информацией и различными видами знаний. К знаниям можно отнести не только рациональное содержание сознания, полученное в процессе систематического обучения, но и различные моральные установки, предубеждения, внушенные предпочтения, житейские правила и так далее. Решения принимаются не только потребителями, но и инвесторами. Решения, которые нужно принимать инвесторам, намного сложнее (особенно в случае масштабных проектов), и должны включать в себя намного больший круг специальных знаний. Например, при строительстве электростанции необходимо использовать знания из области

физики, материаловедения, геологии, экономики. Нужно учесть размещение потенциальных потребителей, трудовые ресурсы, состояние путей, экологические аспекты. Как правило, ни один человек не обладает всей суммой нужных знаний, поэтому требуется собрать коллектив специалистов из всех нужных областей и организовать их совместную работу так, чтобы реализовалось коллективное мышление, способное учесть с нужным весом разработки всех участников. В общем, мы на каждом этапе экономического действия наблюдаем принципиальную роль знания, предубеждений, устремлений, заблуждений и прочих умственных обстоятельств в принятии экономических решений.

Когнитивный подход к экономике предполагает междисциплинарный подход к изучению того, как человек решает проблемы, делает выбор, принимает и меняет решения, объяснение природы эволюции организаций и социальных институтов в условиях структурной неопределенности. Подобно психологии, нейробиологии и философии когнитивная экономика опирается на микрооснования в понимании умственной активности человека и разрабатывает свои модели в связи с этими науками и их прогрессом. Поскольку человек решает проблемы, опираясь и на научные представления, когнитивной экономике придется понять как устроена и работает наука, как она генерирует и проверяет свои гипотезы.

Основная гипотеза Сухарева состоит в том, что «общество – это самовоспроизводящаяся и саморазвивающаяся система идей, движущихся в материи. Всякая система идей существует, только если способна овладевать новой материей в достаточных количествах и организовывать ее в свои формы. Вследствие высокой неопределенности эволюционных процессов движение системы идей в материи всегда может прерваться вследствие непредусмотренных внешних причин. Страховкой от гибели служит создание множества копий исходного комплекса идей. Поэтому главная цель этой системы – овладение наибольшим количеством материи. Эта цель резюмируется в инстинкте самосохранения – основном инстинкте самовоспроизводящихся систем. Инстинкт самосохранения – это фундаментальная когнитивная установка, верифицированная всем эволюционным процессом. Представим себе, что какая-то из самовоспроизводя-

щихся систем не включает в свою идейную часть самосохранение. Ясно, что такая система будет быстро элиминирована из эволюционного процесса. Поскольку значительная часть социально-экономической системы искусственная, то одной из главных задач является эффективная экономика как подсистема общества, реализующая идеи артефактов в материи. Экономическое действие обеспечивает императив самовоспроизводства общества» [123, С. 98].

При этом, согласно Сухареву, научно-технический прогресс является одним из механизмов, обеспечивающих самосохранение обществ как на микроуровне – фирмы, так и на макроуровне – государства, за счет повышения их конкурентоспособности в борьбе за ресурсы (материю).

Развивая идеи Сухарева, любая фирма – есть идея, движущаяся в материи, и, в соответствии с законом самосохранения, она стремится воспроизводить себя, но для этого ей необходимо обмениваться с окружающей средой веществом, энергией и информацией. Основным источником жизнедеятельности фирмы является прибыль, которую в современных условиях очень трудно сохранить, не внедряя постоянно и повсеместно инновации.

В определенной степени с вышеуказанной концепцией и с концепцией национальной инновационной системы перекликается разработанная Соловьевым В. П. [119] эвристическая модель формирования инновационной политики на основе стремления к конкурентоспособности государства. Данная модель предполагает представление государств как своеобразных организмов, конкурирующих между собой за доступ к различным видам ресурсов: природные, человеческие и т. д. При этом основным способом конкурентной борьбы является постоянный экономический рост, который способствует конкурентоспособности. При этом источников экономического роста, согласно Соловьеву, три: ресурсы, инвестиции и инновации, причем используются они именно в таком порядке. То есть при исчерпании природных ресурсов и инвестиций (что наблюдается в последнее время) инновации становятся единственным источником экономического роста и конкурентоспособности.

В основе данной модели лежит предлагаемый Соловьевым информационно-ассоциативный подход к изучению инноваци-

онной системы. Данный подход позволяет исследовать инновационную систему и ее элементы как объекты, обладающие рациональным поведением. С формальной точки зрения это эквивалентно принятию гипотезы о наличии у инновационных структур таких свойств, которыми обычно характеризуются интеллектуальные системы.

Общим для всех современных нетрадиционных концепций инноваций развития науки и техники является признание объективной сложности этой системы, большой роли субъективного фактора и вытекающих из этого высоких требований к качеству государственного регулирования.

1.5. Прикладные концепции и практические рекомендации по оптимизации инновационного поведения

Одним из признаков кризиса теории инноваций является то, что практика в этой сфере идет на данный момент впереди теории. Проявляется это в том, что на фоне достаточно небольшого числа теоретических работ, имеется масса практических рекомендаций разных авторов, призванных помочь предпринимателям и корпорациям лучше организовать свою инновационную деятельность, оптимизировать инновационное поведение. Причем подобные обобщения практики инноваций множатся в последние годы в геометрической прогрессии, что свидетельствует о высокой актуальности рассматриваемой проблемы. Однако уровень оригинальности излагаемых идей и теоретического обоснования предлагаемых решений значительно различаются. Поэтому в данной работе будут рассмотрены только те, которые имеют некую ценность для теории инновационного поведения.

Одним из первых, кто попытался систематизировать накопленный опыт внедрения инноваций, был Ф. Янсен. Его книга «Эпоха инноваций» [151] по праву считается своеобразным манифестом новой эпохи экономического развития. Как уже упоминалось, суть его работы состоит в том, что в современных экономических условиях постоянного ускорения инноваций степень неопределенности экономической системы и связанных с этим прогнозов возрастает многократно. Соответственно, задача фирмы не пытаться предсказать или спрогнозировать будущее состояние рынка и на основе этого строить свою страте-

гию, а приспособить свою структуру к постоянным изменениям окружающей среды, сделать структуру максимально гибкой, то есть ответить на возрастание сложности окружающей среды соответствующим усложнением самой организации.

При этом следует отметить высокий уровень теоретического обоснования рассматриваемых явлений и предлагаемых решений, что менее присуще его последователям.

Другим классиком оптимизации практической инновационной деятельности может по праву считаться П. Друкер. Его книга «Бизнес и инновации» [31] по праву была и есть настольной книгой любого уважающего себя предпринимателя. Идея, изложенная в данной книге, была одновременно простой для понимания и достаточно сложной в практическом исполнении. По словам Друкера, «перемены всегда несут с собой возможности для нового и непохожего. Суть последовательной инновационной деятельности, таким образом, состоит в целенаправленном и организованном поиске перемен, а также в последовательном анализе тех возможностей, которые несут эти перемены для экономических и социальных нововведений» [31, С. 62].

Таким образом, рекомендации инновационно-ориентированным фирмам сводятся к отслеживанию семи источников инновационных возможностей. Первые четыре источника лежат в пределах предприятия, либо отдельно взятой отрасли промышленности:

- непредвиденное – неожиданный успех, неожиданная неудача, непредвиденное стороннее событие,
- несоответствие – между тем, что является реальностью, и тем, как эта реальность представляется или какой она «должна быть»,
- нововведение, обусловленное насущной необходимостью модернизации существующего процесса,
- перемены в отраслевой или рыночной структуре, которые застают всех врасплох.

Вторая группа источников инновационных возможностей включает в себя три источника перемен, происходящих за пределами предприятия или отрасли:

- демография (изменения в численности и составе населения),

- изменение настроений, восприятия и значения,
- новые знания, как научные, так и ненаучные.

При этом надежность и предсказуемость источников убывает в соответствии с вышеприведенным порядком. То есть Друкер признает, что новые знания являются самым ненадежным источником инноваций, но параллельно с этим и самым перспективным в последнее время. К достоинствам работы можно отнести яркие примеры использования тех или иных источников инноваций. К недостаткам следует отнести почти полное отсутствие какой-бы то ни было теоретической базы, за исключением тезиса о том, что инновационная деятельность в современных условиях – это целенаправленная системная деятельность.

Следующей, весьма важной как по своему практическому значению, так и по теоретической обоснованности является совместная книга Кристенсена, Энтони и Рота «Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений» [139]. В данной книге на практических примерах развиваются идеи Кристенсена, высказанные ранее в книгах «Дилемма инноватора» и «Решение проблемы инноваций в бизнесе». Это теория «подрывных» инноваций; теория ресурсов, процедур и ценностей; и теория развития цепочки создания стоимости.

Согласно теории «подрывных» инноваций, уже работающие на рынке компании, скорее всего, не дадут пробиться новичкам, если речь идет о поддерживающих инновациях. Но лидеры рынка с большой вероятностью обречены на поражение, когда новички атакуют с помощью «подрывных» инновационных продуктов. То есть вводится деление инноваций на поддерживающие и подрывные.

Поддерживающие инновации ведут компании по устоявшейся траектории усовершенствований. Эти усовершенствования касаются уже существующих продуктов и тех их потребительских свойств, которые в течение достаточно долгого времени представляются покупателям особенно ценными. Благодаря «подрывным» инновациям либо создаются новые рынки, либо перестраиваются уже существующие. Есть два типа «подрывных» инноваций: инновации, ориентированные на нижние

сектора рынка, и инновации, создаваемые для новых рынков. «Подрывные» инновации, ориентированные на нижние сектора рынка, появляются тогда, когда существующие продукты или услуги «слишком хороши», а соответственно, стоят дороже, чем потребители могут себе позволить. Второй тип «подрывных» инноваций – инновации, ориентированные на новые рынки, – возникает как противовес продуктам, которые в силу своих характеристик доступны весьма ограниченному числу потребителей, а также как противовес таким товарам и услугам, потребление которых было возможно в определенных местах или при определенных условиях, что для потребителя было не вполне удобно. То есть основа для подрывных инноваций – наличие так называемых «непотребителей» – то есть людей, которые вообще не потребляют товар определенной категории по причине дороговизны либо отсутствия возможности, необходимости и способа потребления.

Теория ресурсов, процедур и ценностей (РПЦ) объясняет, почему утвердившиеся на рынках компании с таким трудом осваивают «подрывные» инновации. Согласно теории, ресурсы, процедуры и ценности в общей сумме определяют преимущества, недостатки, а также «слепые зоны» организации.

Ресурсы – это имущество, активы, которыми компания имеет право распоряжаться: они продаются и покупаются, создаются или разрушаются. Процедуры – это сложившиеся схемы работы, с помощью которых компания превращает ресурсы в готовый продукт, то есть товары или услуги, чья стоимость значительно превышает стоимость вложенных ресурсов. Ценности – это критерии, благодаря которым компания размещает ресурсы.

Теория РПЦ утверждает, что организация может успешно использовать открывающиеся возможности только тогда, когда у нее имеются необходимые ресурсы; когда процедуры способствуют, а не препятствуют необходимым действиям; и когда корпоративные ценности позволяют сделать перспективный проект приоритетным – в отличие от прочих, претендующих на корпоративные ресурсы.

Теория развития цепочки создания стоимости (РЦСС). Эта теория позволяет оценить, насколько удачную организационную

структуру выбрала для себя компания; обеспечивает ли такая структура успех этой компании в конкурентной борьбе. Суть теории РЦСС проста: компании должны держать под контролем все те виды деятельности (или комбинации видов деятельности) в цепочке создания стоимости (ценности), которые непосредственно влияют на особенно ценные для покупателей потребительские свойства продукта. Прямой контроль за такими видами деятельности или интеграция с теми организациями, которые осуществляют эти виды деятельности, дает компании возможность экспериментировать, расширяя мыслимые границы возможного. В конечном итоге это позволяет либо сформировать наилучшую структуру цепочки ценности, либо определить наилучшее свое место в этой цепочке, дающее возможность трансформировать выгоду (полезность) инновации для потребителя в прибыль фирмы.

На основе сочетания этих трех теорий даются рекомендации для начинающих компаний по нахождению и правильному развитию своей подрывной инновации, а также рекомендации утвердившимся фирмам по обороне, отражению атак новичков. Весьма ценная работа, так как увязывает теоретические построения с примерами из жизни и практическими рекомендациями. В практической части перекликается с работой Друкера. При этом предлагаемый Кристенсенем теоретический подход позволяет объяснить источники инноваций, оставшиеся без объяснений у Друкера.

Еще одной работой, практически переворачивающей прежние представления о принципах организации инновационной деятельности и инновационного поведения экономических акторов, является работа Г. Чесбро «Открытые инновации» [138]. В основе работы лежит идея, что все прежние концепции и практические рекомендации по построению инновационной деятельности фирм устарели, т. к. относятся к одной концепции, обобщаемой одним общим словом «закрытые инновации», в то время как действительность показывает, что успех все чаще достается тем фирмам, которые придерживаются принципиально новой парадигмы (концепции) «открытых инноваций».

Вкратце суть данной концепции состоит в том, что плотность инновационного поля в бизнес-среде и скорость появле-

ния новых технологий и продуктов стала такой, что смысла в сокрытии собственных научно-технических достижений нет. Инновации, положенные фирмой на полку (впрок), довольно быстро будут либо изобретены в другом месте, либо реализованы сотрудниками фирмы, выделившимися в отдельный бизнес. Соответственно, на первое место в инновационном поведении фирмы встает не изобретение (разработка) инноваций, а эффективная реализация инновационных идей, неважно – своих или чужих, путем формирования соответствующей бизнес-модели (или цепочки ценности).

Данная концепция не является полным отрицанием предыдущих, в частности в ней широко используется разработанная Кристенсеном теория развития цепочки создания стоимости (РЦСС). Также данную концепцию можно считать развитием теории подрывных инноваций, поскольку применение фирмой концепции «открытых инноваций» само по себе является подрывной инновацией и дает возможность опробовать больше вариантов подрывных инноваций, чем в концепции закрытых инноваций.

Еще одной положительной стороной работы является то, что она дает практические рекомендации по управлению интеллектуальной собственностью фирмы и постепенному переходу от парадигмы закрытых инноваций к открытым инновациям.

Еще одной весьма интересной работой, содержащей практические рекомендации по организации инновационной деятельности является работа Коттера и Коэна «Суть перемен»[61], которая является продолжением книги Коттера «Впереди перемен». Данная работа посвящена проведению организационных преобразований (в первую очередь инновационных) в условиях внешней нестабильности. Главная идея Коттера состоит в том, что узловым вопросом преобразований является не стратегия, структура, корпоративная культура или системы (которые признавались в качестве основных исследователями-предшественниками), а изменение поведения людей. Авторы предлагают новый и в чем-то неожиданный подход «увидеть – прочувствовать – изменить» в дополнение к традиционному «проанализировать – продумать – действовать».

На базе данного подхода авторами предлагается восемь этапов удачных крупномасштабных перемен (Таблица 1).

Таблица 1

Восемь этапов удачных крупномасштабных перемен [61, С. 16]

Этап	Действие	Новое поведение
1	Внушить ощущение необходимости срочных перемен	Люди начинают говорить друг другу: «Давайте же, нам нужно многое изменить!»
2	Собрать группу лидеров	Группа людей, облеченных достаточными полномочиями, чтобы провести большие преобразования, сформирована, и они успешно работают вместе
3	Разработать правильное видение	Группа лидеров разрабатывает видение и стратегию попытки проведения изменений
4	Информировать о своих планах, чтобы привлечь сторонников	Люди начинают проникаться идеей перемен, и это проявляется в их поведении
5	Дать полномочия к действию	Все больше людей чувствуют себя готовыми действовать, и они реализуют видение
6	Добиваться скорых побед	В ходе реализации видения рождается воля к победе, и противников перемен становится все меньше
7	Не останавливаться на достигнутом, углублять реформы	Люди добиваются перемен шаг за шагом, пока не реализуется видение
8	Заставить перемены прижиться	Новая форма поведения победителя укореняется, несмотря на груз традиций, отход от дела реформаторов и так далее

В отличие от двух предыдущих работ, данная книга не имеет глубокой теоретической проработки, зато иллюстрирована яркими невыдуманными историями. Однако это пример редкого, но весьма перспективного проникновения психологических подходов в эко-

номическое исследование. Кроме того, у концепции «увидеть – прочувствовать – изменить» имеется значительный потенциал к объяснению не только поведения работников в процессе инноваций, но и к поведению потребителей в процессе диффузии инноваций, и даже инновационного поведения фирм и предпринимателей и целых отраслей. Только для этого требуется более широкая и проработанная теоретическая база.

Также имеется несколько свежих работ, которые стоят того, чтобы упомянуть о них в рамках данного исследования. Например, это книга У. Чан Ким и Рене Моборн «Стратегия голубых океанов» [130], которая вводит в управленческую терминологию понятия «алых» и «голубых» океанов. Алые океаны – это уже сформировавшиеся отрасли, где «правила конкуренции всем известны. Здесь компании стараются превзойти своих соперников, чтобы перетянуть на себя большую часть спроса. По мере того как на рынке становится все теснее, возможностей роста и получения прибыли становится все меньше. Продукция превращается в ширпотреб, а безжалостные конкуренты режут друг другу глотки, заливая алый океан кровью». Между тем голубые океаны – это «нетронутые участки рынка, что дают возможность расти и получать высокие прибыли. Здесь конкуренция никому не грозит, поскольку правила игры еще предстоит устанавливать».

У. Чан Ким и Рене Моборн предложили бизнесу методику, облегчающую поиск новых возможностей. Они выделили шесть правил, воспользовавшись которыми, менеджмент компаний сможет отойти от стереотипов. И в итоге выйти за границы существующего в отрасли спроса, изменив границы рынка. Также разработали паттерны, облегчающие само продвижение компаний к голубым океанам, начиная от соответствующих инструментов стратегического планирования до способов снятия возможного сопротивления нововведениям со стороны персонала. Так, авторы ввели в практику планирования так называемую кривую ценности. Благодаря ей достаточно просто проанализировать основные характеристики ценности товаров и услуг для потребителя и выявить, где можно эту ценность повысить.

К преимуществам работы следует отнести то, что ученые не остановились лишь на одном аспекте работы с голубыми океанами. Ведь изменения в рыночном позиционировании биз-

неса неизбежно влекут за собой изменения в политике ценообразования, бизнес-процессах, штатном расписании, организационной структуре.

Во многом их идеи перекликаются с предшественниками. В частности сама стратегия голубых океанов во многом похожа на теорию подрывных инноваций у Кристенсена. Способы снятия возможного сопротивления нововведениям со стороны персонала похожи на восемь этапов удачных крупномасштабных перемен Коттера. Кривая ценности перекликается с цепочкой создания ценности (стоимости) у Кристенсена и Чесбро.

Еще одна работа такого рода – это книга Мицуаки Симануги «Эпоха системных инноваций» [86]. Эта работа также не привносит чего-то нового в теорию и практику инновационной деятельности. Во многом излагаемые идеи перекликаются с работами Друкера и Кристенсена. Отличие лишь в использовании для иллюстрации практических примеров из инновационной практики фирм Японии.

Еще одна интересная книга – «Эффект Медичи: возникновение инноваций на стыке идей, концепций и культур» Йоханссона Франса [53]. Идея книги проста – источник инноваций лежит на пересечении различных концепций, дисциплин и культур. Чтобы совершать инновационные открытия, изобретатели XXI века должны выйти за рамки своей привычной области и оглянуться по сторонам. Фактически Йоханссон дополняет семь источников инноваций Друкера еще одним, восьмым – эффектом Медичи на пересечении культур, концепций и наук. Однако книга почти ничего не дает для практической деятельности по отбору и воплощению найденных идей в жизнь. Также очень слабая теоретическая основа. В то же время имеются ценные замечания о положительной и отрицательной роли сетей в инициации и продвижении инноваций. Есть пересечения с подрывными инновациями Кристенсена, с открытыми инновациями Чесбро, с подходом «увидеть – прочувствовать – изменить» у Коттера.

И напоследок следует рассмотреть отечественную книгу Альтшулера и Фиякселя «Куб инноваций» и палитра инноваторов. Идеи, проекты, уроки и комментарии» [3]. По сути, эта работа является первой попыткой синтеза мирового теоретического багажа и отечественного практического опыта инновацион-

ных преобразований. Особой теоретической ценности работа не представляет, практически все излагаемые идеи заимствованы из зарубежных источников, однако интересно обобщение опыта применения этих идей российским инновационным бизнесом. также определенный теоретический интерес может представлять идея «куба инноваций», позволяющего четко классифицировать любой инновационный проект в трех измерениях – степень инновационности (рацпредложение, изобретение, открытие), масштаб внедрения (регион, страна, мир), влияние на менеджмент (продукт, процесс, стратегия). Но авторы сами признают, что данная концепция является всего лишь развитием модели Р. Такера, структурирующей изменения по уровню и типу.

1.6. Концепция «инновационного человека»

Таким образом, современная литература об инновационном поведении являет собой смесь самых разнообразных трудов, сосредоточенных на двух мало пересекающихся полюсах. С одной стороны, высокотeorетические абстрактные работы, с другой стороны, чисто практические рекомендации, и между этими двумя полюсами большой разрыв, исключением является только работа Янсена «Эпоха инноваций». Соответственно, необходимо попытаться увязать практический опыт с достижениями теории. Так как практика идет пока впереди теории, попробуем сначала сформулировать ее достижения и найти подтверждения им в теоретических работах (приложение А).

Как видно из приложения, положения практиков часто пересекаются между собой, что свидетельствует о том, что данные рекомендации действительно востребованы и универсальны. Что касается связи с теорией, то видно, что положения практики хорошо согласуются и могут найти подтверждение в отдельных положениях неoinституциональной и синергетической экономики, что позволяет говорить о необходимости синтеза отдельных элементов этих теорий для выработки комплексного теоретического подхода к обоснованию инновационного поведения фирм.

Таким образом, в обосновании инновационного поведения экономических акторов следует стремиться к учету последних достижений практики и теории, в первую очередь, неoinституционального и синергетического подходов.

Соответственно, на базе положений этих концепций *инновационное поведение экономических акторов* можно обозначить как совокупность реакций актора на постоянные хаотические изменения внешней среды, суть которых заключается в том, что в условиях недостатка информации и высокой неопределенности результатов он, вместо того чтобы пытаться понять ситуацию путем получения дополнительной информации или упрощения (сокращения) своей деятельности, пытается преодолеть возникающие проблемы за счет систематического (рутинизированного) инициирования, разработки и внедрения нововведений (инноваций). То есть на усложнение окружающей среды отвечает еще большей сложностью собственной структуры и деятельности.

При этом степень инновационности экономического актора определяется уровнем его текущей неопределенности (энтропии), чем она больше, тем выше стимулы к инновационному поведению, и наоборот, чем лучше положение фирмы, тем менее она стремится к поиску и внедрению чего-то принципиально нового (близорукость в принятии решений). Эффект от инноваций определяется тем, насколько новый продукт имеет большую ценность по сравнению с существующими (снижает энтропию потребителей) и насколько фирма способна контролировать цепочку создания этой ценности. Успешность инноваций также определяется общностью ментальных моделей всех участников цепочки ценности, включая потребителей и работников фирмы. Если ментальные модели в чем-то расходятся, то внедрение инновации застопорится на одном из этапов ее жизненного цикла за счет внутреннего неприятия, сопротивления соответствующих субъектов, будь то работники, посредники, клиенты.

Таким образом, можно выделить следующие составляющие успеха инноваций:

1. Техническая возможность, т. е. наличие научного открытия, изобретения, рационализаторского предложения, которые могут стать коммерчески успешными.

2. Потребность общества в новшестве, т. е. неудовлетворенность существующим способом удовлетворения потребностей, осуществления какого-либо вида деятельности.

3. Новатор, т. е. человек, который способен увидеть и соединить воедино возможности и потребности.

4. Преодоление сопротивления (инерции) общества по восприятию инноваций (эмоциональный, моральный аспекты, мода, верность марке).

5. Удовлетворение интересов всех сторон, участвующих в бизнес-цепочке продвижения инновации (цепочке создания стоимости по Кристенсену): изобретатель, венчурный финансист, производитель, оптовик, розничный торговец, конечный потребитель.

Причем для успеха инновации необходимо наличие всех пяти составляющих, иначе инновационная идея так и не найдет своего воплощения, либо окажется коммерчески неуспешной.

Обобщая вышеизложенное, в нашем понимании инновационное поведение индивида можно определить как *особый вид поведения, предусматривающий способность видеть возможные пути изменения условий окружающей среды в будущем, инициировать (ускорять) выгодные для себя изменения и обращать их в свою пользу путем разработки и внедрения инноваций*. В соответствии с этим пониманием концепция «инновационного человека», по нашему мнению, должна включать следующие базовые характеристики:

1. Индивидуализм и оппортунизм. Стремление к увеличению собственной выгоды (полезности), неважно в какой форме – либо получения известности, либо получения сверхприбыли, присуще каждому инновационно-активному индивиду. При этом поведение новатора типично оппортунистическое, поскольку он не старается предугадать последствия своих действий, которые могут привести к разрушению достигнутого на рынке статус-кво, причем в результате нарушения статус-кво может пострадать и он сам.

2. Ограниченная рациональность. Новатор зачастую принимает решение об инвестициях, имея призрачные шансы на успех. Причем, даже если бы он и захотел, просчитать возможные последствия часто вообще невозможно ввиду высокой степени неопределенности. Этим же можно объяснить деление всей совокупности фирм на новаторов и имитаторов, которые различаются тем, во что инвестируются средства. Новаторы ин-

вестируют в собственные НИОКР в надежде на получение сверхприбыли, а имитаторы в трансфер (копирование, перенос) чужих технологий, уже оправдавших себя, но зато удовлетворяются более низкой нормой прибыли, то есть демонстрируют типичное преобладание удовлетворенности над максимизацией.

3. Инновационность предпочтений. Новатор, неважно, предприниматель, покупатель или работник, благожелательно относится ко всему новому, предпочитает его старому, даже если это сопряжено с дополнительными издержками и рисками. Это создает нестабильность предпочтений индивидов, которая и является основой для научно-технического прогресса и основанного на нем экономического роста. Хотя само постоянное стремление ко всему новому можно назвать элементом стабильности или предсказуемости поведения новатора.

Кроме того, концепция инновационного человека должна, на наш взгляд, включать следующие дополнительные характеристики:

4. Преобладание стратегических целей над тактическими. Порой существует противоречие между тактическими и стратегическими целями. Первые направлены на получение выгоды в данный момент, а вторые – в будущем. Новатор должен видеть ситуацию в перспективе, так как в краткосрочном периоде многие новшества, если не большинство, выглядят малопривлекательными.

5. Нацеленность на получение конкурентных преимуществ. Новатор стремится получить более хорошее положение на рынке за счет внедрения новшеств. Использование инноваций должно иметь целью получение результата, приобретение каких-либо преимуществ перед конкурентами. «Внедрение ради внедрения» интересно лишь энтузиастам изобретателям, которые не имеют никакого отношения к экономике.

Таким образом, исследование особенностей инновационного поведения экономических субъектов позволило развить и дополнить модель экономического человека, и на базе этого сформулировать концепцию «инновационного человека», использование которой позволит более взвешенно подходить к исследованию инновационного поведения, его моделированию и стимулированию.

2. МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

Моделирование инновационного поведения экономических агентов является одним из востребованных, но в то же время одним из сложных направлений экономических исследований. Единого подхода к моделированию инновационного поведения на данный момент не существует, разные авторы предлагают разные подходы и методы, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы.

2.1. Системные принципы моделирования инновационного поведения

2.1.1. Особенности и классификация моделей инновационного поведения экономических агентов

Следует отметить, что имеющиеся на данный момент модели инноваций имеют в основном чисто умозрительный характер и оторваны от практики. При этом моделирование инновационных процессов осуществляется в двух взаимно не пересекающихся плоскостях: макроэкономической и микроэкономической. Макроэкономические модели чаще всего являются моделями экономического роста и к данному исследованию отношение имеют весьма косвенное. Микроэкономические модели предполагают изучение процессов протекания инновационных процессов на уровне отдельных экономических субъектов без выхода на макроэкономический уровень, т. е. макроэкономические факторы считаются изначально заданными.

Существующая практика модельного изучения инновационных процессов по отдельности охватывает практически все стадии жизненного цикла инноваций. Это и анализ возникновения нововведений, и анализ диффузии инноваций, и исследование рынка наукоемкой продукции, и построение стратегий управления инновационными процессами. Следует также отметить многообразие математических подходов к моделированию инноваций. В литературе, посвященной этой проблеме, встречаются разные модели: статические и динамические, детерми-

нированные и статистические, равновесные и неравновесные. К сожалению, приходится констатировать почти полное отсутствие совместимости всех этих моделей между собой и слабую их ориентацию на экспериментальные данные. Математические модели полного жизненного цикла инноваций отсутствуют почти полностью. Все это свидетельствует, во-первых, об отсутствии устоявшейся теоретической базы, а, во-вторых, о сложности объекта исследования и недостаточности эмпирического материала.

При построении моделей инновационного поведения должны учитываться в первую очередь общие требования к любой модели:

1. Репрезентативность модели – то есть соответствие ее поведения моделируемой системе.
2. Учет влияния наиболее значимых факторов.
3. Учет ограничений (лимитирующих факторов).
4. Гибкость модели – возможность ее видоизменения для исследования различных аспектов моделируемой системы.

Ввиду объективной сложности инновационных процессов вообще и инновационного поведения в частности, предъявляются дополнительные требования к моделированию данных процессов:

1. Учет высокой степени неопределенности (риска). Инновационная деятельность, в отличие от традиционной деятельности экономического агента, относится к разряду высокорискованных. То есть разброс возможных результатов внедрения инноваций значительно больше, чем для обычных инвестиций. Кроме того, здесь присутствует не только риск в обычном его понимании как высокая вероятность потерь или недополучения дохода, но и неопределенность, которая означает, что при осуществлении научно-технических исследований и разработок иногда вообще сложно определить саму вероятность успеха или неудачи. Такая сложность определения самого риска снижает возможности по управлению им и, соответственно, снижает привлекательность инвестиций в инновации для потенциальных инвесторов.

2. Учет взаимодействия агентов с внешней средой (учет обратных связей.)

Экономический агент представляется как открытая диссипативная структура, которая постоянно взаимодействует с окружающей средой. Именно из внешней среды экономический агент получает необходимые ресурсы и туда же отдает результаты своей деятельности; по этой причине и образуются его состояния с пространственной и временной структурой. Внешняя среда генерирует импульсы, обуславливающие развитие экономического агента и формирует необходимое разнообразие как потенциальный источник нового. Разрушение связи экономического агента с внешней средой приводит к его деградации и разрушению как целостной системы. Поскольку функционирование экономического агента неотделимо от окружения, в его полное описание следует включить и характеристики внешней среды, предварительно определив их на содержательном, качественном уровне. Экономический агент взаимодействует с окружающей средой посредством системы обратных связей, которые могут как способствовать развитию инноваций, так и тормозить их. К положительным петлям обратной связи можно отнести связь между научной и инновационной деятельностью. Подобно тому, как наука обогащает производство новыми идеями и принципами, производство, благодаря накопленному опыту и вновь возникающим потребностям, обуславливает возможность (и необходимость) новых научно-технических решений и открытий. Именно потребности практики, и в первую очередь, потребности непрерывного совершенствования выпускаемой продукции, методов ее производства и реализации, в значительной мере стимулируют возникновение новых научных теорий, направлений, научно-технический прогресс в целом. Также к положительной обратной связи можно отнести сетевые эффекты – то есть связь между количеством текущих потребителей и ценностью товара для них. К отрицательным петлям обратной связи можно отнести связь между падением прибыли и падением качества товара, между скоростью научно-технического прогресса и скоростью имитации нововведений.

3. Учет динамики процессов.

Адекватности описания экономического агента можно добиться лишь путем построения динамических моделей, т. к. в реальности составляющие описания экономического агента являются не фиксированными, а изменяющимися во времени величинами. Эти изменения могут быть и отражением объективно изменившихся условий функционирования экономического агента, и результатом его сознательной, прежде всего инновационной деятельности.

4. Учет дискретности протекающих процессов.

Инновационная деятельность хоть и осуществляется постоянно, не является неразрывным, плавно протекающим процессом, а наоборот, протекает в форме реализации отдельных инноваций, т. е. наблюдается расчлененность, дискретность инновационного процесса. В этом проявляется непрерывно-дискретная структура инновационного процесса, которая должна быть учтена в модели.

5. Учет институциональных ограничений.

Понятие лимитирующих факторов играет особую роль в качественном изучении функционирования и развития экономического агента. Ограничения на материальные и трудовые ресурсы, информационные потоки, используемые технологии и рынки сбыта являются стандартными для экономико-математических моделей. Однако в последнее время большое внимание уделяется институциональным ограничениям, то есть ограничениям, накладываемым на правила поведения, принятия решений экономическим агентом.

6. Учет взаимодействия агентов между собой, то есть конкуренции, причем следует отметить, что инновационное поведение редко сочетается с грубыми формами «ценовой войны», чаще всего это конкуренция неявная, через качество товаров и услуг, через формирование предпочтений и представлений потребителей и т. д.

7. Учет пространственно-временной структуры инновации.

Каждая инновационный процесс представляет собой не единичный и единовременный акт, а более или менее продолжительный процесс, кроме того, предполагает участие различных сторон, то есть является сложной динамической системой, обладающей пространственно-временной структурой. С одной

стороны, внутри процесса развития инновации различаются подпроцессы, или этапы, которые в совокупности образуют хронологическую инновационную цепочку (жизненный цикл), которая представляет собой логическую модель инновации. С другой стороны, экономический агент обладает некоторой структурой, являющейся своеобразным отражением того окружения, в котором он функционирует, той бизнес-модели, которую он реализует, то есть можно строить пространственную модель инновации. Причем, согласно последним достижениям синергетики между текущей пространственной структурой и состояниями агента в прошлом и будущем наблюдается определенная взаимосвязь [58]. То есть, состояние элементов структуры в настоящем не только являются продуктом прошлых действий, но и содержат зачатки будущих состояний, но при условии достаточно большой степени нелинейности системы.

Всю совокупность моделей инновационных процессов можно классифицировать по следующим признакам:

- по типу моделей: качественные модели, описывающие логические взаимосвязи и служащие основой для более детализированных моделей, аналитические (экономико-математические) модели, использующие математический аппарат и позволяющие проводить математический анализ поведения модели в заданных условиях (например, в крайних точках), имитационные (компьютерные) модели, позволяющие исследовать поведение модели путем проведения виртуальных экспериментов;

- по уровню моделирования: микро-уровень, то есть уровень отдельных экономических агентов и макро-уровень, то есть совокупность экономических агентов; модели макро-уровня являются по сути моделями экономического роста [5, 140];

- по предмету моделирования: модели инновационного поведения фирм (выбора технологии) [116], инновационного поведения потребителей (потребительских предпочтений), модели неценовой конкуренции двух и более фирм, модели кооперации (взаимодействия) фирм в инновационном проекте, модели финансирования инновационных проектов [94] (в том числе венчурного), модели организационного управления инновациями [17] и т. д.;

– по методам моделирования: статические (равновесные) модели [17, 94, 78], динамические модели [12, 17, 91, 94], модели с учетом неопределенности (риска) [32], модели с использованием элементов теории игр [17], модели с использованием нечетких множеств [122], модели с использованием генетических алгоритмов [179], компьютерные (имитационные) модели [34], модели использующие элементы нелинейной экономики [89, 115] (термодинамические, энтропийные – дифференциальные уравнения высоких порядков);

– по этапам жизненного цикла инноваций: модели научно-технического прогресса (создания инноваций) [94, 116, 140], модели диффузии (распространения) инноваций [183], модели смены технологического уклада [78, 140].

Модели инновационного поведения экономических агентов в соответствии с вышеприведенной классификацией могут быть:

– по типу любые, как качественные, так и аналитические и имитационные;

– по уровню моделирование – только микро-уровень;

– по предмету моделирования – в первую очередь, конечно, это модели выбора технологии, но с элементами конкуренции и кооперации и выбора уровня инвестиций в инновации;

– по методам моделирования предпочтительнее имитационные модели с элементами теории игр, генетических алгоритмов;

– по стадиям жизненного цикла – модель смены технологии с элементами диффузии.

2.1.2. Качественные модели инновационного поведения экономических агентов

Изучение инновационной деятельности требует проведения качественных исследований, которые имеют, прежде всего, методологическую ценность: они позволяют выделить главные составные элементы изучаемых объектов и явлений, определить параметры, характеризующие их функционирование и развитие, установить связи между ними, обеспечивают принципиальную возможность формализованного описания. Качественные исследования имеют «предмодельный» характер в том смысле, что представляют собой методологическое

приближение к строгой математической модели. Одновременно уже на этапе качественных исследований возможно построение моделей функционирования систем и протекания процессов, но моделей специального – содержательного, дескриптивного плана, что отнюдь не является их недостатком. Качественные методы исследования и моделирования являются преобладающими при анализе сложных систем и процессов, прежде всего, социально-экономических, в которых качественные закономерности являются более существенными, чем количественные характеристики.

В ряду моделей сложных объектов и явлений качественные модели занимают промежуточное положение: они опираются на осмысление основных логических закономерностей и служат теоретическим фундаментом для построения строгих математических моделей и практического использования последних.

Достаточно общепринятым и естественным является рассмотрение хозяйствующего субъекта как открытой управляемой системы с входом и выходом, на вход которой подаются ресурсы, а в качестве выхода выступает готовая продукция. В связи с этим в описании экономического агента можно выделить следующие составляющие: продукты с их разделением на используемые ресурсы (входные продукты) и готовую продукцию (выходные продукты), виды деятельности или используемые технологии, которые в совокупности определяют текущее состояние экономического агента, управляющие воздействия, влияющие на изменение этого состояния и поддающиеся целенаправленному выбору (например, наращивание мощности предприятия или смена технологий), описание внешней среды, критерий качества функционирования экономического агента.

Такое представление хозяйствующего субъекта является достаточно универсальным и может выступать в качестве базы для качественного моделированию любых процессов, в том числе и инновационного поведения. Обобщенно соотношение элементов описания хозяйствующего субъекта можно представить в виде упрощенной схемы (рис. 5). Более развернутую схему можно увидеть в работе [74].

Одной из главных особенностей всех выделенных элементов описания основных элементов экономических агентов, является ограниченная возможность их изменения, сдерживаемая наличием лимитирующих факторов. Понятие лимитирующих факторов играет особую роль в качественном изучении функционирования и развития экономического агента. Ограничения (на материальные и трудовые ресурсы, информационные потоки, используемые технологии и рынки сбыта) принципиально необходимы для отбора лучших в определенном смысле способов действия, ибо в противном случае будет реализовываться не процесс целенаправленного развития, а сосуществование различных стратегий поведения, не обязательно оптимальных.

Главная особенность экономического агента как разновидности хозяйствующего субъекта состоит в том, что обмен с внешней средой осуществляется с помощью универсального средства обмена, эквивалента всех благ – денег. Соответственно и основной критерий качества функционирования неразрывно связан с движением денежных средств.

Деятельность экономического агента направлена на решение его стратегических задач, воплощенных в миссии хозяйствующего субъекта. Миссия хозяйствующего субъекта не зависит от его текущего состояния, принятых форм и методов его деятельности, а, будучи устремленной в будущее, показывает, на что будут направляться усилия и какие ценности будут приобретены. Миссия выражает философию и смысл существования хозяйствующего субъекта, включает в себя задачи, ради решения которых создается и функционирует любая коммерческая организация как целостная экономическая система и не сводится лишь к получению стабильно высокой прибыли. Она же определяет критерии качества функционирования.

Отличие между основными качественными моделями инновационного поведения состоит лишь в разной степени внимания к тем или иным элементам вышеописанной схемы и разном представлении об их функционировании. Также различается критерий качества функционирования (критерий оптимизации в терминах математического моделирования).

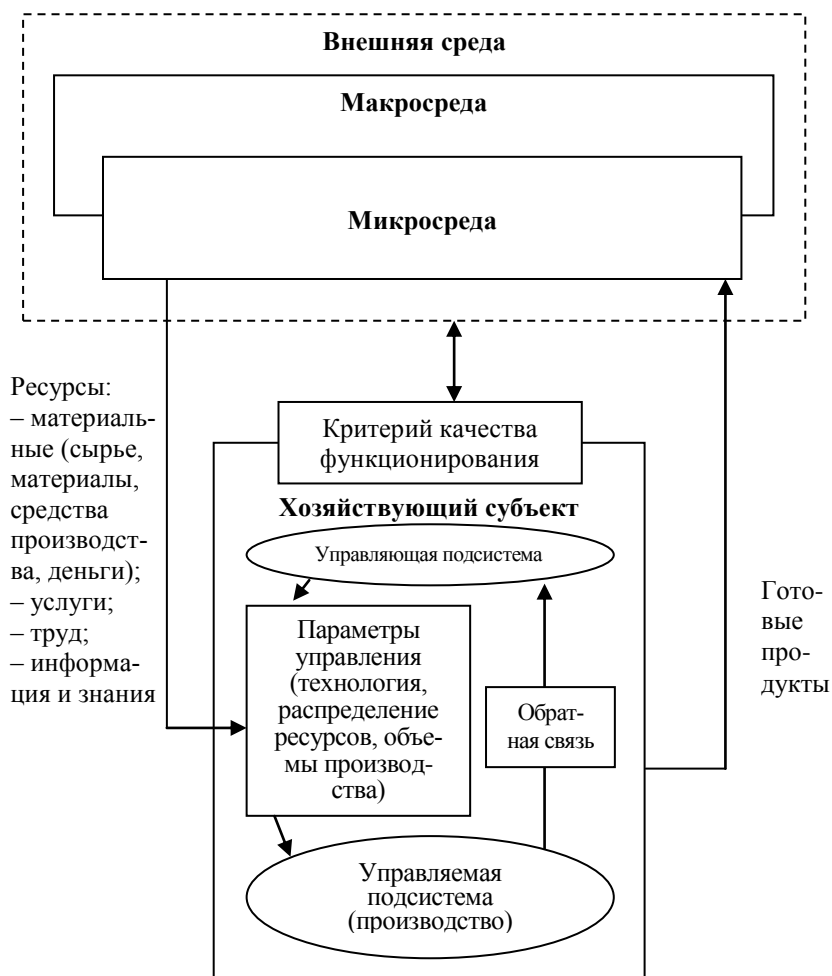


Рис. 5. Универсальное представление хозяйствующего субъекта

В первую очередь рассмотрим неоклассическое представление инновационного поведения экономического агента. Внутренняя структура хозяйствующего субъекта с точки зрения мейнстрима представляет из себя «черный ящик», то есть традиционная экономическая наука даже не ставит задачи выявить, как функционирует хозяйствующий субъект, т. к. согласно кон-

цепции абсолютной рациональности, он всегда выбирает наилучшее сочетание на кривой производственных возможностей. Подразумевается, что имеется некоторое заданное множество производственных возможностей, которое описывает состояние знаний фирмы по поводу возможностей преобразования товаров. Элементы этого множества суть векторы объемов затрат и выпуска (рис. 6).

Инновационное поведение фирмы объясняется стремлением ее к максимизации производственных возможностей. То есть фирма стремится увеличить свои производственные возможности за счет обучения новым знаниям, и в идеале способна достигнуть максимально возможного с учетом современных достижений НТП множества производственных возможностей. Причем данное множество считается существующим экзогенно по отношению к фирме, ей надо лишь стремиться его достичь.



Рис. 6. Инновационное поведение фирмы как максимизация производственных возможностей

Еще одно свойство неоклассических моделей – это их статичность. Предполагается, что все факторы внешней среды являются неизменными, по крайней мере, в краткосрочном периоде. Если же и рассматривается изменение какого-либо из факторов, то «при прочих равных условиях», то есть при условии неизменности всех других факторов.

Что касается критерия качества функционирования, то он здесь только один – это максимум прибыли.

Справедливо критикуют данный подход к объяснению инновационного поведения фирм в традиционной экономической теории Нельсон и Уинтер [91]. Они отмечают слабости неоклассического подхода в объяснении инновационных процессов. Во-первых, переход на новую кривую производственных возможностей не может быть мгновенным, так как любые производственные процессы требуют времени. Во-вторых, знания о новой границе производственных возможностей не могут быть получены так легко, как это представляется в неоклассической теории, чаще сего большая часть этих знаний является неявной. В третьих, сама граница производственных возможностей не является такой уж четкой и выраженной, т. к. фирма не узнает, может она производить тот или иной товар, пока не попробует это сделать. И в четвертых, неоклассическая теория полагает множество производственных возможностей для каждой фирмы заданным, и полностью игнорирует информационные потоки между фирмами и их влиянии на производственные возможности.

Соответственно, Нельсон и Уинтер предложили собственную эволюционную качественную модель инновационного поведения экономического агента. Эта качественная модель послужила основой для целого класса математических моделей, а также для последующих институциональных и генетических моделей. Основу их модели составляет понятие технологической рутины, представляющей собой совокупность способов и методов производства на базе определенной технологической платформы. При этом выбор технологической рутины осуществляется не на основе максимизации производственных возможностей, а в процессе «поиска» в окрестности уже применяемой технологии (рис. 7).

Поиск при этом может осуществляться как путем имитации, т. е. исследования уже имеющихся технологий, так и путем собственных НИОКР, т. е. исследования потенциальных научно-технических возможностей. При этом поиск этот является затратным для экономического агента и требует времени.

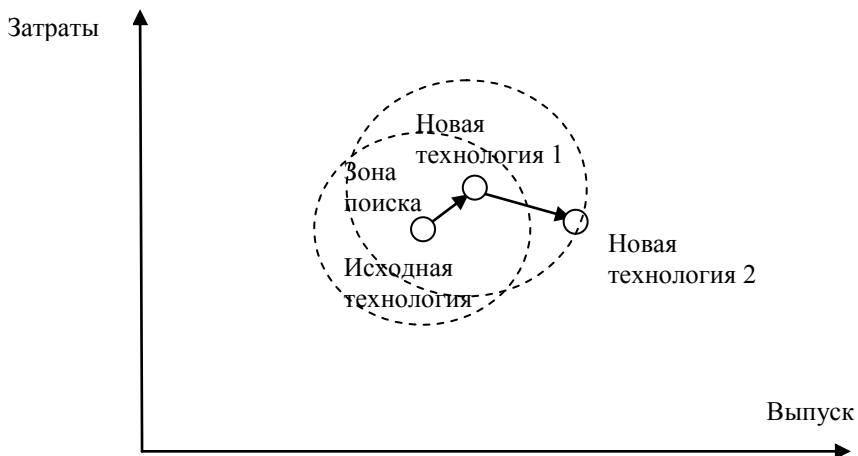


Рис. 7. Эволюционный «поиск» новых технологических рутин согласно Нельсону и Уинтеру

Критерием качества функционирования здесь выступает уровень рентабельности, достаточный для продолжения функционирования фирмы, то есть здесь в противовес неоклассическому принципу максимизации применяется принцип удовлетворенности. Согласно этому принципу, фирмы не занимаются поиском до тех пор, пока к этому их не подтолкнут неблагоприятные обстоятельства. Кроме того, принцип удовлетворенности подразумевает, что фирмы прекращают поиск, если находят рутину, переход на которую обеспечит им более высокие финансово-экономические показатели по сравнению с текущим уровнем, хотя они могут быть не самые лучшие.

Модель инновационного поведения Нельсона и Уинтера считается основной моделью не только в рамках эволюционной, но и в рамках институциональной парадигмы. Хотя в рамках институционального подхода нет самостоятельных моделей инновационного поведения, общие черты подобной модели можно описать следующим образом. Кроме ограничений, накладываемых на возможные варианты выбора экономического агента имеющимися ресурсами, дополнительно накладываются институциональные ограничения, то есть рамки существующих пра-

вил и процедур. Кроме того, согласно концепции ограниченной рациональности, экономические агенты не способны объективно сравнить все возможные варианты. Однако институты не только ограничивают возможности экономических агентов, но и создают новые возможности и облегчают принятие решений в условиях неопределенности. В частности, в части инновационного поведения эту функцию выполняют элементы национальной инновационной системы.

Единого критерия качества функционирования в рамках институциональных моделей не существует. В рамках неинституционального подхода применяется почти тот же критерий, что и в рамках неоклассического – максимизация индивидуального выигрыша, единственное, что выигрыш понимается более широко – не только максимум прибыли, но и минимум транзакционных издержек. В качестве более общей цели «институционального человека» выступает гармонизация его взаимоотношений с внешней социальной средой. Биологическая природа ряда важнейших институтов не позволяет говорить о некоторой фиксированной цели поведения «институционального человека». В разные моменты времени эта цель может быть различной; она зависит от психофизиологического состояния человека, окружающей социальной среды и многих других факторов. Тем не менее в любой момент времени «институциональный человек» стремится привести свое фактическое состояние в данной социальной среде в соответствие с идеальным, или целевым, состоянием, которое порождается в его мозгу системой институциональных мотивов.

Как уже упоминалось, развитие моделей Нельсона и Уинтера породило целый новый класс – класс генетических моделей инноваций. Суть генетических моделей состоит в массовом применении механизмов отбора. Также как в моделях Нельсона и Уинтера, успешность экономических агентов зависит от того, какую технологию производства они выберут. Отличие состоит в том, что сами технологии с течением времени эволюционируют, мутируют, а также могут образовывать новые сочетания. Соответственно, в данных моделях вместо рутин используется понятие «артефакт», который представляет из себя любой продукт, который может производить тот или иной хозяйствующий субъект. Артефакт, произведенный одним агентом, может использоваться другими агентами для производства других арте-

фактов или потребляться конечными потребителями. От того, какие артефакты сочетаются в процессе производства, зависит, какие артефакты может производить экономический агент. Новые сочетания существующих артефактов могут породить новые артефакты. Отбор идет как среди агентов, так и среди артефактов [179].

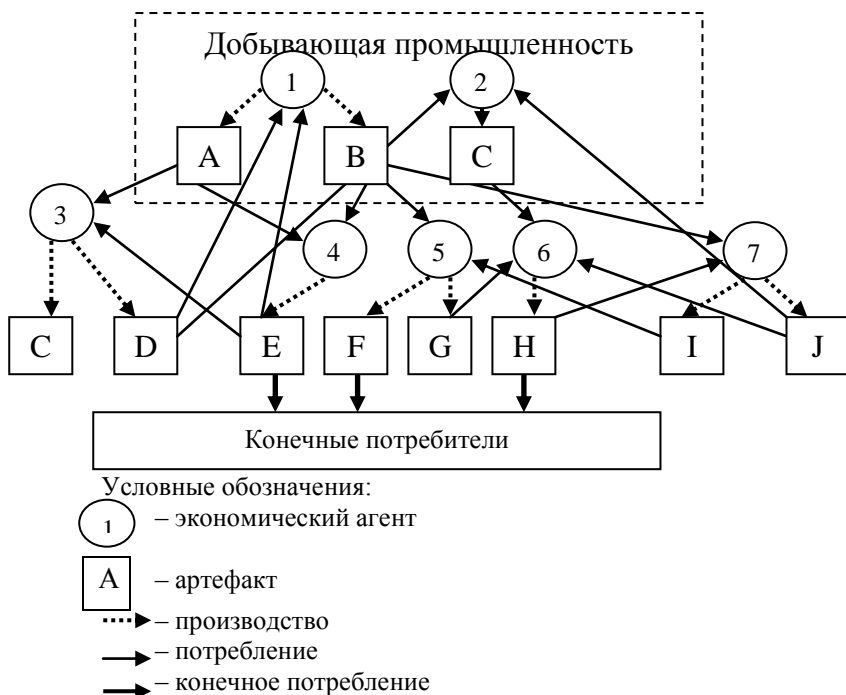


Рис. 8. Генетическая модель эволюции инноваций

Критерием качества функционирования в генетических моделях служит выживание экономических агентов, то есть критерий оптимизации максимально приближен к реальности.

Следует отметить, что математически генетические модели реализуются с использованием аппарата теории графов, то есть представляют собой типичные сетевые модели (рис. 8).

Еще один класс моделей, которые получили широкое распространение в последнее время – это нелинейные модели инновационного поведения. Особенностью данных моделей является учет нелинейных взаимосвязей между отдельными факто-

рами модели, которые вызываются положительными и отрицательными обратными связями, когда величина того или иного фактора в будущем находится в зависимости от него самого в прошлом. В моделировании инновации таких зависимостей очень много, например, продуктивность и эффективность НИОКР, объемы продаж, распространение (диффузия) инноваций и много другое. Такие нелинейные зависимости определяют кумулятивный характер развития инноваций, который описывается экспоненциальной (при отсутствии ограничений) или S-образной логистической кривой (при наличии ограничивающего фактора).

Графически нелинейная зависимость может быть изображена на примере распространения инноваций (рис. 9) [183].

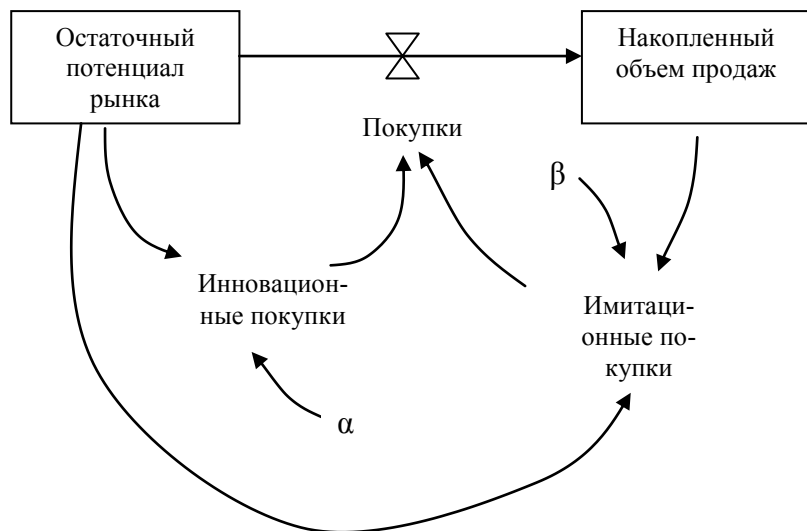


Рис. 9. Нелинейная модель распространения инноваций

Критерием качества функционирования экономического агента в нелинейных моделях может служить устойчивость. Из общей теории систем известно, что практически для любой сложной системы при отсутствии адекватного противодействия вероятность стабильного функционирования, сохранения устойчивого состояния в силу внешних возмущений уменьшается с

течением времени по экспоненте. Поэтому противодействующая этому процессу реакция системы также должна также иметь, по крайней мере, экспоненциальный характер, опираться на факторы, развивающиеся по экспоненциальному закону.

2.2. Математические модели инновационного поведения

2.2.1. Класс традиционных квазистационарных моделей инновационного поведения

Наиболее простыми и наиболее ранними моделями инновационного поведения являются стационарные, статические модели. Инновационное поведение в них рассматривается как однократное, одномоментное действие, которое совершается инноватором. В соответствии с неклассической доктриной, такие решения должны быть Парето-оптимальными и в конечном итоге вести к равновесию на рынке, затрагиваемом инновацией.

Первоначально моделирование инновационного поведения ничем не отличалось от моделирования инвестиционного поведения, т. е. решения задачи на максимум эффекта от имеющихся инвестиций.

Эта модель основана на сопоставлении величины исходной инвестиции (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых ею в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств (P_t) распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента r , устанавливаемого исходя из возврата капитала, уровня риска и других факторов. Задача формулируется как максимум чистого приведенного эффекта (net present value, NPV):

$$I = \max (NPV_i)$$

$$NPV_i = \sum_t \frac{P_t}{(1 + r_t)^t} - IC, \quad (8)$$

при условиях:

- 1) $P_t, r, IC, NPV_i > 0$, (9)
- 2) $t = 1 \dots T$, где T – общее число периодов притока денежных средств.

Широкое распространение методики дисконтирования привело к тому, что она стала своеобразным стандартом оценки

проектов, предполагающих какое-либо вложение средств. Однако она не лишена недостатков, о которых уже упоминалось выше (см. пункт 1.2).

Для приведения данной методики в соответствие с потребностями инновационного моделирования в нее вносились изменения и дополнения. В частности Маркова [78, С. 129] предлагает ввести две важные поправки:

1. Использовать в качестве периода начисления не постоянную, а динамическую величину – скорость оборота капитала, т. е.

$$NPV_i = \sum_t \frac{P_t}{(1+r_t)^{U_t}} - IC, \quad (10)$$

где U_t – скорость оборота капитала.

Данная модель учитывает тот факт, что скорость оборота капитала по мере реализации инновации также меняется, а именно увеличивается. Таким образом, разработанная модель учитывает изменение сразу трех элементов: денежного потока, нормы дисконта и скорости оборота капитала.

2. Для учета важности и перспективности новшества ввести в расчеты коэффициент весомости нововведения ($K_e \geq 1$).

$$NPV_i = K_e \left(\sum_t \frac{P_t}{(1+r_t)^t} - IC \right), \quad (11)$$

Один из авторов данной работы также предложил внести поправку на общее производство энтропии за время реализации проекта и влияние самого проекта на динамику производства энтропии. Более подробно введение поправки изложено в работе [49]. То есть формула расчета чистого дисконтированного дохода принимает следующий вид:

$$\text{ЧДД} = \frac{\text{ЧД}_t}{(1+i)^t} - \text{ЧДД}_s, \quad (12)$$

где ЧДД_s – поправка на экономические последствия производства энтропии за время реализации проекта, руб.

Для организационных инноваций необходимости в такой поправке нет, т. к. все их составляющие могут быть учтены в процессе расчета ЧДД путем включения соответствующих по-

терь и экономии, тем более что часть из них уже учитывается, например, затраты на ремонт.

Для технологических и маркетинговых инноваций такая поправка может быть выражена следующим образом:

$$ЧДД_s = \sum_{t_0}^{t_2} P_{ex} \times (1 + i_1)^t - \sum_{t_1}^{t_2} P_{ex} \times \log_{1/i_2} t, \quad (13)$$

i_1 – степень ускорения морального износа;

i_2 – степень обновления технологической базы (улучшения имиджа) организации;

t_0 – момент принятия решения о начале инновационных преобразований;

t_1 – момент начала проявления эффекта от инновации;

t_2 – момент окончания действия инновации (проявления всех положительных эффектов).

Более сложным классом стационарных моделей являются модели с элементами теории игр. Отличие от стандартной модели, основанной на NPV, состоит в том, что здесь подразумеваются оптимизация не по Парето, а по Нэшу. В монографии Новикова [94] достаточно детально описано применение аппарата теории игр для моделирования инновационного поведения. Для целей настоящего исследования интерес представляют модель конкуренции фирм, модель кооперативной игры.

Модель конкуренции [94, С. 60] формулируется так: имеются несколько экономических агентов, каждый из которых принимает (одновременно с другими агентами и независимо от них) решения об инвестициях в новые технологии. В фиксированный и известный всем агентам момент времени тот агент, который достиг наилучших результатов – так называемый «победитель», получает фиксированный доход – например, продает результаты разработок или выходит на рынок производства и становится монополистом в развиваемом им продукте. Остальные агенты не получают ничего, то есть их затраты произведены впустую. Требуется найти равновесие игры агентов. Множество агентов обозначается $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Агент номер i выбирает свое действие $y_i \geq 0$ – уровень развития технологии. Действи-

тельнозначные функции затрат агентов $\{c_i(y_i)\}$ $i \in N$ известны всем агентам.

Задается условие:

$$x(y) = \max_{i \in N} \{y_i\}, \quad (14)$$

где $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ – вектор действий агентов. Содержательно (14) характеризует наилучший результат, достигнутый агентами. Агент с номером $k(y) = \arg \max_{i \in N} \{y_i\}$, который достиг

этот результат, называется победителем. Если максимальный результат достигнут одновременно несколькими агентами, то считается, что априори известна процедура, в соответствии с которой из них выбирается единственный победитель. Например, может быть введено условие, что побеждает агент с большим номером. Можно также полагать, что если победителей несколько, то они делят между собой вознаграждение поровну. Однако в последнем случае устойчивого равновесия взаимодействия агентов не существует.

Затем задается действительная функция $H(x)$. Ее содержательная интерпретация такова – победитель получает доход $H(x)$, зависящий от результата (14). Проигравшие агенты не получают ничего.

То есть выигрыш победителя равен $H(x) - c_k(x)$, а выигрыши проигравших равны их затратам, взятым со знаком минус, т. е. решение модели выглядит так:

$$f_i(y) = \begin{cases} H(x) - c_k(x), & \text{если } i = k(y) \\ -c_i(x_i) & \text{если } i \neq k(y) \end{cases}, \quad i \in N \quad (15)$$

Классическая кооперативная игра представляет собой математическую модель экономической ситуации, условия которой допускают заключение соглашений о совместных стратегиях поведения. Участники экономического процесса, вступая, если это необходимо и целесообразно, в определенные отношения друг с другом, получают измеренные в одних единицах выигрыши, которые впоследствии могут быть перераспределены

между ними. При этом предполагается, что индивидуальные предпочтения участников отмасштабированы таким образом, что для любой пары участников полезности передаются без их численного изменения, т. е. являются трансферабельными.

Формально классическая кооперативная игра задается упорядоченной тройкой I, σ, v , где $I = \{1, 2, \dots, k\}$ – конечное множество участников игры (игроков), $\sigma = \{S \subseteq I\}$ – совокупность подмножеств множества I – коалиционная структура на множестве игроков, v – вещественнозначная функция, определенная на коалиционной структуре σ : $v: \sigma \rightarrow R$, обладающая свойством $v(\emptyset) = 0$ – характеристическая функция игры. Обычно полагают, что коалиционная структура σ совпадает с множеством всех подмножеств множества игроков: $\sigma = 2^I$, однако в общем случае ее конкретный вид может быть различным; он определяется как внутренним устройством сообщества игроков, так и какими-то внешними причинами. Характеристическая функция игры обычно полагается супераддитивной:

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T), S, T \in \sigma, S \cap T = \emptyset \quad (16)$$

это свойство содержательно выражает целесообразность с точки зрения получения выигрыша объединения отдельных игроков в коалиции. Соотношения, аналогичные (16), выполняются для любого числа непересекающихся коалиций и потому

$$v(I) \geq \sum_{i \in I} v(\{i\}), \quad (17)$$

При выполнении строгого неравенства кооперативная игра называется существенной, в противном случае – несущественной; наибольший интерес с точки зрения исследования и возможного практического применения представляют существенные игры, в которых игроки действительно имеют побудительные мотивы к образованию коалиций и заключению соглашений.

Предполагается, что при распределении полезности, имеющейся в распоряжении сообщества игроков I каждый его член $i \in I$ получает выигрыш x^i , тогда результат распределения вполне определяется вектором $x = \{x^1, x^2, \dots, x^k\} \in R^k$. Ясно, что всякий раз в условиях конкретного распределения возможна

реализация не произвольного вектора полезностей, а лишь того, который удовлетворяет ограничениям, вытекающим из условий распределения.

Так, для каждого игрока $i \in I$ определено минимальное значение выигрыша $v(\{i\})$, который он может себе гарантировать. Поскольку ни одного игрока невозможно заставить довольствоваться меньшим, чем он может обеспечить себе, действуя самостоятельно и не заботясь о согласии остальных игроков, в качестве приемлемых рассматриваются только индивидуально-рациональные распределения, т. е. векторы $i \in R^k$, удовлетворяющие условию:

$$x^i \geq v(\{i\}), i \in I, \quad (18)$$

Столь же обоснованным является и требование коллективной рациональности:

$$x(I) = \sum_{i \in I} x^i = v(I), \quad (19)$$

В случае, когда $x(I) < v(I)$, существует распределение полезностей x^i , при котором каждый игрок $i \in I$ получит больше, чем его доля x^i при распределении x ; распределение x естественно считать невыгодным и потому нереализуемым.

Таким образом, распределения полезностей, которые реально могут осуществиться, составляют множество:

$$H(v) = \left\{ x \in R^k \left| \sum_{i \in I} x^i = v(I), x^i \geq v(\{i\}), i \in I \right. \right\}, \quad (20)$$

элементы которого называются дележами. Цель игры состоит в нахождении дележа $x \in H(v)$, который представляет собой «справедливое», т. е. оптимальное в том или ином смысле распределение суммы $v(I)$ между игроками.

Ценность теории кооперативных игр как раз и состоит в большой идейной емкости принятых в ней принципов оптимальности, которые пока не получили широкого распространения и практического применения, возможно, вследствие узости и специфичности традиционно изучаемых этой теорией задач.

Вместе с тем, наделив основные теоретико-игровые понятия достаточно широким содержательным смыслом, можно распространить принципы оптимальности теории кооперативных игр на формальную схему общей задачи принятия решений и использовать ее, в том числе и в решении проблемы оптимального сочетания новшеств.

В качестве примеров применения модели кооперативных игр для моделирования инновационного поведения можно привести:

- к задаче формирования портфеля инноваций [116, С. 266];
- к задаче кооперации фирм в инновационном проекте [94, С. 76] в процессе смешанного финансирования инноваций.

Использование элементов риска и неопределенности при моделировании инновационного поведения может идти в двух плоскостях:

- введение поправок на риск;
- построение стохастических моделей;
- моделирование игр с неопределенностью.

2.2.3. Динамические модели: имитационные и эволюционные модели инновационного поведения

Динамические модели в отличие от стационарных, предусматривают включение фактора времени в саму модель, соответственно, экономический агент принимает решение об осуществлении инноваций не однократно, а многократно, что приводит к возникновению нелинейных связей между предыдущим решением и последующим. Такие связи могут задаваться математически, с помощью рекуррентных соотношений и дифференциальных уравнений, тогда процесс моделирования происходит в несколько итераций.

Описываемая модель [94, С. 52] является достаточно общей – она применима для любого объекта (экономического агента, принимающего решение относительно инновационного развития) – начиная с уровня государства и заканчивая корпорацией или небольшой фирмой. При этом рассматривается динамика развития $n \geq 1$ технологий (последовательно сменяющих друг друга технологических укладов) на плановый горизонт T ,

который фиксирован и считается известным. Динамика развития i -ой технологии (ее жизненный цикл) описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\dot{x}_i(t) = \{y_i(x_{i-1}(t_i), u_i(t)) x_i(t) [Q_i - x_i(t)]\} I(t \geq t_i), \quad (21)$$

где $I(\cdot)$ – функция-индикатор,

$t \in [0; T]$, $u_i(\cdot)$ – управление (инвестиции),

$Q_1 \leq Q_2 \leq \dots \leq Q_n$ – известные предельные уровни развития технологий (технологические пределы 13),

$i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ – упорядоченному множеству технологий,

$t_1 = 0 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n \leq T$ – конечная последовательность моментов «переключения» – перехода от одной технологии к следующей.

Начальные и конечные условия заданы:

$$x_i(0) = x_0 \geq 0, x_i(t) = 0, t \notin (t_{i-1}, T), i \in \{1, 2, \dots, n-1\}, \quad (22)$$

$$x_i(t_i) = \max [x_0, x_{i-1}(t_i) - q_i], i \in N.$$

Содержательно моменты времени $\{t_i\}_{i \in N}$ соответствуют «переключению» (переходу) на новую технологию, величины $\{q_i\}_{i \in N}$ – потерям, связанным с переходом, $u_i(\cdot) \geq 0$ – динамике изменения ресурсов, вкладываемых в развитие технологий, $i \in N$. Динамика i -ой технологии описывается обобщенным логистическим уравнением со скоростью роста, описываемой функцией $y_i(x_i(t_i), u_i(t))$, зависящей от уже достигнутого на предыдущем этапе уровня $x_i(t_i)$ развития (точнее – «стартового» для данного этапа уровня – см. (21)) и количества ресурсов $u_i(\cdot)$.

Траектория $x(t) = x_i(t)$, $t \in [t_i; t_{i+1}]$, $i \in N$ характеризует динамику уровня развития технологий. Достигнутый к концу планового горизонта T уровень развития технологий $X(T)$ определяется по формуле:

$$X(T) = \max_{i \in N} \{x_i(T)\}, \quad (23)$$

При этом заданы:

– функция «дохода» $H(X(T))$, отражающая доход, получаемый в конце планового периода (зависящий от достигнутого уровня $X(T)$ развития технологий),

– функционал «дохода»

$$F(x(\cdot)) = \int_D^{\dot{0}} (x(t)) dt, \quad (24)$$

отражающий доход, получаемый в процессе развития технологий;

– функционал затрат

$$C(u(\cdot)) = \int_D^{\dot{0}} \sum_{i \in N} u_i(t) e^{-\delta(t)e} dt, \quad (25)$$

где $\delta(t) \in (0;1]$ – коэффициент дисконтирования,

$u(\cdot) = (u_1(\cdot), u_2(\cdot), \dots, u_n(\cdot))$ – вектор динамики ресурсов, который отражает инвестиционную политику,

$\Theta = (t_l = 0 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n \leq T)$ – вектор моментов времен смены технологий, который отражает инновационную политику.

В функционале затрат множитель $e^{-\delta(t)e}$ означает, что в промежутках между моментами технологических сдвигов действует так называемый закон убывающей производительности капитала (закон тенденции средней нормы прибыли к понижению).

Ограничения модели:

$$u_i(t_i) \geq c_i, u_i(t_i) = 0, t \notin [t_i; t_{i+1}), i \in N, \quad (26)$$

где константы $\{c_i \geq 0\}$ могут интерпретироваться как инвестиции в приобретение и/или начало внедрения соответствующих технологий.

Функции $y_i(x_{i-1}, u_i)$ не убывают по всем переменным, $y_i(x_{i-1}, 0) = 0, i \in N$; функция $H(\cdot)$ также является неубывающей.

Критерий эффективности может быть записан в виде разности между доходом и затратами, тогда оптимизационная задача принимает вид: максимизировать критерий эффективности выбором последовательности Θ смены технологий и вектора $u(\cdot)$ динамики ресурсов, то есть:

$$H(X(T)) + F(x(\cdot)) - C(u(\cdot)) \rightarrow \max_{\Theta, u(\cdot)}, \quad (27)$$

при условии, что динамика технологий описывается системой уравнений (21) с начальными условиями (22), а ресурсы удовлетворяют ограничению (26).

Альтернативой может быть использование рентабельности (эффективности) инвестиций:

$$\gamma(\Theta, u(\cdot)) = \frac{H(X(T)) + F(x(\cdot))}{C(u(\cdot))}. \quad (28)$$

В качестве примера применения динамической модели можно привести работу Силкиной [116], в которой построена аналитическая модель инноваций в форме дифференциального уравнения, отражающая кумулятивный характер инновационных процессов; на основе анализа модели и свойств ее решений (логистических кривых) предложены методы и произведены оценки временных резервов конкурентоспособности инноваций, обуславливающих их параллельное и последовательное сопряжение.

Однако к недостаткам динамических моделей следует отнести необходимость использования сложного для рядового экономиста математического аппарата, а также сложность учета случайного и необратимого характера инновационных процессов, когда выбор того или иного решения аннулирует все другие решения, а результат такого выбора обладает высокой степенью случайности. Преодолеть подобные затруднения позволяет целый класс моделей, которые называются имитационными.

Имитационное моделирование реализуется посредством набора математических инструментальных средств, специальных компьютерных программ и приемов, позволяющих с помощью компьютера провести целенаправленное моделирование в режиме «имитации» структуры и функций сложного процесса и оптимизацию некоторых его параметров. Набор программных средств и приемов моделирования определяет специфику системы моделирования – специального программного обеспечения.

В отличие от других видов и способов математического моделирования с применением ЭВМ имитационное моделирование имеет свою специфику: запуск в компьютере взаимодействующих вычислительных процессов, которые являются по своим временным параметрам – с точностью до масштабов времени и пространства – аналогами исследуемых процессов.

В основе большинства имитационных моделей лежит метод Монте-Карло. В основе вычислений по методу Монте-Карло

лежит случайный выбор чисел из заданного вероятностного распределения. При практических вычислениях эти числа берут из таблиц или получают путем некоторых операций, результатами которых являются псевдослучайные числа с теми же свойствами, что и числа, получаемые путем случайной выборки.

Применение метода Монте-Карло может дать существенный эффект при моделировании развития процессов, натурное наблюдение которых нежелательно или невозможно, а другие математические методы применительно к этим процессам либо не разработаны, либо неприемлемы из-за многочисленных оговорок и допущений, которые могут привести к серьезным погрешностям или неправильным выводам. Инновационные процессы в большинстве случаев относятся именно к таким.

Метод статистических испытаний (Монте-Карло), основанный на использовании датчиков псевдослучайных величин при многочисленных реализациях вариантов поведения сложной экономической системы (или сложного процесса) и аппарата проверки статистических гипотез, полезен для предварительного анализа последствий принимаемых решений. Являясь бесспорно мощным средством при исследовании систем, этот метод вынуждает разрабатывать моделирующую программу. Такое обстоятельство не позволяет применять в чистом виде метод Монте-Карло для решения экономических задач. С учетом отмеченных особенностей данный метод включается в состав многих моделирующих систем, но только для статистических испытаний с возможностью проверки гипотез. Для реализации имитационных моделей экономических процессов необходимы датчики псевдослучайных величин и соответствующие моделирующие функции.

Основные составляющие технологии имитационного моделирования:

- структурный анализ сложного процесса;
- формализованное описание модели;
- построение модели;
- проведение экстремального эксперимента.

В качестве примера применения имитационного моделирования инновационного поведения можно привести ставшую уже классической работу Нельсона и Уинтера [91].

Во всех моделях Нельсона и Уинтера предполагается наличие некой популяции фирм, каждая из которых в каждый заданный момент времени характеризуется рядом фазовых переменных, таких как величина капитала, используемая технология (или текущая производительность), политика НИОКР и пр. Помимо этого, в модели закладываются некоторые поведенческие постулаты, касающиеся деятельности фирм в области исследований и инвестиций. И, наконец, имеется набор условий, связывающих цены факторов и продуктов со спросом на факторы и предложением продуктов. Не во все модели включен полный набор переменных и условий, однако каждая характеризуется наличием каких-то фазовых переменных, каких-то поведенческих постулатов и каких-то рыночных условий.

При заданных значениях фазовых переменных в момент времени t указанные постулаты и условия позволяют определить распределение вероятностей по набору (наборам) фазовых переменных в момент времени $(t+1)$. Причина, по которой указанные модели носят скорее вероятностный, нежели детерминистский, характер, – стохастичность результатов осуществляемого фирмами поиска, коренящаяся в неопределенности и непредсказуемости технических изменений. Модели, разработанные Нельсоном и Уинтером в последней трети XX в., можно подразделить на 2 семейства – ранних равновесных и поздних и более сложных неравновесных (то есть динамических) моделей. Последние, в свою очередь, подразделяются на ранние, в которых предпринята попытка объяснить технические изменения постулированием эйтисфайсинга на уровне наличной техники, и более современные, в которых фирмы применяют эйтисфайсинг в отношении политики НИОКР.

Ранние модели второго семейства отличаются следующие особенности.

1. Фирмы действуют по принципу эйтисфайсинга на уровне наличной технологии, диктующему, по наступлении неких заданных условий, поиск иной технологии для замещения используемой. А именно, фирмы продолжают применять технологию, используемую в данный момент, до тех пор, пока получаемый ими валовой доход на капитал выше определенного уровня,

а при падении его ниже этого уровня начинают поиск новой технологии или имитируют технологию других фирм.

2. Моделью предусмотрен «тест на прибыльность»: фирмы решают применить новую технологию, «подвернувшуюся» в процессе поиска, в том случае, если это обещает принести более высокий доход на капитал.

3. Расширение фирм происходит за счет самофинансирования: источником инвестиций выступает их валовой доход за вычетом амортизации и требуемых дивидендов.

4. Вхождение в отрасль свободно, но регулируется предпосылками, приводящими к тому, что оно происходит нечасто.

5. Ставка заработной платы отчасти эндогенна, так как испытывает влияние поведения отрасли в целом, отчасти же – экзогенна, так как испытывает влияние внешнего тренда.

Для осуществления компьютерной симуляции систематически варьировалось 4 параметра модели, причем каждый из них принимал 2 значения, что позволило рассмотреть 16 различных случаев, и, в частности, такие, в которых было учтено влияние следующих факторов:

- интенсивности процесса имитации нововведений;
- размера требуемых дивидендов;
- направленности поиска новой технологии (в смысле предполагаемого нейтрального или трудосберегающего характера технического прогресса).

В каждом из компьютерных запусков значения избранных параметров для всех фирм полагались одинаковыми, так что их влияние проявлялось только при сравнении результатов разных запусков. Каждый из рассмотренных случаев «проигрывался» компьютером в течение 50 периодов.

Было решено заложить в модель стартовые условия за 1909 год, которые фигурировали во временных рядах Солоу за 1909–1949 гг. Данное решение было вызвано двумя обстоятельствами: во-первых, это были фактические данные, поэтому можно было легко проверить, как соответствует действительности новая модель. Во-вторых, можно было сравнить макроэкономические показатели, которые рассчитывала модель, с показателями, которые получал Солоу. В результате стало видно, что модель отлично справляется с расчетом этих показателей и име-

ет лишь незначительные разногласия с Солоу по поводу таких показателей, как средняя заработная плата, продукт труда, капиталовооруженность труда, предельная склонность к сбережению, и то не на всем временном интервале 1909–1949 гг., а только на некоторых промежутках. Это доказало возможность успешного имитационного моделирования.

В более поздних моделях данного семейства отражены еще более сложные взаимодействия между фирмами. Отличительная черта этих моделей – предположение о применении фирмами сэтисфайсинга в отношении инвестиций в НИОКР. Поиск новой технологии перестает инициироваться чрезвычайными обстоятельствами, и, в частности, возникновением у фирм неприятностей финансового рода. Теперь этот поиск является для них вполне рутинным делом. Одни фирмы ведут его как в русле собственных НИОКР, так и имитации, другие занимаются лишь последней. Результаты – и НИОКР, и имитации – имеют сугубо стохастический, т. е. случайный, характер: крупные вложения в НИОКР могут приносить малые плоды, а мелкие вложения, напротив, – необычайно большие.

В большинстве этих моделей новаторство базируется на достижениях науки, т. е. на источнике вне отрасли. В одной из моделей, однако, рассмотрен случай «кумулятивной» технологии: фирма осуществляет новаторство путем приростных усовершенствований собственной технологии, используемой в текущий момент времени, а не черпая из фонда нового знания, находящегося вне отрасли. Другими условиями, варьирующимися при компьютерной симуляции, являются следующие:

- число фирм в популяции (2, 4, 8, 16 и 32);
- параметр степени агрессивности конкуренции;
- степень легкости имитации;
- степень легкости внешнего финансирования и пр.

Постоянной темой, обсуждаемой в этих моделях, является шумпетерианская гипотеза, трактуемая как проблема выбора между конкурентным поведением и прогрессом технологий. В этой связи авторы моделей обращают внимание на возможность использования различных определений – как конкуренции, так и технического прогресса. Конкуренцию предлагается определять либо на основе отраслевой структуры (характери-

зующейся показателем концентрации, а в простейшем случае равноразмерных фирм – их числом в отрасли), либо на основе поведения фирм, т.е. степени агрессивности. В качестве критерия технического прогресса предлагается использовать либо уровень средней производительности, либо производительность лучшего из технических методов производства (т.е. лучшей практики), либо цену продукта.

В случае, когда основой технических изменений выступает новое научное знание, для достижения прогресса важным оказывается значение показателя численности фирм, а не степени их агрессивности. Так, оказывается, что отрасль из 4-х фирм, по сравнению с отраслью из 16-ти фирм, имеет, наряду с более высокой средней производительностью, и более высокие цены, поскольку более низкие издержки перевешивает более высокая надбавка над ними. В случае же «кумулятивной» технологии агрессивное поведение оказывает на технический прогресс отрицательное воздействие независимо от того, по какому из трех названных критериев этот прогресс оценивается.

Еще одна постоянная тема обсуждения в этих моделях – сравнение судеб фирм-имитаторов и фирм-новаторов. Так как эта модель наиболее интересна, есть смысл привести ее здесь [91, С. 365]. Формальная схема модели выглядит следующим образом:

$$Q_{it} = A_{it}K_{it}. \quad (29)$$

Выпуск фирмы i в период t равен ее основному капиталу, умноженному на производительность применяемой технологии.

$$Q_t = \sum Q_{it} = \sum A_{it}K_{it}, \quad (30a)$$

$$P_t = D(Q_t). \quad (30b)$$

Выпуск отрасли есть сумма выпусков индивидуальных фирм. Цена определяется выпуском отрасли при заданной функции спроса $D(\cdot)$. Прибыль на капитал фирмы равна цене продукта, умноженной на выпуск на единицу капитала минус издержки производства на единицу капитала (в том числе плата за арендованный капитал) минус издержки инновационных и имитационных НИОКР на единицу капитала.

$$\pi_{it} = (P_t A_{it} - c - r_{im} - r_{in}). \quad (31)$$

НИОКР генерируют новые уровни производительности посредством двухэтапного стохастического процесса. Первый этап характеризуется независимыми случайными величинами d_{imt} d_{int} , которые принимают значение 0 или 1. Соответственно значениям этих случайных величин фирме i выпадает или не выпадает жребий заниматься имитацией или инновацией в период t . Вероятности успеха этих жеребьевок равны соответственно:

$$\Pr(d_{imt} = 1) = a_m r_{im} K_{it}, \quad (32)$$

$$\Pr(d_{int} = 1) = a_n r_{in} K_{it}, \quad (33)$$

(Параметры подобраны таким образом, что верхняя грань вероятности, равная единице, никогда не достигается.) Если фирма «вытягивает» имитацию, ей предоставляется возможность выявить и скопировать наилучшую практику отрасли. Если фирме выпадает инновация, она выбирает из распределения технологических возможностей $F(A; t, A_{it})$. При научном режиме это распределение – функция времени и не зависит от преобладающей технологии фирмы. В случае же кумулятивного технического прогресса оно зависит не от времени *per se*, а от преобладающей технологии фирмы в данный период.

Для фирмы, вытянувшей в некоторый период и инновационный, и имитационный жребии, уровень производительности на последующие периоды задается выражением:

$$A_{i(t+1)} = \max(A_{it}, \tilde{A}_b, \tilde{A}_{it}) \quad (34)$$

Здесь A_t – самый высокий (соответствующий наилучшей практике) уровень производительности в отрасли в период t , а \tilde{A}_{it} – случайная величина, выбранная в результате реализации инновационного жребия. Разумеется, фирмы могут не «вытянуть» имитации, инновации или и тот и другой жребии. В этом случае меню, из которого «вытягивается» производительность в следующий период, будет короче.

Предполагаемое расширение или сокращение фирмы определяется отношением цены к издержкам производства $P/(c/A)$ (или, что то же самое, процентным превышением прибыли над издержками) и долей рынка, занимаемой фирмой. Но возможности фирмы финансировать инвестиции ограничены ее рентабельностью, на которую влияют как затраты на НИОКР, так и доходы и издержки производства.

$$K_{i(t+1)} = I\left(\frac{P_t A_{i(t+1)}}{c}, \frac{Q_{it}}{Q_t}, \pi_{it}, \delta\right) \cdot K_{it} + (1 - \delta)K_{it}, \quad (35)$$

где δ – норма физического износа капитала;

$I(\cdot)$ – функция валовых инвестиций ограничена условием неотрицательности. Она не убывает по первому аргументу и не возрастает по второму.

Кроме того, авторы полагали

$$\lim_{s \rightarrow 0} I(1, s, 0, \delta) = \delta. \quad (36)$$

Иными словами, если у фирмы удельные издержки равны цене, пренебрежимо малая доля рынка, нулевые расходы на НИОКР и, следовательно, нулевая прибыль, то у нее будут и нулевые чистые инвестиции.

Вывод, полученный авторами в этом плане, по одной группе моделей, достаточно однозначен: новаторы преуспевают больше, когда конкуренция неагрессивна, а имитаторы – когда она агрессивна. Объяснение этому дается следующее. В этих моделях фирма-имитатор неспособна достичь более высокого уровня производительности, чем лучшая из фирм-новаторов. Если она сравнивается с фирмой-новатором в производительности, то будет иметь большую прибыль, чем та, поскольку не несет таких расходов на НИОКР. Но если имитаторы не слишком расширяют свой выпуск, т. е. не оказывают на новаторов, сильного давления, вынуждающего их к сокращению объемов выпуска, то у последних есть шанс вернуть свои позиции и после рыночного успеха имитаторов. Если же фирмы-имитаторы продолжают расти, то, тем самым, они вынуждают новаторов к «сжатию», а по мере сжатия бюджета новатора на НИОКР шансы на успех в области нововведений, который привел бы к восстановлению позиций фирмы, уменьшаются, равно как и время имитации.

Таким образом, к преимуществам этих моделей следует отнести то, что они исходят не из максимизирующего производственные возможности поведения инноватора, а показывают

реальный процесс выбора инновационных решений из имеющихся альтернатив.

Также эти модели показывают преобладание неравновесности рынка на протяжении практически всего времени его развития, влияние на инновационное поведение таких важных показателей, как уровень банковской ставки, легкость имитации нововведений, темпы научно-технического прогресса в отрасли.

Они рассматривают экономический рост как следствие вытеснения из экономического пространства менее конкурентоспособных экономических агентов (фирм) более конкурентоспособными, а технический прогресс – как средство для достижения этой цели, что говорит не только о новом подходе к экономическому росту, но и о новом взгляде на технический прогресс.

С помощью этих моделей можно получать макроэкономические показатели, моделируя действительность с помощью микроэкономического аппарата, объединяя в себе два подхода к анализу экономических данных – макроэкономический и микроэкономический.

Однако у указанных моделей также имеются недостатки, вызванные объективной сложностью моделирования нелинейных процессов. В частности, данные модели не учитывают восприятие инноваторами уровня риска при принятии инновационных решений, они не дают свободы выбора инновационного или имитационного стилей поведения организации. Указанные недостатки снижают чувствительность моделей и уровень их реалистичности и создают целое поле деятельности для дальнейшего их усовершенствования и развития.

2.2.3. Новые направления моделирования инновационного поведения

К сравнительно новым направлениям моделирования инновационных процессов можно отнести модели с генетическим алгоритмом, термодинамические и энтропийные модели.

Не следует путать качественные генетические модели инноваций и модели с генетическим алгоритмом. Если первые представляют собой структурные модели инновационного процесса, то вторые не обязательно могут иметь отношение к инновациям, а представляют собой лишь один из методов математического моделирования и нахождения решения в тех случаях, когда применение других алгоритмов не возможно или не дает желаемого результата. Моделирование инновационных процессов в виду сложности и нелинейности взаимосвязи относится именно к тому классу моделей, при решении которых применение генетических алгоритмов дает неплохие результаты.

Эволюционные алгоритмы, впервые разработанные Джоном Холландом (John Holland) в 1970-х годах, сегодня чаще называют генетическими алгоритмами, поскольку они имитируют процессы природного естественного отбора. Первоначально эти алгоритмы применялись в комбинаторной оптимизации и компьютерных исследованиях в области искусственного интеллекта, однако в последнее время сфера их применения заметно расширилась. Благодаря быстрому совершенствованию компьютеров появилась возможность использовать генетические методы в оптимизационных моделях, которые не поддаются решению с помощью традиционных методов, основанных на вычислении градиентов. Генетические алгоритмы гораздо реже, чем основанные на вычислении градиентов методы поиска, останавливаются в точке локального оптимума или осциллируют в окрестности точек разрыва. С другой стороны, они требуют проведения очень большого количества вычислений и не гарантируют нахождения глобального оптимума [88, С. 465].

Основанный на биологических концепциях генетический алгоритм заметно отличается от большинства ранее описанных методов моделирования инновационного поведения. Сначала

приведем краткий перечень основных свойств, на которых строится работа алгоритма, а далее опишем их более подробно.

Алгоритм использует случайно выбираемые начальные точки. Таким образом, это недетерминированный метод.

В то время как в большинстве методов хранится только наилучшее решение, найденное в процессе поиска, в генетическом алгоритме хранится большое количество промежуточных результатов, называемое популяцией возможных решений, не все из которых являются хорошими решениями. Данная популяция используется для создания новых начальных точек, не обязательно в окрестности текущего наилучшего решения, что помогает алгоритму избегать остановки в локальном оптимуме.

Аналогично генным мутациям в биологии алгоритм время от времени производит случайные изменения в одном или нескольких членах популяции для создания новых потенциальных начальных точек-«потомков», которые могут находиться далеко от остальных членов данной популяции

Как при половом способе размножения, элементы существующих в популяции решений комбинируются друг с другом с помощью операции, напоминающей скрещивание цепочек ДНК, чтобы создать новое потенциальное решение, обладающее чертами каждого из родительских решений

Любые нарушения ограничений новым решением приводят к вычитанию (в модели максимизации) из значения целевой функции для данного решения или прибавлению к нему (в модели минимизации) «штрафа», сумма которого отражает степень нарушения ограничений. Это измененное значение целевой функции становится мерой «пригодности» данного решения.

Аналогично естественному отбору начальные точки-потомки, которые не улучшают значения целевой функции и не помогают получить новые начальные точки, в конечном счете, удаляются из популяции как «непригодные».

В генетическом алгоритме решение задачи представляется в виде генома (или хромосомы). Алгоритм работает с популяцией, содержащей десятки или даже сотни допустимых решений. Из этой популяции решений генетический алгоритм создает с помощью операций мутации и скрещивания новые решения, чтобы получить набор претендентов на «звание» наилучшего

решения. Упрощенно говоря, в ходе скрещивания комбинируются две (родительские) хромосомы, чтобы получить новую хромосому (потомок). Как и в половом размножении, идея скрещивания состоит в том, что новая хромосома может оказаться лучше обеих родительских, если взять лучшие характеристики каждой из них. В отличие от скрещивания, операция мутации привносит некий элемент случайности в новые хромосомы-потомки. Ее задача заключается в том, чтобы помочь программе найти такие решения-потомки, которые невозможно получить путем скрещивания. Решения-потомки с низким значением выигрыша («плохим» значением целевой функции) сохраняются, поскольку они могут произвести в следующих поколениях потомков с высоким выигрышем (лучшим значением целевой функции). Если этого не происходит, эти потомки в конечном счете удаляются из популяции решений. Согласно принципу выживания наиболее приспособленных, генетические алгоритмы – то алгоритмы поиска, использующие структурированный обмен информацией (скрещивание) и рандомизацию (мутации) для формирования процедуры поиска, обладающей свойствами природных процессов, в каждом поколении создается новый набор решений, созданных из наиболее подходящих экземпляров предыдущего поколения. Отметим, что генетический алгоритм не является просто случайным движением по пространству возможных решений. Это было бы слишком неэффективно. Напротив, данный алгоритм эффективно использует накопленную информацию для формирования новых решений, которые, как ожидается, улучшат выигрыш. Поэтому генетический алгоритм иногда называют методом направляемого случайного поиска или комбинированным методом, т. к. механизмы скрещивания и мутации в некотором смысле реализуют переборную часть метода, а отбор лучших решений – градиентный спуск.

В качестве примера модели с генетическим алгоритмом можно привести работу Антипова Д. В. [5], в которой автором был применен разработанный программный пакет «ГенАлгор» для решения задачи оптимального распределения инвестиций среди инновационных проектов. Постановка задачи:

Инвестиционный капитал K распределяется среди N инновационных проектов с целью получения максимального суммарного дохода в течение определенного срока. Для каждого проекта известны:

- Функциональная зависимость $\Pi_i(Q_i; Q_1 \dots Q_m)$ объема прибыли Π_i , приносимой проектом в случае его успеха, от объема вложения Q_i в сам проект и инвестиций во взаимосвязанные проекты Q_1, \dots, Q_m , подмножества Q_1, \dots, Q_n .

- Функциональная зависимость убытков $\Psi_i(Q_i; Q_1 \dots Q_m)$ от проекта в случае его срыва, от объема вложения Q_i в проект и инвестиций во взаимосвязанные проекты Q_1, \dots, Q_m .

- Функциональная зависимость вероятности успеха проекта $P_i(Q_i; Q_1 \dots Q_m)$ от объема вложения Q_i в сам проект и инвестиций во взаимосвязанные проекты Q_1, \dots, Q_m .

В данной задаче целевой функцией является суммарная прибыль от инвестиций, а управляемыми параметрами – объемы вложений в каждый из проектов.

При решении данной задачи с помощью генетических алгоритмов, каждый вариант инвестирования (набор значений параметров) рассматривается как индивидуум, а доходность этого варианта – как приспособленность этого индивидуума. Тогда в процессе эволюции приспособленность индивидуумов будет возрастать, а значит, будут появляться все более и более доходные варианты инвестирования. Остановив эволюцию в некоторый момент и выбрав лучшего индивидуума, можно получить достаточно хорошее решение задачи.

При реализации генетического алгоритма в данном случае, индивидуум – вариант решения задачи – определяется набором из N (по количеству проектов) хромосом X_j , где хромосома X_j соответствует объему вложений в проект j и представляет собой двоичную запись этого числа (число двоичных разрядов = p , где $2^p \geq K$).

Объем суммарных вложений в инновационные проекты ограничен, поэтому не все значения хромосом являются допустимыми, что учитывается при генерировании популяций. С точки зрения учета объема имеющегося инвестиционного капитала K , возможны два подхода: (1) варьирование только $(N-1)$ хромосом, и однозначное определение по ним N -й хромосомы как до-

полняющей проектный портфель до объема капитала K ; (2) подход, учитывающий ограничение «суммарный капитал = K », с использованием штрафной функции. При правильном выборе такой функции особи с сильным нарушением указанного ограничения «вымирают». При реализации второго подхода получается решение с суммарным капиталом, быть может не равным в точности, но очень близким к заданному K . Эту погрешность следует считать платой за, как правило, более высокую скорость нахождения решения.

Еще одним новым направлением моделирования инновационных процессов являются синергетические модели, использующие понятийный и математический аппарат синергетики, в частности элементы теории хаоса, теории катастроф, такие как нелинейные дифференциальные уравнения высоких порядков.

В качестве примера можно привести статью Мызниковой и Переведенцевой [89], в которой рассмотрен процесс взаимодействия двух фирм, занимающихся высокотехнологичным товаром, на едином сегменте рынка.

Математическая постановка выглядит следующим образом. Условные обозначения:

население во время t может быть разделено на три класса: собственники товара, произведенного первой фирмой, обозначены A_1 , собственники товара, произведенного второй фирмой, обозначены A_2 , и те, кто не имеет товара, обозначены как N .

β – количество новых потребителей,

δ – коэффициент выбытия потребителей,

γ_i – интенсивность рекламы i -й фирмы,

λ – коэффициент межабонентских контактов,

v_i – вероятность того, что индивид откажется от товара i -й фирмы.

Тогда скорость изменения количества собственников товара i -й фирмы $\frac{dA_i}{dt}$ будет расти с увеличением количества не собственников, которые приобрели товар, благодаря рекламе γ_i N или благодаря общению с собственниками $\lambda A_i N$. И скорость будет падать с увеличением количества собственников, которые покинули рынок δA_i или отказались от товара $v_i A_i$. Также ско-

рость будет падать с увеличением количества собственников i -й фирмы, которые отказались от товара под действием общения с собственниками товара конкурирующей фирмы $\lambda A_i A_j$.

Скорость изменения количества несобственников $\frac{dN}{dt}$ будет расти с увеличением числа появившихся людей β или числа собственников, которые отказались от товара $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2$. Скорость будет падать с увеличением числа несобственников, которые покинули рынок δN или приобрели товар, под действием рекламы $\gamma_1 N + \gamma_2 N$ или после общения с собственниками $\lambda A_1 N + \lambda A_2 N$. Тогда изменение численности классов можно описать следующей системой нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = -(\gamma_1 + \gamma_2)N - \lambda N(A_1 + A_2) - \delta N + \nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \beta + 2\lambda A_1 A_2 \\ \frac{dA_1}{dt} = \gamma_1 N + \lambda A_1 N - \delta A_1 - \nu_1 A_1 - \lambda A_1 A_2, \\ \frac{dA_2}{dt} = \gamma_2 N + \lambda A_2 N - \delta A_2 - \nu_2 A_2 - \lambda A_2 A_1 \end{cases} \quad (37)$$

В качестве достоинств можно отметить: в работе показано, что в данной модели возможны бифуркационные процессы, может быть до трех состояний равновесия при различных значениях параметров. Также качественно исследован характер состояний равновесия, которое может быть седлом или устойчивым узлом.

Еще одной подобной работой, использующей аппарат синергетики, является статья Серкова [115], в которой изучалась стохастичность инновационного процесса и влияние на этот процесс инновационной глобализации, являющейся системным фактором.

В предлагаемой работе в рамках синергетического подхода исследуется стохастичность инновационного процесса и влияние на этот процесс такого системообразующего фактора, как взаимосвязь исследуемой системы с другими подсистемами. Исходное уравнение для исследуемой модели инновационного роста в детерминированном случае записывается в виде:

$$dx/dt = A + p/N * x * (N - x) - \beta * x, \quad (38)$$

где $x = x(t)$ – число участников (компаний) региона, участвующих в инновационном процессе в момент времени t ,

N – общее число участников,

p ($p > 0$) – коэффициент роста числа участников. Второй член уравнения учитывает конкуренцию между участниками инновационного процесса. Последний член уравнения учитывает отторжение инноваций некоторыми компаниями – участниками,

β – коэффициент отторжения ($\beta > 0$).

A – постоянная скорость появления новых участников инновационного процесса, в том числе и из других регионов в силу открытости системы.

Авторами показано, что роль случайностей (шума) заключается в индуцировании ими явления, называемого самоорганизованной критичностью. Роль ее проявляется в наблюдающемся на практике лавинообразном протекании инновационных процессов в период замен одних технологий на более совершенные и приводящем к скачкам на логистических кривых. Кроме того, одной из закономерностей самоорганизованной критичности является наличие прерванного равновесия, или перемежаемости, заключающееся во вспышках высокой инновационной активности, прерывающих состояние относительного покоя, когда ее уровень низок. Вовлечение в инновационный процесс все большего числа участников (инновационная глобализация) приводит к некоторому подавлению флуктуаций, к уменьшению роли случайности в появлении и развитии инноваций. Выводы, полученные путем анализа стационарной плотности вероятности распределения случайных величин, подтверждены проведением бифуркационного исследования.

Заметим, что хотя синергетические модели позволяют лишь качественно (на концептуальном уровне) описать исследуемые явления, тем не менее с их помощью можно выявлять различные нелинейные особенности изучаемых процессов, что невозможно сделать в рамках имитационных моделей. Кроме того, ценность этих моделей состоит в том, что они позволяют

исследовать влияние различных эндогенных и экзогенных факторов на поведение траекторий изучаемой системы.

Таким образом, моделирование инновационного поведения экономических агентов является весьма интересной отраслью науки, привлекающей внимание ученых из самых разных областей, а не только экономистов. При этом используемые методы моделирования весьма разнообразны, однако наиболее перспективным методом нам представляется имитационное моделирование, развивающее наследие Нельсона и Уинтера и аккумулирующее достижения в других направлениях.

2.3. Проблема взаимосвязи между моделями инновационного поведения и моделями экономического роста

На макроэкономическом уровне инновационное поведение экономических агентов находит свое выражение в экономическом росте. Проблемы теоретического обоснования и моделирования экономического роста достаточно подробно проанализированы в экономической литературе [69, 140], и в рамках данной работы нет необходимости на них останавливаться. Все модели экономического роста можно разделить на следующие группы:

- докейнсианские теории экономического роста (меркантилисты, классики, Й. Шумпетер, Дж. Фон Нейман);
- кейнсианская и некейнсианская теории экономического роста (Дж. Кейнс, модель Харрода-Домара, концепция Э. Хансена);
- неоклассические модели экономического роста (модель Солоу, «золотое правило накопления» Э. Фелпса, кембриджская квота сбережений Н. Калдора, трактовка Дж. Стиглица и Л. Пазинетти, модель Касса-Купманса-Рамсея, модель Эрроу-Ромера, модели Р. Лукаса и Х. Узавы, модель Гроссмана-Хэлпмана);
- институциональные и эволюционные теории экономического роста (Д. Норт, Р. Коуз, теории институциональных изменений А. Алчиана, Дж. Бьюкенена, С. Пейовича, модели Р. Нельсона и С. Уинтера).

И всё-таки, несмотря на достаточно большое количество моделей экономического роста, общим для них является отсут-

ствие связи между макро- и микроуровнями. То есть модели экономического роста и модели инновационных процессов развивались параллельно, практически не соприкасаясь. Единственным исключением являются модели Р. Нельсона и С. Уинтера, которые выявили следующие преимущества эволюционной теории экономических изменений перед неоклассической теорией экономического роста.

1. Она рассматривает экономический рост как следствие вытеснения из экономического пространства менее конкурентоспособных экономических агентов (фирм) более конкурентоспособными, а технический прогресс – как средство для достижения этой цели, что говорит не только о новом подходе к экономическому росту, но и о новом взгляде на технический прогресс.

2. Она получает макроэкономические показатели, моделируя действительность с помощью микроэкономического аппарата, объединяя в себе два подхода к анализу экономических данных – макроэкономический и микроэкономический.

Однако, несмотря на перспективность эволюционного подхода к моделированию инноваций, широкого распространения и мощного дальнейшего развития, как ожидалось, он не получил. Это связано с объективной сложностью моделирования инновационных процессов. В качестве отдельных успехов в этом направлении можно отметить уже упоминавшиеся генетические модели и синергетические модели. Но у данных моделей есть большой недостаток, заключающийся в необходимости использования сложного математического аппарата, который для большинства экономистов недоступен.

Еще одна проблема связана с тем, что существующая традиция деления экономики на микро- и макроуровни сама по себе ограничивает возможности по бесполезному переходу от микроуровня к макроуровню. Связано это с тем, что как микро-, так и макроуровни на самом деле имеют составной характер. К микроуровню обычно относят как отдельных индивидов (в составе домохозяйств), так и совокупности индивидов – фирмы и организации. К макроуровню относят как отдельные рынки, так и отрасли и даже целые государства. Поэтому, когда исследователи пытаются осуществить переход от микроуровня к макро-

уровню, они вынуждены всегда уточнять, что они имеют ввиду. В частности, Нельсон и Уинтер в своих моделях упоминали, что на микроуровне они рассматривают фирмы, а на макроуровне – отрасли.

Облегчить процесс взаимоувязывания моделей разного уровня может подход, предлагаемый Поповым [103], который выделяет не два, а пять уровней объектов экономики:

- микроэкономика – занимающаяся исследованием поведения отдельных экономических агентов (индивидов),
- миниэкономика, или экономика фирмы, занимающаяся исследованием феномена фирмы как альтернативы рыночному механизму (в том числе ее внутреннего устройства),
- мезоэкономика – экономика отрасли или локального рынка,
- макроэкономика – экономика функционирования государственных институтов,
- глобальная экономика – экономика международных взаимоотношений формирования глобальных рынков и транснациональных корпораций.

При этом объекты нижних уровней могут входить как составные элементы в объекты более высоких уровней. Индивиды участвуют в формировании фирм, рынков и государств. Организации (фирмы) участвуют в формировании рынков (совместно с индивидами), отраслей, государственных институтов (государственные учреждения) и даже глобальных рынков (транснациональные корпорации). Локальные рынки и отрасли регулируются государственными институтами и образуют мировые рынки. Государства наравне с транснациональными корпорациями участвуют в глобальном разделении труда.

Как видно, такая сложная схема взаимодействия уровней экономики требует адекватного понятийного и методологического аппарата для ее описания и моделирования. Скорее всего, в этом качестве может выступить только синергетика и отдельные ее разделы, такие, например, как теория хаоса и теория катастроф. Попытки адаптировать и применить аппарат синергетики для моделирования экономических процессов уже пред-

принимаются [37, 114], в том числе и в моделировании инноваций, о чем свидетельствуют вышеупомянутые работы.

Однако на данный момент нет комплексного использования достижений синергетики в экономических исследованиях, и проблема в том, что пока интерес односторонний – у представителей естественно-научных дисциплин к экономическим проблемам. Обратного интереса экономистов к использованию методологии синергетики практически не наблюдается, хотя по уровню абстрагирования и применения сложных математических расчетов современные неоклассические модели ничуть не проще, чем применяемый аппарат синергетики.

3. ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИННОВАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. Учет показателей разнообразия в стандартных моделях оптимизации инновационных проектов

3.1.1. Энтропийные характеристики инновационной деятельности

Одним из направлений преодоления современного кризиса экономической науки являются попытки применения в моделировании хозяйственных явлений и процессов методологии таких естественных наук как биология (эволюционная экономическая теория [91]), физика (физическая экономика [137]) и математика (нелинейная экономическая теория [37]), согласно которым, в отличие от неоклассической экономической теории, экономику следует рассматривать не как статическую равновесную, а как развивающуюся, эволюционирующую систему. В частности, эволюционная экономическая теория рассматривает экономическую эволюцию как марковский процесс, в физической экономике наиболее активно используются энтропийные модели сложных систем и энтропийные расчеты, а нелинейная экономическая теория широко использует теорию хаоса и катастроф.

В этом методически достаточно сложном процессе на данном этапе имеются пока неоднозначные результаты. Например, В. М. Сергеев [114], применяя термодинамический подход в моделировании рынка, пришел к выводу об уравнительном, по сути, распределении дохода, что явно не согласуется с реальностью. Другим недостатком можно считать тривиальность получаемых результатов [105]. Впрочем, в рамках физической экономики встречается и отрицание самих по себе законов термодинамики [70]. Однако, несмотря на очевидную слабость теоретической проработки вышеуказанных подходов в части обоснования динамики экономических процессов традиционная экономическая наука пока не в состоянии что-то реально им противопоставить.

Показатели энтропии достаточно редко используется в экономических исследованиях. В качестве отечественного примера можно привести монографию [117]. В данной монографии исследованы вопросы надежности, маневренности и гибкости планов развития народного хозяйства СССР, в том числе их энтропийные характеристики. Несмотря на то, что монография была нацелена на решение проблем планового хозяйства, многие ее положения актуальны до сих пор и могут быть переосмыслены для совершенствования процессов в рамках инновационной деятельности фирм.

В качестве зарубежного примера можно привести уже упоминавшуюся статью Р. Дженнера [174], в которой описываются те меры (действия), которые могут противопоставить менеджеры и предприниматели неопределенности и хаотическому состоянию, сопутствующему поиску и созданию новых продуктов и новых процессов. В основе данного подхода лежит представление о том, что в современном, хаотическом, основанном на постоянных инновациях рынке возникают диссипативные структуры, развивающейся «далеко от равновесия», но при этом являющейся устойчивыми (по И. Пригожину). Самое главное свойство этих структур – они способны снижать (рассеивать) собственную энтропию (а также, по нашему мнению, и энтропию входящих в нее элементов). Другое свойство подобных структур – создание чего-то вроде внутренней сети, взаимосвязей между элементами структуры. Именно благодаря этим двум свойствам такие структуры являются стабильными, несмотря на то, что функционируют вдали от равновесия.

В частности, он показал, что одним из способов снижения энтропии для инновационных фирм является формирование и распространение внутриотраслевой технологической парадигмы. То есть в соответствии с теорией самоорганизации в рамках хаотического рынка возникает группа фирм, которая придерживается общей технологической парадигмы («протокола» по Дженнеру), причем фирмы внутри группы связаны нелинейными взаимосвязями, которые с одной стороны, заставляют их и дальше придерживаться выбранной парадигмы, а другой стороны, позволяет снизить неопределенность (энтропию), вызываемую НТП.

Возможное применение понятие энтропии в экономических исследованиях зависит от того контекста, в котором она используется в естественных науках. Так, термодинамический смысл соответствует понятию энтропии в статистической физике:

$$H = k \log W(E), \quad (39)$$

где k — постоянная Больцмана,

$W(E)$ — количество возможных квантовых состояний физической системы, внутренняя энергия которой не превосходит E .

В качестве меры разнообразия для множества возможных состояний S_i используется понятие энтропии представляющей собой математическое ожидание логарифма вероятности пребывания системы S в состоянии S_i .

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (40)$$

Эта функция соответствует введенной К. Шенноном [142] в теории информации «мере неопределенности». Содержательный смысл понятия энтропии как *меры разнообразия возможных состояний любой системы* — физической, экономической, живого организма — в наибольшей степени соответствует свойствам инновационной деятельности или процесса, рассматриваемых в качестве системы, которой всегда присуще множество возможностей выбора вариантов развития и реализации принятого решения в силу существенной неопределенности будущего поведения системы.

Недостатком ранее предпринимавшихся попыток использования энтропии является отождествление экономического равновесия и уровня энтропии в термодинамическом смысле, приводящее к статическому описанию системы. Необходимо же рассматривать динамику изменений состояний системы, что позволяет учитывать еще один энтропийный аспект — необратимость экономических процессов.

Весьма продуктивен другой аспект использования понятия энтропии в экономике — это применение шенноновского понятия энтропии непосредственно как количественной меры экономической информации [9]:

$$I = H(S) - H'(S), \quad (41)$$

где I — количество информации, содержащейся в одном сообщении;

$H(S)$ — энтропия системы S до поступления сообщения (априорная энтропия);

$H'(S)$ — энтропия системы S после поступления сообщения (апостериорная энтропия).

Использование данного аспекта энтропии связано с тем, что при осуществлении любого инновационного проекта важна любая информация, которая может снизить неопределенность относительно достижения результатов.

Также весьма продуктивно использование достижений теории систем. Так, согласно И. Пригожину [106] в открытых системах производство энтропии имеет два источника — внутренний и внешний:

$$DS = DS_{in} + DS_{ex}, \quad (42)$$

где DS_{in} — производство внутренней энтропии системы;

DS_{ex} — поступление энтропии из внешней среды (негэнтропии — если со знаком минус).

Производство внутренней энтропии вызывается естественными хаотическими процессами, протекающими внутри любой системы, и приводящими к снижению степени ее упорядоченности. Источником внешней энтропии для экономических агентов является научно-технический прогресс. Выражается она в моральном (функциональном) износе основных средств, нематериальных активов и производимой продукции (работ, услуг). То есть, собственно у самой организации уровень энтропии не возрастает, возрастает уровень упорядоченности экономических агентов (конкурентов) в окружающей среде, на фоне которых организация выглядит менее упорядоченной, а значит, теряет привлекательность для контрагентов.

Также в экономических исследованиях весьма перспективно использование теоремы о сложении энтропий зависимых систем: для объединенных систем X и Y энтропия равна энтропии одной из ее составных частей плюс условная энтропия второй части относительно первой:

$$H_c(X, Y) = H(X) + H(Y / X), \quad (43)$$

где $H(X)$ – энтропия системы X ;

$H(Y/X)$ – условная энтропия системы Y относительно системы X , причем известно, что $H(Y/X) \leq H(Y)$.

То есть при рассмотрении предприятия в целом и инновационной деятельности в частности их следует представлять как совокупность управляющей и управляемой систем, каждая из которых обладает собственной энтропией, однако общая энтропия может быть снижена за счет управляющих воздействий.

Беглый анализ возможности применения понятия энтропии в экономических исследованиях позволяет сформулировать направления снижения энтропии, и соответственно, повышения эффективности инновационных процессов:

1. Привлечение дополнительной информации. Согласно формуле 41 $H'(S) < H(S)$ ровно на величину привлекаемой дополнительной информации. Данный вывод перекликается с выводами практиков инновационной деятельности, которые в качестве способа повышения эффективности инновационных проектов рекомендуют проведение дополнительных исследований, особенно в условиях повышенной неопределенности ожидаемых результатов.

2. Ограничение вариантов выбора. Если выбор любого из N вариантов равновероятен, то неопределенность выбора максимальна и согласно формуле 40 определяется общим числом возможных вариантов:

$$H(N) = - \sum_{i=1}^N 1/N \log_2 1/N = \log_2 N, \quad (44)$$

Ограничение вариантов выбора достигается как за счет привлечения дополнительной информации, так и за счет построения дерева возможных вариантов развития событий и отсекаания априори убыточных или нереалистичных вариантов. Данный вывод также перекликается с практикой инновационной деятельности, в частности с теорией реальных опционов, позволяющей учесть организационную гибкость инновационных проектов.

3) Применение закона необходимого разнообразия У. Р. Эшби [149]. Согласно этому закону только разнообразие может уничтожить разнообразие. Это значит, что для ограничения разнообразия возможных состояний системы, вызванных внешними воздействиями, необходимо иметь определенное разнообразие управлений, компенсирующих внешние воздействия. Согласно формуле 43 энтропия разнообразия состояний системы S может быть уменьшена за счет введения управляющей системы и активных управленческих воздействий не меньше чем на величину:

$$H(B) + H_B(Y) - H(Y), \quad (45)$$

где $H(B)$ – энтропия разнообразий воздействия внешней среды;
 $H_B(Y)$ – условная энтропия разнообразия управлений Y в зависимости от состояния внешней среды B .

$H(Y)$ – энтропия управляющей системы.

Данный вывод перекликается с уже упоминавшейся работой Ф. Янсена [151], согласно которому в современных экономических условиях постоянного ускорения инноваций степень неопределенности экономической системы и связанных с этим прогнозов возрастает многократно. Соответственно, бесполезно пытаться предсказать или спрогнозировать будущее состояние рынка и на основе этого строить свою стратегию, лучше приспособить свою структуру к постоянным изменениям окружающей среды, сделать структуру максимально гибкой, то есть ответить на возрастание сложности окружающей среды соответствующим усложнением самой организации. Кроме того, применение закона необходимого разнообразия можно увидеть в деятельности венчурных фондов, которые максимально диверсифицируют свои инвестиции в инновационные проекты, и тем самым добиваются гибкого реагирования на воздействие внешней среды.

4) Преодоление необратимости (инерционности) инновационных проектов. Степень необратимости (инерционности) инновационных проектов можно измерить через изменение энтропии в процессе функционирования системы предприятия в соответствии с теоремой о производстве минимума энтропии (вторым законом термодинамики). Однако здесь следует учиты-

вать, что система предприятия не является закрытой, и для описания динамики энтропии в ней лучше подходит понятие энтропии Марковского процесса. Степень необратимости может быть определена по формуле:

$$K_H = \frac{H_{t+1} - H_t}{H_t}, \quad (46)$$

где H_t – энтропия системы в момент времени t ;
 H_{t+1} – энтропия системы в момент времени $t+1$.

В экономическом смысле степень необратимости характеризуется величиной дополнительных затрат на перенастройку системы предприятия в случае отказа от выполнения уже начатого инновационного проекта:

$$K_H = \frac{\Delta Z_\tau}{Z_{T_2-\tau}}, \quad (47)$$

где ΔZ_τ – прирост затрат при отказе от инновационного проекта на глубину τ ;

$Z_{T_2-\tau}$ – затраты, оставшиеся до завершения инновационного проекта.

Данный вывод также согласуется с мнениями практиков инновационной деятельности, которые указывают на необходимость разбиения инновационных проектов на как можно более детализированные этапы и выделение финансирования по мере их реализации.

Кроме способов повышения эффективности инновационной деятельности энтропийные характеристики могут служить основой для отбора альтернативных вариантов инновационных проектов, а также для оценки их эффективности, например, так, как предлагалось в статье [43]. Возможно использование энтропийных характеристик при прогнозировании инновационного развития отраслей и комплексов [45]. Также энтропийные характеристики могут послужить одним из показателей при моделировании и оптимизации инновационного поведения экономических агентов.

3.1.1. Модель оптимизации инновационного портфеля экономического агента с учетом показателей разнообразия и экономической надежности

Для учета показателей энтропии (разнообразия и надежности) в модели инновационного поведения, прежде всего, необходимо внести определенные изменения в качественную модель хозяйствующего субъекта (рис. 10).

Дополнение универсального представления хозяйствующего субъекта состоит в том, что помимо обмена ресурсами и готовой продукцией имеет место движение энтропии. Из внешней среды в систему экономического агента постоянно поступает энтропия разнообразий воздействий внешней среды, вызванная неопределенностью, непредсказуемостью этих воздействий, причем как со стороны поставщиков ресурсов, так и со стороны рынка готовой продукции. При этом производство внутренней энтропии не учитывается, т. к. оно постоянно и при нормальном функционировании предприятия компенсируется стандартными управленческими процедурами – ремонт, обновление фондов, прием и увольнение персонала и т. д.

Если бы в системе хозяйствующего субъекта отсутствовала бы управляющая подсистема, то его энтропия всегда равнялась бы энтропии разнообразий воздействий внешней среды и в какой-то момент превысила бы предельно допустимый уровень надежности, то есть произошло бы разрушение системы. Этого не происходит только благодаря управляющим воздействиям, и согласно закону Эшби, чем разнообразнее управляющие воздействия, тем больше они компенсируют влияние внешней среды. Однако, управляемая система не всегда однозначно реагирует на управляющие воздействия, поэтому имеет место условная энтропия разнообразия управлений U в зависимости от состояния внешней среды B , которая частично уменьшает эффективность управляющих воздействий.

С помощью модели условной хозяйственной системы, во-первых, проведем анализ системы на надежность и, во-вторых, покажем, что учет фактора разнообразия при построении системы повышает ее надежность, сопротивляемость хаотическим воздействиям внешней среды.



Рис. 10. Дополненное универсальное представление хозяйствующего субъекта

Обозначения:

$H(S)$ – надежность хозяйствующего субъекта;

$H(B)$ – энтропия разнообразий воздействия внешней среды;

$H_B(Y)$ – условная энтропия разнообразия управлений Y в зависимости от состояния внешней среды B .

$H(Y)$ – разнообразие (энтропия) управляющей системы.

H_{margin} – предельно допустимый уровень надежности

Исходной моделью является оптимизационная экономико-математическая модель задачи максимума прибыли. В систему входят поставщики сырья, сам производитель продукции, который работает по двум группам технологий ТП-1 и ТП-2, в каждой из которых одна технология является базовой, а остальные – инновационными. Группы технологий используют материалы разных типов – S и T соответственно. Технологические коэффициенты показывают долю того или иного вида материалов в готовой продукции. Выпускается два вида готовой продукции – продукт А и продукт Б. Цена продажи и маркетинговые издержки приведены в таблице 2.

Приведем постановку задачи.

Обозначим через:

$K = \{k\} = \{1, 2\}$ – множество видов продукции;

$L = \{l\} = \{1, 2\}$ – множество комплексов маркетинга;

$I = \{i\} = \{1, 2\}$ – множество групп технологий;

$J = \{j\} = \{J_i\} = \{J_1 \cup J_2\} = \{11, 21, 31, 41, 12, 22, 32, 42, 52\}$ – множество технологических способов, где J_i – множество технологий i -ой группы.

IJ_k – множество технологий производящих k -й продукт,
 $IJ_1 = \{11, 21, 31, 41\}$ $IJ_2 = \{12, 22, 32, 42, 52\}$.

Искомými параметрами (переменные) модели являются:

x_j^i – интенсивность j -ой технологии, i -ой группы, тыс. шт.

Коэффициенты целевой функции – критерия оптимальности:

pr_S – цена на материалы типа S у. е./тыс. шт.

pr_T – цена на материалы типа T у. е./тыс. шт.

Таблица 2

Матрица условий задачи функционирования фирмы

Готовая продукция	Продукт А				Продукт Б					
Цены на продукцию prN_k у. е./тыс. шт.	280				250					
Комплекс маркетинга	КМ-1				КМ-2					
Удельные маркетинговые издержки mrN_l у. у. е./тыс. шт.	30				45					
производство	ТП-1				ТП-2					
Технологии производства, тыс. т.	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	
Мощности производства продукта А, тыс. т.	1	1	1	1						$\leq M_j^1$
Мощности производства продукта Б, тыс. т.					1	1	1	1	1	$\leq M_j^2$
Продукт А на складе, тыс. т.	1	1	1	1						$\leq Q_1$
Продукт Б на складе, тыс. т.					1	1	1	1	1	$\leq Q_2$
Затраты материалов первого типа s_j^i	0,20	0,40	0,60	0,80	0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	$= S$
Затраты материалов второго типа t_j^i	0,80	0,60	0,40	0,20	0,90	0,70	0,50	0,30	0,10	$= T$
Собственные удельные затраты техноло-	50	60	70	80	45	55	65	75	85	

гий c_j^i , у. е. / тыс. шт.									
Удельные затраты на разработку и внедрение технологий, у. е./тыс. шт.	80	60	50	0	80	55	45	0	0
Цены на материалы первого типа S у.е. / тыс. шт.	$pr_s = 90$								
Цены на материалы второго типа T у.е. / тыс. шт.	$pr_T = 80$								
Критерий: максимизация прибыли (разность дохода от продажи продуктов и затрат производства, маркетинговых издержек)									

$s_j^i(t_j^i)$ – коэффициент затрат материалов первого и второго типов по единичной мощности j-ой технологии i-ой группы;

c_j^i – собственные удельные затраты производства продуктов по j-ой технологии i-ой группы, у. е. / тыс. шт.;

I_j^i – удельные затраты на разработку и внедрение j-ой технологии i-ой группы, у. е. / тыс. шт.;

prN_k – цена реализации k-го продукта, у. е. / тыс. шт.;

mrN_l – удельные издержки на маркетинг l-ого комплекса, у. е. / тыс. шт.;

Ограничениями задачи являются:

$$\sum_{(i,j) \in U_k} x_j^i \leq Q_k \text{ – ограничение объема спроса к-го продукта,}$$

где Q_k – его величина, тыс. шт.;

$x_j^i \leq M_j^i$ – ограничение мощностей j-ой технологии, i-ой группы, где M_j^i – ее мощность, тыс. шт.

Вспомогательные соотношения:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} s_j^i * x_j^i = S \quad - \text{объем материалов первого типа,}$$

тыс. шт;

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_j^i * x_j^i = T \quad - \text{объем материалов второго типа,}$$

тыс. шт;

$$\sum_{(i,j) \in U_k} x_j^i = Qf_k \quad - \text{фактический удовлетворенный объем}$$

спроса к-го продукта, тыс. шт.

Критерий оптимальности системы:

$$P = \sum_{i \in I, j \in J} x_j^i * (prN_{i(=k)} - mrN_l) - \sum_{i \in I, j \in J} s_j^i * x_j^i * pr_s - \\ - \sum_{i \in I, j \in J} t_j^i * x_j^i * pr_T - \sum_{i \in I, j \in J} (c_j^i + l_j^i) * x_j^i \longrightarrow \underset{x_j^i}{MAX}$$

Критерием оптимальности является прибыль производителя, которая находится как разница дохода от продажи продукта А и Б и затрат производства и маркетинговых издержек. Причем затраты на производство включают компоненту собственных переменных затрат, компоненту затрат на сырье и затрат на разработку и внедрение новых технологий.

Задавая ограничение мощностей и следующие значения спроса на k -й продукт $Q_1 = 8250$, $Q_2 = 12500$, численно реализуем данную детерминированную постановку задачи, в этом случае оптимальное решение включает в себя три технологии – таблица 3.

Таблица 3

Решение детерминированной задачи, тыс. шт.

x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2
0	0	0	8250	0	0	0	3500	9000

Вполне очевидно, что если рассматривать данную детерминированную оптимизационную задачу, но уже без технологических способов, не вошедших в оптимальный план, то опти-

мальное решение и значение критерия оптимизации в этом случае не изменится.

Проведем анализ модели (системы), назовем ее «первой», технологические способы которой состоят из способов вошедших в оптимальный план исходной задачи, т. е. технологий x_4^1 , x_4^2 , x_5^2 , на надежность достижения целевой прибыли. Все остальные условия соответствуют исходной постановке.

Для этого рассмотрим такое возмущение, действующее на систему, как неопределенность спроса на продукт. Предположим, без ограничения общности, что сценарии являются равновероятными и зададим по ним следующие значения объема спроса – таблица 4, здесь и далее $n \in N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ – индекс сценария и первый сценарий соответствует значению исходной детерминированной задачи.

Таблица 4

Объем спроса на продукцию, тыс. шт.

сценарий	1	2	3	4	5
Q_1^n	8 250	7 450	6 650	5 850	5 050
Q_2^n	12 500	11 200	9 900	8 600	7 300

Произведем вариантыные расчеты по заданным сценариям, в результате получим следующие значения переменных – таблица 5.

Таблица 5

Решения по сценариям, тыс. шт.

сценарий	x_4^1	x_4^2	x_5^2
1	8250	3500	9000
2	7450	3500	7700
3	6650	3500	6400
4	5850	3500	5100
5	5050	3500	3800

Структурная модель приведена в приложении Б, а решение модели в приложении В. Значения целевой прибыли представлены в таблице 6.

Таблица 6

Прибыль производителя, у. е.					
сценарий	1	2	3	4	5
P^n	1106000	1000100	894200	788300	682400

В этом случае значение показателя надежности достижения целевой прибыли относительно уровня первого сценария будет $H = \sum_{n \in N} P^n / (|N| * P^1) = H_1 = 80,8\%$, где $|N| = 5$.

Рассмотрим разнообразие системы, которое можно измерить, например, введя меру разнообразия технологических способов системы, вошедших в оптимальное решение первого сценария, при этом, способы технологических групп будем рассматривать едино. Технологический способ характеризуется коэффициентами затрат материалов первого и второго типов. Определим меру разнообразия технологических способов как сумму мер разнообразия технологий по выпуску каждого из продуктов, которые в свою очередь определим как дисперсию коэффициентов выпуска. Технологии считаем равновероятными.

Таким образом, для системы, состоящей из способов x_4^1 , x_4^2 , x_5^2 , разнообразие по материалам первого типа будет:

$$R^S = \sum_{(i,j)} ((s_j^i - \sum_{(i,j)} (s_j^i / m))^2 / m) =$$

$$= ((0,80-0,80)2 + (0,70-0,80)2 + (0,90-0,80)2) / 3 = 0,0067, \text{ где } m=3 \text{ количество технологий. Аналогично по материалам второго типа:}$$

$$R^T = \sum_{(i,j)} ((t_j^i - \sum_{(i,j)} (t_j^i / m))^2 / m) = 0,0067. \text{ Общее разнообразие}$$

системы будет: $R = R^S + R^T = R_1 = 0,0133$.

Рассмотрим новую систему, разнообразие которой больше разнообразия «первой», назовем ее «второй». Пусть такая система включает в себя технологии x_2^1 ; x_4^1 ; x_4^2 ; x_2^2 ; x_5^2 и все они входят в оптимальное решение первого сценария в условиях «первой» модели, заметим, что в постановку «второй» модели для выполнения этого условия вводятся специальные ограниче-

ния, повышающие разнообразие системы. Все остальные условия соответствуют «первой» постановке.

Тогда для этой системы разнообразие по материалам первого типа будет:

$$R^S = \sum_{(i,j)} ((s_j^i - \sum_{(i,j)} (s_j^i / m))^2 / m) =$$

$$= ((0,40-0,62)^2 + (0,80-0,62)^2 + (0,30-0,62)^2 + (0,70-0,62)^2 + (0,90-0,62)^2) / 5 = (0,222 + 0,182 + 0,322 + 0,082 + 0,28) / 5 =$$

$$= (0,0484 + 0,0324 + 0,1024 + 0,0064 + 0,0784) / 5 = 0,0536, \text{ где } m=5.$$

Аналогично по материалам второго типа:

$$R^T = \sum_{(i,j)} ((t_j^i - \sum_{(i,j)} (t_j^i / m))^2 / m) = 0,0536. \text{ Общее разнообразие:}$$

$$R = R^S + R^T = R_2 = 0,1072.$$

Итак, $R_2 \geq R_1$ т. е. мера разнообразия «построенной» определенным образом «второй» системы больше, чем «первой» системы. Качественно это заключается в большем разнообразии управлений в системе, которое заключается в данном случае в возможности экономического маневрирования (посредством изменения интенсивности) по большему числу технологических способов, включенных в решение.

Покажем, что учет фактора разнообразия, в данном случае повышение разнообразия технологий, при построении системы повышает ее надежность. Для этого произведем вариантыные расчеты для «второй» системы по прежним сценариям, и определим показатель надежности. Структурная модель приведена в приложении Г, а решение модели в приложении Д.

В результате получим следующие значения переменных – таблица 7.

Таблица 7

Решения по сценариям, тонн					
сценарий	x_2^1	x_4^1	x_2^2	x_4^2	x_5^2
1	3000	5250	3250	3650	5600
2	2200	5250	1950	3650	5600
3	1400	5250	650	3650	5600
4	600	5250	0	3000	5600
5	0	5050	0	1700	5600

Значения целевой прибыли представлены в таблице 8.

Таблица 8

Прибыль производителя, у. е.					
сценарий	1	2	3	4	5
P^n	938050	885650	833250	760700	660800

В этом случае значение показателя надежности будет $H_2 = 86,9\%$, а это больше, чем по «первой» модели, заметим также, что прибыль по «первой» модели все-таки выше, чем по «второй».

Такой результат получен вследствие того что, в оптимальное решение «второй» постановки принудительно включаются технологические способы x_2^1 и x_2^2 с соответствующими интенсивностями, неоптимальные по критерию эффективности для обеих моделей, но более лучшие, с точки зрения потерь на единицу мощности, в результате изменения (в данном случае уменьшения) объемов спроса по сравнению с технологиями x_4^1 , x_4^2 и x_5^2 . Поэтому, проигрыш в эффективности (в прибыли) «второй» системы относительно «первой» компенсируется соответственно выигрышем в надежности.

Таким образом, введение в модель инновационных технологий, которые являются сравнительно неэффективными ввиду больших удельных затрат на их разработку и внедрение, позволяет в то же время повысить надежность системы за счет повышения разнообразия управляющих воздействий, с помощью которых можно реагировать на изменение условий внешней среды, выражающееся в данном случае в падении спроса на производимую продукцию.

3.2. Модель инновационного поведения экономических агентов

3.2.1. Качественная модель инновационного поведения экономического агента

Несмотря на то, что использование самих по себе отдельных энтропийных характеристик инновационной деятельности продуктивно для ее анализа и даже прогнозирования, все же для более широкого и полноценного использования этого понятия и методологии в экономических исследованиях необходима определенная адаптация.

Для этого субъект экономической деятельности (индивида, организацию, фирму или предприятие) надо представить в виде открытой самоорганизующейся системы, которая постоянно взаимодействует с окружающей ее внешней средой. При этом согласно второму закону термодинамики, любая система производит энтропию. В закрытых системах энтропия со временем достигает максимума, и развитие системы прекращается. Для самоорганизующихся систем это равносильно разрушению, поэтому они отводят энтропию во внешнюю среду, понижая ее уровень внутри себя и повышая во внешней среде. То есть фирма находится в состоянии неустойчивого динамического равновесия, которое поддерживается путем обмена информацией и энергией с внешней средой. Для субъекта экономической деятельности внутренней средой является его организационная структура, внешней средой является экономика, а регулирование уровня энтропии происходит за счет движения денежных средств, как универсального эквивалента всех благ, то есть и энергии, и материи и информации, которыми система обменивается с внешней средой.

Такое представление об экономическом агенте позволяет увязать процессы производства и отвода энтропии с процессами поступления и расходования денежных средств, и соответственно, с применяемой терминологией и методологией экономической науки.

Как уже отмечалось, согласно И. Пригожину в открытых системах производство энтропии имеет два источника – внут-

ренний и внешний. Производство внутренней энтропии вызывается естественными хаотическими процессами, протекающими внутри любой системы, и приводящими к снижению степени ее упорядоченности. Для организации это могут быть процессы физического износа основных средств, выражающиеся в снижении производительности оборудования, увеличение частоты аварий, несчастных случаев, процессы нарушения адекватности передачи информации из одного подразделения в другое, нарастание неэффективного расходования сырья, материалов вследствие халатности, появление подразделений – паразитов, неэффективно расходующих фонд оплаты труда и т. д. Соответственно, правомерно выделять внутренние (организационные) инновации, направленные на повышение упорядоченности именно во внутренней среде. В принципе, если организация не является экономическим агентом (предпринимателем), то для нее это единственный источник энтропии.

Источником внешней энтропии для экономических агентов является разнообразие возмущений внешней среды – поставок сырья, материалов, цен на них, цен на готовую продукцию, уровень спроса на готовую продукцию и т. д. Благодаря науке логистике большая часть этих возмущений может быть так или иначе сглажена. Однако всегда остается такой сильный источник возмущений, как научно-технический прогресс. Выражается он в моральном (функциональном) износе основных средств, нематериальных активов и производимой продукции (работ, услуг), что в свою очередь приводит к падению цен и объемов спроса на готовую продукцию. Причем производство внешней энтропии постоянно ускоряется вследствие ускорения научно-технического прогресса. Соответственно, исходя из этого, можно выделять внешне направленные инновации, к которым следует относить технологические и маркетинговые. При этом если технологические инновации действительно меняют структуру (технологию) организации, повышая ее упорядоченность, приспособленность к внешней среде, то маркетинговые не столько упорядочивают саму организацию, сколько меняют представление представителей внешней среды об организации и ее продукции.

Таким образом, инновации позволяют экономическим агентам бороться с моральным износом их продукции и тем самым снижать энтропию внешних воздействий (рис. 11).

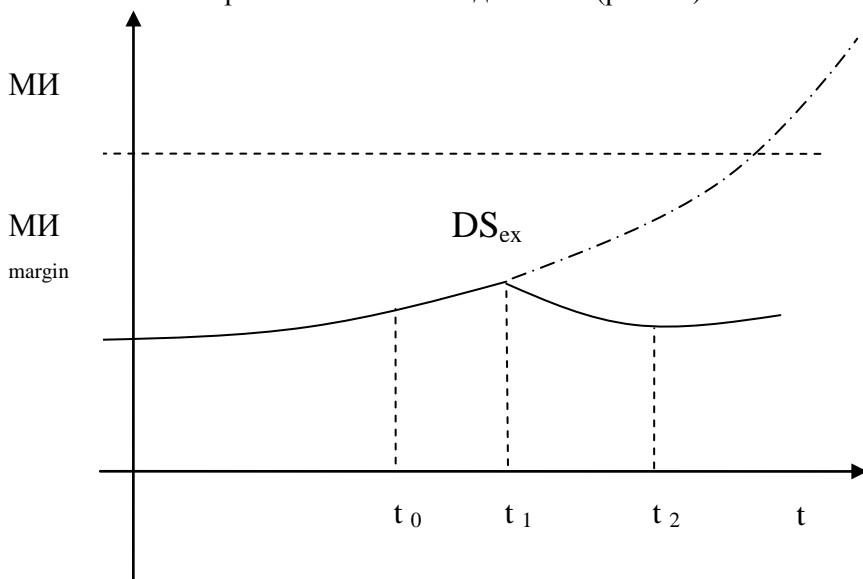


Рис. 11. Влияние инновационных мероприятий на динамику морального износа производимой продукции

Также использование показателей энтропии позволяет объяснить механизм распространения инноваций. Как мы уже указали выше, на осуществление инноваций предпринимателя толкает приближение к критическому уровню надежности. В результате внедрения инновации предприниматель получает интеллектуальную ренту, которая выражается в росте прибыли, доли рынка и т. д. Однако предприниматель действует не в вакууме, а в макроэкономической системе, в которой есть и другие экономические субъекты. Другие субъекты после удачного освоения инновации первым предпринимателем получают прирост внешней энтропии (моральный износ их продукции), который приводит к снижению доли рынка (так как он их потеснит), уровня рентабельности, то есть, в конечном итоге, суммы прибыли. Таким образом, одна из причин изменения общего уровня энтропии в макроэкономической

системе – это внедрение инновации одним из ее субъектов. То есть кто-то первый нарушает общее равновесие, что подталкивает и других тоже заняться внедрением инноваций у себя, причем как уже освоенных первым, так и каких-то других, в надежде получить интеллектуальную ренту. В результате, внедрение инновации одним экономическим субъектом ведет к волнообразному распространению разнообразия (энтропии) в экономике и вслед за этим волнообразному распространению инноваций по всей макроэкономической системе.

Таким образом, энтропия (а точнее, постоянный прирост внешней энтропии) оказывает стимулирующее воздействие на экономического агента, подталкивая его к инновационным преобразованиям. Однако, для того, чтобы принять решение о необходимости инновационных преобразований, экономический агент должен так или иначе оценить эффективность инновационного проекта. При этом наиболее распространенная методика оценки эффективности инвестиционных решений, основанная на расчете чистого дисконтированного дохода, никак не учитывает показатели энтропии, такие как разнообразие и связанная с ней экономическая надежность.

Методикой, которая учитывает надежность экономических систем, является методика учета альтернативы «Эффективность-надежность» [26] (рис. 12).



Рис. 12. Диаграмма «эффективность-надежность»

Несмотря на то, что данная методика позволяет сопоставить экономическую надежность с экономической эффективностью, в то же время она не лишена недостатков. Во-первых, показатели риска участвуют в данной методике дважды – как при расчете эффективности – в виде коэффициента дисконтирования, так и при расчете надежности – так как риск является противоположностью надежности. Во-вторых, показатели времени также участвуют в расчетах дважды, так как время служит основой при расчете экономической эффективности, так как денежный поток является функцией от времени, при расчете надежности время опосредованно влияет на степень риска, так как чем выше срок окупаемости, тем выше неопределенность будущего и связанные с этим риски. В третьих, данная методика не учитывает того, что влияние показателей инновационного проекта на эффективность и надежность сильно различаются в зависимости от того, на какой стадии он находится – на стадии разработки и внедрения или на стадии получения эффекта.

Для преодоления недостатков данной методики предлагаются параметры инновационного проекта разбить на две группы: входные, то есть на этапе разработки и внедрения проекта (инвестиций) и выходные, то есть на этапе получения прибыли (эффекта).

Данный подход является адаптацией к задачам данного исследования модели «Анализа среды функционирования», предложенной Г. Ю. Силкиной. «Модель Анализа среды функционирования описывается как задача нелинейной оптимизации, состоящая в максимизации эффективности функционирования экономического агента при условии, что аналогичные оценки эффективности деятельности других экономических агентов не превосходят установленных значений. Мерой эффективности (целевым функционалом) в этой задаче служит отношение взвешенной суммы выходных параметров к взвешенной сумме входных параметров (т. е. отношение результата к затратам)» [116, С. 335].

Помимо этого, предлагается параметры надежности и эффективности выразить в трехмерной системе координат t – время, p – риск (неопределенность), d – денежный поток (рис. 13). Таким образом, в предлагаемой системе координат пространства

S^+ и S^- – это положительный и отрицательный обобщенный эффекты от оцениваемого инновационного проекта. Объем пространства и есть размер эффекта. Для правильного определения эффектов необходимо, чтобы единицы измерения по всем осям были стандартизированы, то есть выражены в пределе от 0 до 1. Примем следующие единицы измерения: по оси T – соотношение срока реализации проекта к запасу времени инноватора (либо к горизонту прогнозирования, если он короче), по оси p – вероятность дохода и затрат (риск превышения капитальных затрат и риск неудачного исхода проекта), по оси d – доля капитальных затрат или прибыли от инновационного проекта в совокупной годовой прибыли (чистом доходе) экономического агента до начала осуществления проекта.

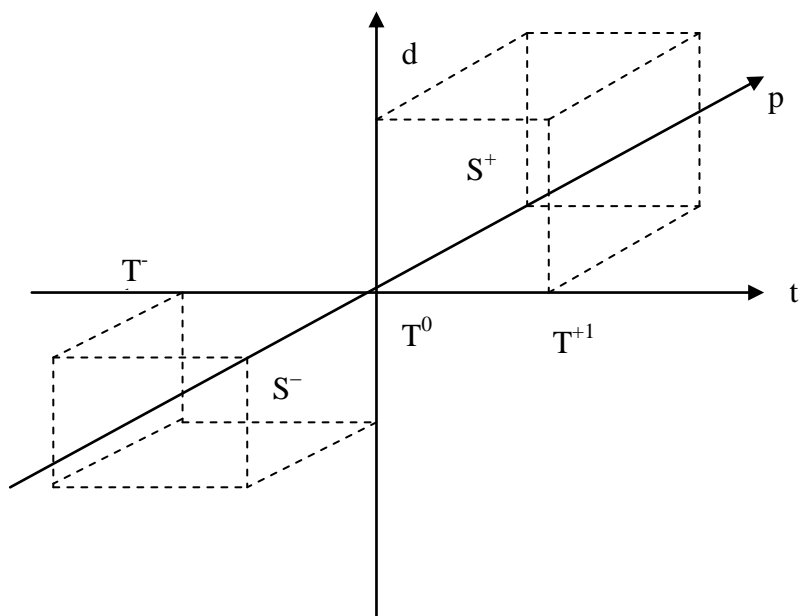


Рис. 13. Графическое выражение комплексной эффективности инновационного решения

В сумме эти три фактора практически полностью определяют ожидаемый комплексный эффект от инноваций (хотя могут быть и другие факторы, о них ниже). Например, инновационный проект требует на его реализацию 2 года при запасе времени 3 года (соотношение 0,67), доля капитальных затрат на проект в ежегодной прибыли составляет 0,15, с вероятностью превышения 0,2 (т. к. риск на данном этапе состоит в превышении затрат над запланированными, то показатель риска составит 1,2). В результате реализации ожидается прибыль в течение 3 лет (соотношение с запасом времени 1,0) с долей в доходе 0,25 и с вероятностью провала 0,4. Объем пространства $S^+ = 0,15$, а пространства $S^- = 0,1206$. Разница 0,0294 и есть комплексный выигрыш от данного инновационного проекта. То есть:

$$\Delta S = S^+ - S^-, \quad (48)$$

при этом:

$$S^- = \frac{T_B}{T_3} * \frac{D_{K3}}{D_{\Gamma}} * (1 + P_{K3}), \quad (49)$$

$$S^+ = \frac{T_{\text{Э}}}{T_3} * \frac{D_{\Pi}}{D_{\Gamma}} * (1 - P_{\Pi}), \quad (50)$$

где T_B – время, необходимое для внедрения инновации, лет;

T_3 – запас времени в соответствии с прогнозом уровня морального износа, лет;

$T_{\text{Э}}$ – время получения эффекта от инновации, лет;

D_{K3} – ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения, ден. ед.;

D_{Γ} – ежегодная суммарная прибыль экономического агента до внедрения инновации, ден. ед.;

D_{Π} – ежегодная дополнительная прибыль от осуществления инновации, ден. ед.;

P_{K3} – оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными;

P_{Π} – оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной прибыли от внедренной инновации.

Данная модель обладает определенной практической значимостью, например, позволяет рассчитать комплексный выигрыш инновационных проектов и сравнивать их по этому показателю.

телю. Однако при рассмотрении успешности инновационного поведения фирм к трем вышеназванным факторам логично добавить еще три: научный фактор (*способность к инновациям*), когнитивный (ментальный) фактор (*готовность к инновациям*), и институциональный фактор (*развитость институтов*), расширив, таким образом, модель до шестифакторной.

Попробуем изложить наше понимание **способности к инновациям**. Любая фирма, находящаяся на рынке может выбрать для себя одну из стратегий поведения: подлинные инновации или имитацию. В первом случае фирма собственными силами проводит НИОКР, а во втором – копирует наиболее успешные нововведения конкурентов.

Выделим особенности каждой из стратегий. Если фирма выбирает стратегию собственных разработок, то ключевым параметром, который определяет успешность инновационного процесса, является научный потенциал фирмы. Его следует рассматривать с таких позиций:

- 1) наличие аналогичных успешных разработок;
- 2) научно-техническая база организации;
- 3) доступность информации по тематике научного исследования.

В случае если фирма идет по пути трансфера (имитации) технологий, то наиболее важным параметром, от которого будет зависеть успешность инноваций, на наш взгляд, является распространенность данной инновации среди конкурентов. Имеет место следующая зависимость: чем более распространено новшество, тем ниже его прибыльность. При этом если данное новшество внедрило уже более 50 % конкурентов, то, внедряя его, предприятие идет не по инновационному пути, а по догоняющему.

Готовность к инновациям, или когнитивный фактор, на наш взгляд, должен содержать как минимум 2 элемента:

- 1) готовность внутренней среды фирмы;
- 2) готовность микросреды предприятия.

Попытаемся пояснить элементы «готовности к инновациям» и их составляющие.

Под готовностью внутренней среды фирмы мы понимаем группу факторов, которые определяют возможности самой ор-

ганизации по внедрению инноваций. Составляющими данной группы являются:

1. Организационная структура фирмы. Ее гибкость положительно влияет на энтропию фирмы, а жесткость, напротив – понижает инновационную активность внутри фирмы.

2. Доля инновационно-активных работников среди персонала. Эти люди способны увидеть научно-техническую возможность и потребность, склонны содействовать инновациям, а также способны убедить других в их необходимости.

3. Система стимулирования сотрудников к инновационной деятельности. Она должна включать материальное и моральное поощрение в виде премий, грамот и возможности продвинуться по службе.

4. Использование проектной формы работы в деятельности предприятия – это важная составляющая инновационной активности внутри предприятия, поскольку, благодаря ей удается создать коллектив единомышленников, которыми, во-первых, движет одна идея; а во-вторых, создается команда людей из различных сфер деятельности.

5. Использование информационных систем. Данная составляющая действует не прямо, а только косвенно. Ее влияние заключается в ускорении процессов принятия решений, что, пожалуй, создает положительный эффект.

Готовность микросреды предприятия – эта группа включает в себя факторы, которые определяют влияние на фирму ее ближайшего окружения: клиенты (потребители), поставщики, смежники, посредники.

Пояснить, что такое готовность конечных потребителей, пожалуй, не стоит, т. к. этому было посвящено достаточно много исследований. Стоит лишь отметить, что конечные потребители, формирующие конечный спрос на новшества, определяют успех инноваций.

Среди факторов, которые влияют на готовность конечных потребителей, внимания заслуживают следующие: уровень образования, менталитет, религиозность, возраст, влияние моды. Положительно влияет доля потребителей с высшим образованием, отрицательно влияют большие различия в менталитете, высокая религиозность, преобладание людей старшего возраста

среди потребителей. Влияние фактора моды стихийно. Оно временами может стимулировать использование инновационных товаров, а порой напротив – формировать спрос на традиционные товары (предметы старины, антиквариат и проч.)

На наш взгляд, монополизм посредников и поставщиков влияет на конкурентоспособность предприятия, а не на его инновационную активность. То есть возможна ситуация, когда поставщики обладают монопольными преимуществами, но при этом инновационно активны и стимулируют предприятие к внедрению различных новшеств. Иными словами, монополизм и инновационная активность контрагента, в свою очередь, также могут как положительно, так и отрицательно влиять на энтропию предприятия.

Относительно поставщиков и смежников предприятия можно сказать еще следующее. Чем теснее привязаны поставщики и смежники к какой-либо конкретной технологии, чем крепче они связаны специализацией и кооперацией, тем сложнее одной фирме «вылезти» из производственного контура, чтобы внедрить инновации. И наоборот, внедрение инноваций одним из смежников приводит к лавинообразному распространению сопутствующих инноваций по всей технологической цепочке.

Аналогично можно описать влияние посредников, которые могут как способствовать инновациям, так и мешать их распространению.

Институциональный фактор – это развитость национальной инновационной среды. Сюда можно отнести:

- степень развитости законодательства, как прямо относящегося к инновациям, так и косвенно стимулирующего, например, налоговое законодательство;
- развитая патентная система и система защиты авторских прав;
- наличие механизмов венчурного финансирования;
- наличие механизмов коммерциализации научных результатов;
- финансирование научной деятельности НИИ, ВУЗов.

Однако для включения дополнительных факторов в комплексную модель эффективности инноваций недостаточно выявить направление влияния фактора на уровень энтропии – по-

ложительное (снижение) или отрицательное (повышение); необходимо соблюсти еще два условия:

- измеримость степени влияния фактора, т. е. выразимость в определенных единицах измерения;
- сопоставимость влияния фактора, т. к. в вышеописанной модели все факторы стандартизированы, т. е. выражены в интервале от 0 до 1.

Таблица 9

**Факторы, влияющие на эффективность
(успешность) инноваций**

Наименование фактора	Показатели измерения	Сопоставление (что может служить масштабом)
Научный фактор		
Наличие аналогичных успешных разработок	Количество успешных разработок	Средние показатели по отрасли
Научно-техническая база	Стоимость, качество и степень морального износа оборудования	Средние показатели по отрасли
Доступность информации по тематике научного исследования	Количество и качество доступных источников информации	Средние показатели в данной сфере науки
Распространенность данной инновации	Количество конкурентов, применяющих данную технологию	Доля рынка, занимаемая товарами, производимыми по данной технологии
Когнитивный фактор		
Гибкость организационной структуры фирмы	Частота изменений организационной структуры, доля матричных и дивизиональных подразделений	Средние показатели по отрасли
Качество персонала	Доля инновационно активных работников в общей численности	Доля таких работников в наиболее эффективных организациях отрасли
Система стимулирования	Разница в количестве рационализаторских/инновационных	Средние показатели по отрасли

	предложений до и после использования системы стимулирования	
Проектная форма	Доля работ, ведущихся проектным способом	Средние показатели по отрасли
Использование информационных систем	Отношение объема информации, которая проходит через информационную систему ко всему объему информации, обращающейся на предприятии	Средние показатели по отрасли
Клиенты (потребители)	Демографические показатели	Средние показатели по отрасли
Поставщики / смежники	Доля поставщиков/смежников, внедряющих инновации	Средние показатели по отрасли
Институциональный фактор		
Степень развитости законодательства	Количество и качество законодательных актов, регулирующих инновационную активность	Показатели лучших инновационно активных стран
Развитая патентная система и система защиты авторских прав	Частота нарушений авторских прав, суммы выплат по роялти и судебным искам	Показатели лучших инновационно активных стран
Наличие механизмов венчурного финансирования	Доля финансово подержанных инновационных проектов	Показатели лучших инновационно активных стран
Наличие механизмов коммерциализации научных результатов	Доля используемых патентов и лицензий	Показатели лучших инновационно активных стран
Финансирование научной деятельности НИИ, ВУЗов	Доля доходов от НИ-ОКР в общей сумме доходов НИИ и ВУЗов	Показатели лучших инновационно активных стран

3.2.2. Математическая постановка задачи моделирования на базе показателя комплексного выигрыша

Взяв за основу оценку экономическим агентом показателя комплексного выигрыша от инновационных проектов, весь процесс инновационного поведения можно разделить на несколько этапов:

- 1 – принятие решения о необходимости инноваций;
- 2 – принятие решения о масштабе инноваций (собственные НИОКР или имитация);
- 3 – выбор наиболее оптимального из вариантов инновационных проектов;
- 4 – управление реализуемыми инновационными проектами (решение о продолжении или прекращении проекта).

Первый этап. Решение о необходимости инновационных преобразований принимается исходя из прогнозируемого развития экономического агента в будущем. При этом экономический агент учитывает прирост разнообразия, вызванный научно-техническим прогрессом, т. к. уровень внутренней энтропии можно снизить банальными инвестициями, не требующими инновационных преобразований. Если экономический агент предвидит, что в скором будущем моральный износ продукции превысит критический уровень (рентабельность или доля рынка упадет до нуля), он решает, что нужны инновационные преобразования.

Второй этап. Решение о масштабе инноваций принимается под влиянием трех основных факторов, влияющих на комплексный выигрыш: ожидаемые поступления или расходование денежных средств, вероятность (риск) как капитальных затрат так и прибыли, время реализации (внедрения) инновационного проекта и получения положительного эффекта. Также здесь следует учитывать поправку на восприятие экономическим агентом риска в зависимости от местоположения на кривой морального износа и в зависимости от инвестиционной политики собственников и менеджмента. Кроме того, для повышения репрезентативности модели следует учитывать и дополнительные факторы: научный, когнитивный и институциональный.

Третий этап. Выбор из большого числа альтернативных инновационных проектов может осуществляться на основе показателя комплексного выигрыша. При принятии решения об инновационных преобразованиях перед инноватором может возникнуть проблема выбора инновационного решения из достаточно большого числа альтернативных проектов. Также один и тот же проект может предполагать различные варианты его реализации благодаря взаимозаменяемости факторов инновационного проекта. Конечно, функции взаимного влияния факторов являются весьма сложными и, скорее всего, нелинейными, однако выявление их является предметом самостоятельного исследования. Пока же на практике может быть применен экспертный метод определения взаимозависимости между факторами.

Четвертый этап. Управление принятыми к реализации инновационными проектами также осуществляется с учетом последствий для надежности системы. При этом, по мере осуществления проекта, при приближении к моменту получения положительного эффекта от инновации, ожидаемые показатели комплексного выигрыша преобразуются в реализованные: действительный срок внедрения, действительные капитальные затраты (которые есть ожидаемые затраты с реализованным риском превышения). Также видоизменяются ожидаемая дополнительная прибыль, срок ее получения и вероятность. Все это заставляет инноватора пересмотреть обобщенный выигрыш и на основе этого принять решение, либо о продолжении инновационных преобразований, либо об отказе от дальнейшего осуществления проекта с заменой на альтернативный проект или без замены. Фактором, побуждающим к отказу от проекта с сомнительными перспективами, является запас экономической надежности, который определяется текущей рентабельностью, долей рынка и получаемой в результате этого прибылью, а также имеющимся запасом времени. Также отказаться от осуществления проекта могут заставить внешние факторы, под влиянием которых уровень неопределенности будущего экономического агента резко повысится – например, мировой экономический кризис.

Однако здесь могут подключиться дополнительные факторы комплексного выигрыша – научно-технический эффект от продолжения неудавшихся НИОКР, легкость переключения с одной инновационной альтернативы на другую, влияние отказа от проекта на имидж организации и др., которые могут перевесить чашу весов в пользу продолжения проекта.

При этом новые и продолжающиеся проекты являются конкурирующими за ресурсы, поэтому модель становится динамической, то есть для каждого планируемого периода она должна решаться отдельно с учетом уже осуществляемых проектов и тех, которые могут быть приняты к внедрению.

Задача оптимизации выбора инновационного проекта (неважно на каком этапе) из всей совокупности имеющихся альтернатив может быть сведена к двухстадийной максимизации обобщенного выигрыша:

$$1. \Delta S_i = \max (S_i^+ - S_i^-), \quad (51)$$

$$2. I_{opt} = \max \Delta S_i, \quad (52)$$

при условии $S_i^- < S_{запас}$

где $S_{запас}$ – запас прочности системы, он равен разнице между текущим уровнем экономической надежности и критическим, при котором наступит разрушение системы (банкротство экономического агента).

В качестве примера решена числовая задача оптимизации инновационного портфеля для фирмы – резидента технопарка – на базе следующих исходных данных (таблица 10).

Кроме того, в модели учтены нелинейные зависимости между факторами, для простоты предположим, что зависимость для всех проектов одинаковая и выражается в двух аспектах:

- в сокращении времени на реализацию проекта на 5 % при увеличении капитальных затрат на 10 %;
- в увеличении вероятности получения дополнительной прибыли (успешности проекта) на 10 % при увеличении капитальных затрат на 10 %.

Таблица 10

Исходные данные числовой модели двухстадийной максимизации комплексного выигрыша

Показатели	Номер проекта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время, необходимое для внедрения инновации, лет	2	3	2,5	3,5	2	4	1,5	2	2,5	1
Запас времени в соответствии с прогнозом морального износа, лет	7									
Время получения эффекта от инновации, лет	3	3	3,5	5	4	5	3	2,5	4	2
Ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения, млн. р.	7,5	7,3	12,0	11,4	12,5	3,0	11,3	9,5	8,4	3,0
Ежегодная суммарная прибыль экономического агента до внедрения инновации, млн. р.	30									
Ежегодная дополнительная прибыль от осуществления инновации, млн. р.	18,0	12,3	37,0	48,0	18,0	7,2	19,0	16,0	25,0	7,5
Оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными	0,1	0,15	0,2	0,25	0,15	0,2	0,25	0,2	0,1	0,15
Оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной	0,7	0,65	0,6	0,75	0,55	0,6	0,3	0,4	0,35	0,25

прибыли от внедренной инновации										
Текущие затраты, млн. р.	2,5	5	7,5	10	2,5	2	1,5	1	0,5	1
Потребность в исследователях, чел.	3	5	2	4	2	3	4	2	5	1

На первом этапе для каждого проекта проводится оптимизацию размера капитальных затрат с целью ускорения проектов и увеличения вероятности успеха. Структурная модель приведена в приложении Е. Результаты расчета для проекта № 1 в приложении Ж. Результаты первой стадии оптимизации обобщенного выигрыша приведены в таблице 11.

Для проектов № 2, 3, 5, 7, 8, 9 и 10 нет необходимости увеличивать капитальные затраты, так как это не приводит к увеличению комплексного выигрыша.

Таблица 11
Результаты первой стадии оптимизации обобщенного выигрыша

Параметр	Номер проекта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прирост капитальных затрат, млн. р.	7,5	0	0	6,530612	0	1,5	0	0	0	0
Сокращение времени на реализацию проекта, лет	1,0	0	0	1,0	0	1,0	0	0	0	0
Сокращение риска	0,093333	0	0	0,065625	0	0,2	0	0	0	0

Структурная модель второй стадии оптимизации комплексного выигрыша приведена в приложении И. Результаты решения приведены в приложении К. Согласно результатам решения фирме следует реализовывать проекты под номерами 6, 7, 9 и 10. При этом на реализацию проектов ежегодно потребуется 27,2 млн. р., а суммарный NPV от реализации этих проектов составит 155 млн. рублей. Для сравнения, при решении задачи на максимум NPV в инвестиционный портфель включаются проекты № 4, 9 и 10, а суммарный ожидаемый NPV от реали-

зации этих проектов составляет 291 млн. рублей. То есть, применяя стандартную модель оптимизации инновационного портфеля, фирма отказалась бы от реализации проектов № 6 и 7 в пользу проекта № 4, т. к. в стандартной методике денежный фактор является преобладающим. Таким образом, модель двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша позволяет в равной степени учесть все факторы, влияющие на успешность развития фирмы.

3.2.3. Имитационное моделирование инновационного поведения экономических агентов

Имитационное моделирование реализуется посредством набора математических инструментальных средств, специальных компьютерных программ и приемов, позволяющих с помощью компьютера провести целенаправленное моделирование в режиме «имитации» структуры и функций сложного процесса и оптимизацию некоторых его параметров. Набор программных средств и приемов моделирования определяет специфику системы моделирования – специального программного обеспечения.

В отличие от других видов и способов математического моделирования с применением ЭВМ имитационное моделирование имеет свою специфику: запуск в компьютере взаимодействующих вычислительных процессов, которые являются по своим временным параметрам – с точностью до масштабов времени и пространства – аналогами исследуемых процессов.

В основе большинства имитационных моделей лежит метод Монте-Карло. В основе вычислений по методу Монте-Карло лежит случайный выбор чисел из заданного вероятностного распределения. При практических вычислениях эти числа берут из таблиц или получают путем некоторых операций, результатами которых являются псевдослучайные числа с теми же свойствами, что и числа, получаемые путем случайной выборки.

Применение метода Монте-Карло может дать существенный эффект при моделировании развития процессов, натурное наблюдение которых нежелательно или невозможно, а другие математические методы применительно к этим процессам либо не разработаны, либо неприемлемы из-за многочисленных ого-

ворок и допущений, которые могут привести к серьезным погрешностям или неправильным выводам. Инновационные процессы в большинстве случаев относятся именно к таким [34].

В данной работе имитационное моделирование осуществлено в среде **AnyLogic** – программном средстве для имитационного моделирования бизнес-процессов, разработанном российской компанией «Экс Джей Текнолоджис» (англ. *XJ Technologies*). Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать Java для разработки моделей.

Реализация модели приведена в приложении Л.

На данный момент реализовано несколько экспериментов, которые позволяют судить о возможностях и пределах применения модели:

1. Сравнение эффективности отбора инновационных проектов по предложенной формуле максимизации энтропийного выигрыша. Для сравнения проводилась имитация отбора по стандартной формуле, применяемой для отбора инновационных проектов, основанной на максимизации чистого дисконтированного дохода:

$$I = \max (NPV_i), \quad (53)$$

при условии $NPV_i > 0$,

$$NPV = -\sum_t \frac{m1_t}{\left(1 + \frac{p2}{t1 + t2}\right)^t} + \sum_t \frac{m2_t}{\left(1 + \frac{p2}{t1 + t2}\right)^t}, \quad (54)$$

По результатам имитации получается, что в целом отбор проектов по энтропийному выигрышу позволяет фирме быстрее наращивать капитал, однако различие не критическое (рис. 14).

На первоначальном этапе фирмы отбирают практически одни и те же инновационные проекты, но в дальнейшем начинаются отличия, которые на темпы прироста капитала влияют незначительно. То есть требуется проведение дальнейших экспериментов с усложнением процедуры внедрения инновационных проектов фирмой, например, введение элемента случайности в результаты внедрения проекта – то есть дополнительная генерация размера дополнительной прибыли после завершения

этапа внедрения. Так же допустимо введение в модель возможности одновременной реализации нескольких проектов и элемента конкуренции инноваций за имеющиеся ресурсы (причем некоторые проекты, которые не совсем удачные, должны завершаться раньше срока).

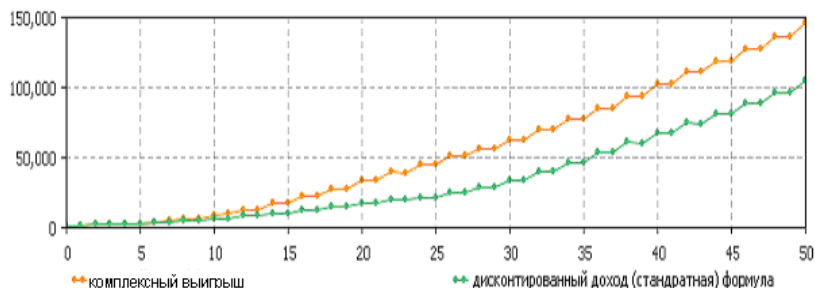


Рис. 14. Результаты имитации отбора инновационных проектов по стандартной и предлагаемой методике

2. Сравнение эффективности отбора инновационных проектов фирмой-инноватором и фирмой-имитатором. Для этого создан дополнительный банк инноваций, в который помещаются проекты, которые уже реализованы фирмой-инноватором. При этом все показатели этих инновационных проектов значительно ниже, чем у абсолютно новых (в несколько раз). Результаты имитации приведены на рисунке 15.

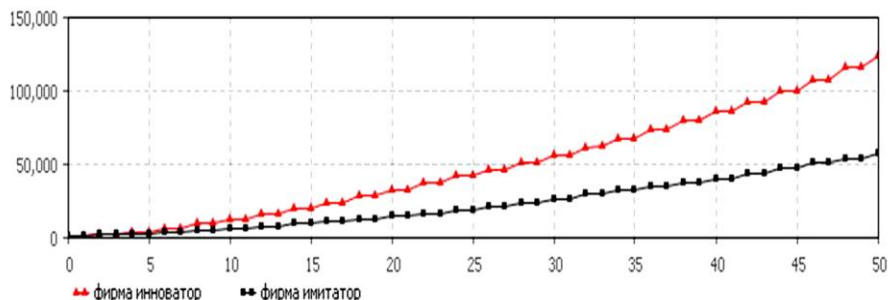


Рис. 15. Результаты моделирования конкуренции фирмы-инноватора и имитатора

На первоначальном этапе фирма-имитатор отстает, однако в некоторых случаях может постепенно догонять инноватора. Это согласуется с результатами экспериментов, проведенных Нельсоном и Уинтером [91], а также согласуется с данными практики, показывающей быстрое сокращение отставания азиатских фирм от европейских и американских.

3. Изучение влияния первоначальных показателей на инновационную активность фирм. Для этого создано 3 фирмы: мелкая, средняя и крупная. Результаты имитации приведены на рис. 16.

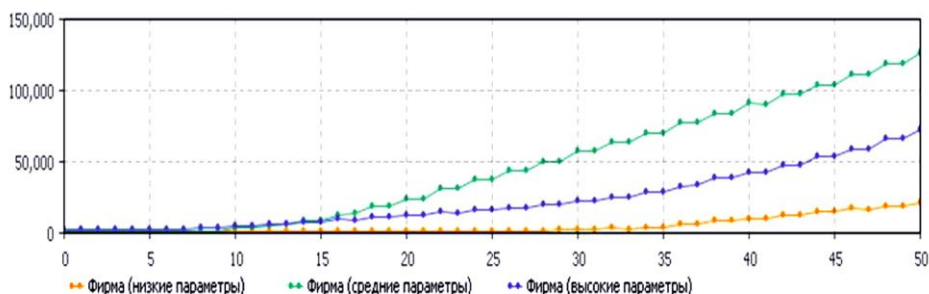


Рис. 16. Результаты моделирования конкуренции фирм разного первоначального размера

Результаты моделирования оказались предсказуемыми: чем крупнее фирма, тем быстрее она наращивает свой капитал, причем мелкая фирма часто вынуждена отказываться от реализации инновационных проектов. Однако в некоторых случаях, как показано на рис. 5, средняя фирма может обогнать крупную в долгосрочной перспективе. Поэтому необходима новая серия экспериментов, в которой нужно учесть возможности по стимулированию инновационной активности мелких фирм (инновационная инфраструктура), а также добавить возможность выбора фирмами проектов, которые дают стабильный доход при низком уровне риска (то есть обычных, не инновационных).

Таким образом, результаты моделирования уже на этом этапе позволяют утверждать, что разработанная имитационная модель инновационного поведения фирм обладает значительным потенциалом по объяснению особенностей инновационно-

го поведения фирм, а также по его прогнозированию. Модель достаточно адекватно отображает реальное поведение инновационных фирм, а также позволяет оценить влияние на инновационное поведения тех или иных факторов, в том числе степень развитости элементов инновационной инфраструктуры и эффективность мер государственного регулирования инновационной активности фирм.

В дальнейшем планируется реализовать:

1) простейшую модель конкуренции – две фирмы без возможности входа новых фирм;

2) более сложную модель конкуренции – несколько фирм, возможность входа;

3) изучение влияния институтов на инновационное поведение фирм – наличие кредита, патентной защиты, государственных НИОКР, венчурного капитала, технопарков.

3.3. Прогнозирование инновационного развития отрасли как Марковского процесса

Основоположники эволюционной теории экономических изменений Р. Нельсон и С. Уинтер прямо указывали на то, что вербальное описание экономической эволюции находит свое математическое выражение в описании Марковского процесса. «Ситуация в отрасли в каждый период несет в себе зачатки ситуации в ней в следующий период... Таким образом, то, что на самом деле определяет ситуация в отрасли в данный период, – это распределение ее вероятности в этой отрасли в следующий период. Если добавить важное условие, что ситуация в отрасли в периоды, предшествовавшие периоду t , не оказывает влияния на переходные вероятности между t и $t+1$, то это будет точно означать, что изменение во времени ситуации в отрасли, или ее состояния, является Марковским процессом» [91, С. 42]. Похожая точка зрения излагается В. Б. Зангом в его синергетической экономике. Источником хаоса в экономической системе является множество взаимно противоречивых действий экономических агентов. Особенно это имеет отношение к научно-техническому прогрессу и инновациям, которые имеют два источника хаоса: с одной стороны научные открытия и изобретения, с другой стороны – потребительские предпочтения и мода.

Казалось бы, спрогнозировать развитие инноваций в отрасли при такой высокой степени хаотичности практически невозможно. Однако, согласно последним достижениям математики, в развитии хаоса выделены свои закономерности, в частности, можно выделить как минимум два способа развития хаотической системы – это аттрактор и бифуркация (катастрофа). Когда система находится на аттракторе, она хоть и совершает частые колебания, но все-таки движется в определенном направлении. В точке же бифуркации развитие системы может резко измениться под влиянием очень незначительных случайных воздействий, в результате которых развитие может пойти совсем по другому аттрактору. В соответствии с этим можно выделить два типа инноваций: поддерживающие, которые позволяют системе двигаться по аттрактору, и подрывные, которые создают предпосылки для бифуркаций и катастроф. Конечно, предпосылки для бифуркаций могут возникнуть и не только в сфере инноваций, однако в современном мире инновационный источник все-таки преобладает.

Как же можно использовать вышеизложенные достижения теории для предсказания отраслевых изменений? Для этого необходимо ввести такое понятие как «инновационная семантика». В свое время теоретические исследования Марковских процессов базировались на исследовании законов развития языка, т. е. семантики. Сегодня мы можем снова обратиться к этой сфере, но уже для объяснения и понимания сути инновационного развития как Марковского процесса. Для этого необходимо ввести специальные обозначения для каждого из состояний отрасли в связи с происходящими инновационными процессами. Сама отрасль может характеризоваться такими состояниями, как монополистическая конкуренция, олигополия, совершенная конкуренция и т. д. Инновации в отрасли могут характеризоваться такими состояниями, как инновационная инертность, поддерживающие инновации у лидеров, подрывные инновации у новичков, поддерживающие инновации у новичков и т. д. Соответственно, в каждый конкретный момент времени любая отрасль может быть описана в терминах инновационной конкуренции, например:

символ А – отрасль с олигополией и инновационной инертностью участников;

символ В – отрасль с монополистической конкуренцией, в которой лидер осуществляет поддерживающие инновации, а один из новичков обладает подрывной инновацией и т. д.

Таким образом, изучив все реальные и потенциальные состояния инновационной конкуренции в отрасли, можно создать исчерпывающий язык инновационной семантики, в котором каждый знак будет обозначать одно из возможных состояний.

После создания такого языка процедура предсказания отраслевых изменений значительно формализуется. Для этого необходимо изучить предысторию развития инноваций во всех отраслях экономики, начиная со стадии зарождения и заканчивая стадией вытеснения (отмирания), и построить сетевую модель развития инноваций в условной отрасли, которая отражала бы все потенциальные пути развития (рис. 17).

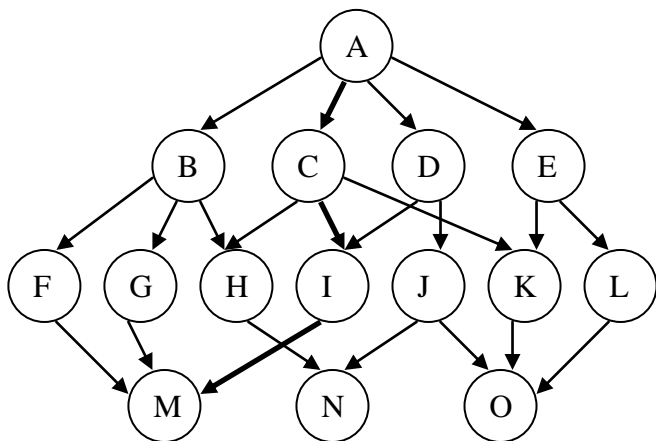


Рис. 17. Сетевая модель инновационного развития отрасли

В том случае, если все пути развития отрасли являются равновероятными, энтропия системы является максимальной. Для упрощения допустим, что на каждом этапе развития у рынка может быть 4 возможных состояния, и все они равновероятны, тогда энтропия системы на каждом этапе

составит $H(N) = - \sum_{i=1}^N 1/N \log_2 1/N = \log_2 N = \log_2 4 = 2$, а

суммарная энтропия $H_{\text{сумм}} = 2^3 = 8$.

Допустим, мы выяснили, что одно из возможных состояний рынка является преобладающим ($p = 0,7$), а остальные менее вероятны ($p = 0,1$). В этом случае энтропия на каждом из этапов развития рынка составит $H = - (0,7 \cdot \log_2 0,7 + 3 \cdot 0,1 \cdot \log_2 0,1) = 1,35678$, а суммарная энтропия составит 2,497629, то есть развитие системы по преобладающему пути выгоднее с энтропийной точки зрения.

Задача состоит в том, чтобы выявить наиболее часто встречающиеся последовательности символов инновационной семантики; так сказать, «слова» инновационного «языка». На вышеприведенной схеме это последовательность символов А-С-I-M, соответствующие направления перехода выделены стрелками с большей толщиной. При этом, определенная путем анализа достаточно большого объема статистики инновационного развития, эмпирическая вероятность такой последовательности символов будет в разы превышать теоретически возможную, рассчитанную исходя из равновероятных будущих состояний. Автор исходит из гипотезы, что такое отклонение эмпирической вероятности от расчетной вызывается преимущественным развитием системы по пути наименьшего сопротивления, когда отрасль, как открытая динамическая система, каждый раз переходит в то из равновероятных будущих состояний, которое обеспечивает наименьшую совокупную энтропию составляющих ее элементов: производителей-новаторов, производителей-имитаторов, разных групп потребителей, производителей-смежников и др. При этом, однако, не следует игнорировать роль экономических институтов как триггеров, способствующих переходу на какой-то один из вероятных путей развития. Эту функцию они выполняют благодаря своей способности отводить энтропию системы в среды более высокого порядка: экономику в целом, социум или государство и т. д. То есть при отсутствии институтов переход на такой путь развития отрасли не состоялся бы, т. к. с точки зрения энтропии системы он был бы неоптимальным.

Эмпирически полученные слова-последовательности символов, скорее всего, будут начинаться с ограниченного набора

символов инновационной семантики. Также и заканчиваться они, скорее всего, будут одним или небольшим набором символов. Таким образом, прогнозирование следующей стадии инновационного развития можно будет осуществить, изучив предысторию развития конкретной инновации в конкретной отрасли, выразив ее в вышеуказанных символах, составив последовательность этих символов и сопоставив с имеющимися «словами» в инновационной семантике. При совпадении последовательности символов с началом «слова» можно будет с определенной вероятностью утверждать о том, какие символы, т. е. состояния инноваций в отрасли, являются наиболее вероятными в будущем. Приблизительно также человек, увидев начало слова обычного языка, может додуматься, догадаться о том, какое это слово в целом. Допустим, имеются часто встречающиеся сочетания A-E-I-L-T-Z и A-E-K-M-U-Z, а анализ показывает, что отрасль уже прошла состояния A-E-I, значит, развитие отрасли пошло по первому аттрактору, и следующее состояние с определенной долей вероятности будет L. Также, если последовательность символов окажется совпадающей со «словом» на 80–90 %, это будет сигнализировать о том, что развитие инноваций в отрасли по аттрактору скоро закончится и следует ожидать бифуркации или катастрофы.

Такой подход к прогнозированию инновационных изменений в отрасли позволит как отдельным фирмам, так и государству оптимизировать издержки на НИОКР и трансфер инноваций. Конечно, данный подход не является идеальным, для его применения требуется проведение огромной, кропотливой работы по составлению набора символов и «слов» инновационной семантики, хотя бурное развитие инноваций в последние годы уже позволяет приступить к созданию такого «языка». Также у каждого метода есть границы применимости, в частности, вполне вероятно, что начала у некоторых «слов» окажутся совпадающими. Кроме того, нельзя конечно исключить вероятность появления нового «слова», однако, достаточно длительные исследования позволят со временем составить определенные правила составления «слов», а значит, предсказать возможные варианты сочетания символов. Поэтому, даже если развитие инноваций в отрасли пойдет по другому пути, фирма или государству будут уже представлять возможные пути развития и соответственно готовы к этому.

Будущие возможные состояния инноваций в отрасли могут быть выявлены с помощью экономико-математического моделирования развития отрасли. Как уже отмечалось, инновационное развитие отрасли хорошо описывается сетевой моделью, а для решения подобных моделей имеется развитый математический аппарат. Критерием оптимальности здесь будет служить минимум энтропии всех участников рынка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенное, следует остановиться на следующих моментах. В современных теоретических концепциях мало внимания уделяется такому важному аспекту деятельности экономических систем, как инновационное поведение. Отдельные аспекты этого типа поведения экономических субъектов исследуются в рамках институционального и эволюционного подходов, достаточно детально освещены проблемы совершенствования и оптимизации инновационного поведения в практических рекомендациях, однако отсутствует комплексное представление инновационного человека, а также предпосылок и факторов инновационного поведения экономических систем. В основу такого комплексного представления должны лечь понятийный аппарат и концепции синергетики. В соответствии с этим *инновационное поведение экономических акторов* можно обозначить как совокупность реакций актора на постоянные хаотические изменения внешней среды, суть которых заключается в том, что в условиях недостатка информации и высокой неопределенности результатов он, вместо того чтобы пытаться понять ситуацию путем получения дополнительной информации или упрощения (сокращения) своей деятельности, пытается преодолеть возникающие проблемы за счет систематического (рутинизированного) инициирования, разработки и внедрения нововведений (инноваций). То есть на усложнение окружающей среды отвечает еще большей сложностью собственной структуры и деятельности.

Методология моделирования инновационного поведения экономических систем может быть разбита на 2 класса – моделирование экономического роста (макроуровень) и моделирование инновационной деятельности экономических субъектов (микроуровень). Для каждого из этих уровней имеются качественные модели и экономико-математический аппарат, однако существует проблема отсутствия взаимосвязи между уровнями. Единственным исключением являются модели Р. Нельсона и С. Уинтера, в которых показатели макроуровня выводятся из инновационного поведения отдельных фирм. Для облегчения взаимоувязывания моделей разного уровня следует выделять не

два, а пять уровней объектов экономики: микроэкономика, низэкономика или экономика фирмы, мезоэкономика, макроэкономика, глобальная экономика. При этом объекты нижних уровней могут входить как составные элементы в объекты более высоких уровней. Такая сложная схема взаимодействия уровней экономики требует адекватного понятийного и методологического аппарата для ее описания и моделирования, такого, например, как теория хаоса и катастроф. Попытки адаптировать и применить аппарат синергетики для моделирования экономических процессов уже предпринимаются, в том числе и в моделировании инноваций.

В данной работе предложен и апробирован авторский подход к моделированию инновационного поведения экономических систем, основанный на учете показателей энтропии. В соответствии с этим качественная модель хозяйствующего субъекта дополнена путем включения показателей разнообразия и экономической надежности. На базе этого сформулирована и решена модель оптимизации инновационного портфеля фирмы. На первом этапе в инновационный портфель были отобраны технологии x_4^1 , x_4^2 , x_5^2 , что обеспечило значение показателя надежности достижения целевой прибыли 80,8 %, а общее разнообразие системы составило 0,0133. На втором этапе в систему дополнительно были введены технологии x_2^1 , x_2^2 , что обеспечило увеличение разнообразия до 0,1072, а значение показателя надежности достигло $H_2 = 86,9$ %, что на 6,1 % больше, чем на 1 этапе, что было достигнуто за счет снижения общей прибыли.

Другой подход к моделированию инновационного поведения состоит в построении модели, в которой все факторы, влияющие на уровень энтропии, учитываются в равной степени. В рамках данного подхода составлена и решена модель оптимизации инновационного портфеля фирмы, основанная на показателе комплексного выигрыша. Согласно результатам решения фирме следует реализовывать проекты под номерами 6, 7, 9 и 10. При этом на реализацию проектов ежегодно потребуется 27,2 млн. р., а суммарный NPV от реализации этих проектов составит 155 млн. рублей. Для сравнения, при решении задачи на

максимум NPV в инвестиционный портфель включаются проекты № 4, 9 и 10, а суммарный ожидаемый NPV от реализации этих проектов составляет 291 млн. рублей. То есть, применяя стандартную модель оптимизации инновационного портфеля, фирма отказалась бы от реализации проектов № 6 и 7 в пользу проекта № 4, т. к. в стандартной методике денежный фактор является преобладающим. Таким образом, модель двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша позволяет в равной степени учесть все факторы, влияющие на успешность развития фирмы.

Помимо этого была проведена серия экспериментов по имитационному поведению фирм на основе показателя комплексного выигрыша, которая показала, что разработанная имитационная модель инновационного поведения фирм обладает значительным потенциалом по объяснению особенностей инновационного поведения фирм, а также по его прогнозированию. Модель достаточно адекватно отображает реальное поведение инновационных фирм, а также позволяет оценить влияние на инновационное поведение тех или иных факторов, в том числе степень развитости элементов инновационной инфраструктуры и эффективность мер государственного регулирования инновационной активности фирм.

Использование энтропийного подхода позволяет ставить и решать и другие задачи моделирования инновационного поведения, такие, например, как:

- 1) простейшая модель конкуренции – две фирмы без возможности входа новых фирм;
- 2) более сложная модель конкуренции – несколько фирм, возможность входа;
- 3) изучение влияния институтов на инновационное поведение фирм – наличие кредита, патентной защиты, государственных НИОКР, венчурного капитала, технопарков.

Еще одно перспективное направление использования энтропийного подхода – это прогнозирование инновационного развития отрасли как Марковского процесса. Будущие возможные состояния инноваций в отрасли могут быть выявлены с помощью «инновационной семантики» и соответствующего экономико-математического моделирования развития отрасли.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Абрамешин, А. Е. Менеджмент инновационной организации : учеб. пособие. [Текст] / А. Е. Абрамешин, С. Н. Аксенов, Т. П. Воронина, С. В. Корнюхин, О. П. Молчанова, А. Н. Тихонов, М. А. Ушаков ; под ред. проф. Тихонова, А. Н. – М. : Европейский центр по качеству, 2003. – 408 с.
2. Алексеев, Г. Н. Энергия и энтропия [Текст] / Г. Н. Алексеев. – М. : Знание, 1978. – 192 с.
3. Альтшулер, И. «Куб инноваций» и палитра инноваторов. Идеи, проекты, уроки и комментарии [Текст] / И. Альтшулер, Э. Фияксель. – М. : Дело, 2007. – 280 с.
4. Андреев, А. Ф. Управление инновационными процессами на предприятиях нефтегазового комплекса [Текст] / А. Ф. Андреев. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 244 с.
5. Антипов, Д. В. Моделирование инвестиционных и инновационных процессов на макроэкономическом уровне [Электронный ресурс] / Д. В. Антипов : Дис. ...канд экон. наук. – Москва, 2003. – 182 с.
6. Антоненко, И. В. Инновационные аспекты трансформации инвестиционного поведения российских предприятий [Текст] / И. В. Антоненко // Известия ВолгГТУ. – С. 133–136.
7. Архипенко, В. А. Моделирование процесса инновационно-ориентированного развития предприятий на основе разработки и применения базисных и улучшающих инноваций [Текст] / В. А. Архипенко // Известия ТРТУ, Раздел I / Инвестиции и инновации. – С. 17–22.
8. Асаул, А. Н. Модернизация экономики на основе технологических инноваций [Текст] / А. Н. Асаул и др. – СПб. : АНО ИПЭВ, 2008. – 606 с.
9. Багриновский, К. А. Модели и методы экономической кибернетики [Текст] / К. А. Багриновский. – М. : Экономика, 1973.
10. Барболин, М. П. Фундаментальные основы формирования инновационного поведения человека [Текст] / М. П. Барболин // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – №2 (38). – 2008. – С. 182–189.

11. Бернштейн, П. Против богов : Укрощение риска [Текст] / П. Бернштейн ; пер. с англ. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2000. – 400 с.
12. Богатырев, Д. В. Моделирование динамики инновационных процессов и взаимодействия иерархических уровней инновационно-инвестиционной системы региона [Электронный ресурс] / Д. В. Богатырев : Дис. ...канд экон. наук. – Самара, 2001. – 163 с.
13. Богомолова, Л. Л. Социально-экономическая оценка приоритетных направлений развития научной и научно-технической деятельности в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре [Текст] / Л. Л. Богомолова, В. Ф. Исламудинов, М. К. Левченя. – Ханты-Мансийск : ЮГУ, ОАО «Информационно-издательский центр», 2010. – 148 с.
14. Бойко, И. В. Фундаментальные основы инновационной экономики (методологический, исторический и эмпирический контекст) [Текст] / И. В. Бойко. – М. : МАКС Пресс, 2005. – 308 с.
15. Борисенко, В. В. Наука и рыночные отношения в информационном обществе: социально-культурный анализ [Текст] / В. В. Борисенко ; Ин-т научной информации по общественным наукам РАН. – М. : Наука, 2008. – 246 с.
16. Борисов, А. Б. Большой экономический словарь [Текст] / А. Б. Борисов. Издание 2-е переработанное и дополненное. – М. : Книжный мир, 2008. – 860 с.
17. Ваганов, П. И. Теория и методология инновационного управления и управленческих инноваций [Электронный ресурс] / П. И. Ваганов : Дис. ...д-ра экон. наук. – СПб. : СПбГУЭФ, 2003. – 355 с.
18. Вертакова, Ю. В. Управление инновациями: теория и практика : учеб пособие [Текст] / Ю. В. Вертакова, Е. С. Симоненко. – М. : Эксмо, 2008. – 432 с.
19. Вечканов, Г. С. Современная экономическая энциклопедия [Текст] / Г. С. Вечканов, Г. Р. Вечканова.. – СПб., Издательство «Лань», 2002. – 880 с.
20. Волков, В. И. Методологическое обеспечение комплексной государственной экспертизы целевых программ и инвести-

- ционно-инновационных проектов [Электронный ресурс] / В. И. Волков : Дис. ...д-ра экон. наук. – М., 2004. – 484 с.
21. Воробьев, И. В. Налоговое регулирование инновационной деятельности в Российской Федерации [Электронный ресурс] / . В. Воробьев : Дис. ...канд экон. наук. – Санкт-Петербург, 2002. – 189 с.
 22. Гарипова, А. А. К инновационному развитию общества через инновационное образование и поведение личности [Текст] / А. А. Гарипова // Вестник ВЭГУ. – № 1 (39). – С. 26–34.
 23. Генералов, И. М. Биологический подход к управлению экономическими системами [Текст] / И. М. Генералов, А. Ф. Попова. – Челябинск : Изд-во «Фрегат», 2004. – 120 с.
 24. Герасимов, А. В. Стратегия инновационно-инвестиционного развития промышленных предприятий региона и механизмы ее реализации [Электронный ресурс] / А. В. Герасимов : Дис. ...канд экон. наук. – СПб, 2007. – 181 с.
 25. Гладуэлл, М. Озарение : Сила мгновенных решений [Текст] / М. Гладуэлл ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2009. – 254 с.
 26. Глеков, С. Л. Механизм принятия инвестиционных решений с учетом альтернативы «эффективность – надежность» [Текст] / С. Л. Глеков // Автореф. дисс. канд. наук. – Москва, 2011. – 26 с.
 27. Глущенко, И. И. Система стратегического управления инновационной деятельностью [Текст] / И. И. Глущенко. – г. Железнодорожный, Московская обл. : ООО НПЦ «Крылья», 2006. – 356 с.
 28. Гохберг, Л. М. Анализ и перспективы статистического исследования инновационной деятельности в экономике России [Текст] / Л. М. Гохберг, И. А. Кузнецова // Вопросы статистики, 2003. – № 3.
 - Денисов, Ю. Д. Технологическое прогнозирование и научно-технологические приоритеты в индустриально-развитых странах [Текст] / Ю. Д. Денисов, А. В. Соколов. – ЦИСН, М., 1998.

29. Дежина, И. Г. Государственное регулирование науки в России [Текст] / И. Г. Дежина ; под. ред. Н. И. Ивановой. – М. : Магистр, 2008. – 430 с.
30. Друкер, П. Ф. Бизнес и инновации [Текст] / П. Ф. Друкер ; пер. с англ. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2009. – 432 с.
31. Дубров, А. М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе : учеб. пособие / А. М. Дубров, Б. А. Лагоша, Е. Ю. Хрусталева ; под ред. Б. А. Лагоши. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 176 с.
32. Елисеев, А. Н., Шульга И.Е. Институциональный анализ интеллектуальной собственности : учеб. пособие [Текст] / А. Н. Елисеев, И. Е. Шульга. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 192 с.
33. Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие [Текст] / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума ; под ред. А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
34. Ермасов, С. В. Теория развития рынка инноваций в трансформируемой экономике [Электронный ресурс] / С. В. Ермасов : Дис. ...д-ра экон. наук. – Москва, 2003. – 565 с.
35. Завадовский, В. В. Методология ускорения инновационных процессов [Текст] / В. В. Завадовский // Сибирская финансовая школа. – 2007. – № 2. – С. 117.
36. Занг, В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. [Текст] / В.-Б. Занг ; пер. с англ. – М. : Мир, 1999. – 335 с.
37. Иванов, В. В. Актуальные проблемы формирования Российской инновационной системы [Текст] / В. В. Иванов. – М. : Изд-во РАН, 2002. – 58 с.
38. Ильютенко, А. А. Социальный потенциал инновационного трудового поведения и его пути реализации в регионе [Текст] / А. А. Ильютенко // Известия Саратовского университета. Сер. Социология, Политология, Вып. 1/2. – Т. 5. – С. 21–23.
39. Инвестиции и инновации в России : проблемы в начале XXI века (макроэкономические, социальные, институциональные и методологические). Сборник статей. Ответственный редактор: д. э. н. Новицкий Н. А. Члены редколлегии : к. э. н. Кравцов И. И., к. э. н. Свирина Л. Н. – М. : Институт эконо-

- мики РАН, 2001 г. – 302 с. Инновационная экономика. 2-е изд, исправ. и доп. – М. : Наука, 2004. – 352 с.
40. Инновационный путь развития : взгляд из Сибири [Текст] ; под. ред. В. И. Сулова. – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2004. – 48 с.
 41. Инновационный тип развития экономики : учеб. [Текст] / В. Н. Архангельский, А. Н. Фоломьев и др. – М. : 2008.
 42. Исламутдинов, В. Ф. Двухстадийная оптимизация выбора инновационных проектов [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Сибирская финансовая школа. – 2010. – №1/78 (январь – февраль). – С. 111–115.
 43. Исламутдинов, В. Ф. Инновации и налогообложение : точки соприкосновения [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Налоговая политика и практика (научно-информационное издание). – 2008. – № 4. – С. 20–23.
 44. Исламутдинов, В. Ф. Инновационное развитие отрасли как марковский процесс [Текст] / В. И. Исламутдинов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 5. – С. 16–19.
 45. Исламутдинов, В. Ф. Инновационные процессы в Ханты-Мансийском автономном округе Югре : проблемы сырьевого региона [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Региональная экономика: теория и практика, 2008. – № 22 (79). – С. 64–67.
 46. Исламутдинов, В. Ф. Синтез институционального и эволюционного подходов к обоснованию инновационных процессов. – Ханты-Мансийск : ИИЦ ЮГУ, 2010. – 148 с.
 47. Исламутдинов, В. Ф. Совершенствование методики оценки эффективности инновационных проектов [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 3. – С. 29–35.
 48. Исламутдинов, В. Ф. Совершенствование методики оценки эффективности инновационных проектов [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Trends economics and management. – 2009. – Volume 3. – Issue 05. – P. 21–28.
 49. Исламутдинов, В. Ф. Универсальная методика оценки эффективности инноваций [Текст] / В. Ф. Исламутдинов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2008. – № 4. – С. 137–140.

50. Исламутдинов, В. Ф. Универсальный подход к оценке эффективности и отбору инновационных проектов // Проблемы современной экономики. – 2008. – № 3 (27). – С. 77–81.
51. Исхакова, А. М. Методы активизации инновационной деятельности промышленных предприятий [Электронный ресурс] / А. М. Исхакова : Дис. ...канд экон. наук. – Уфа, 2006. – 166 с.
52. Йоханссон, Ф. Эффект Медичи : возникновение инноваций на стыке идей, концепций и культур [Текст] : пер. с англ. – М. : ООО «И. Д. Вильямс»Ю 2008. – 192 с.
53. Казакова, Н. В. Экономика и знания [Текст] / Н. В. Казакова.. – Саратов : Саратов. Гос. Техн. Ун-т, 2002. – 172 с.
54. Канеман, Д. Принятие решений в неопределенности : Правила и предубеждения [Текст] / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски ; пер. с англ. – Х. : Изд-во Институт прикладной психологии «Гуманитарный центр», 2005. – 632 с.
55. Кардаш, В. А. Конфликты и компромиссы в рыночной экономике [Текст] / В. А. Кардаш. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
56. Кастельс, М. Информационная эпоха : экономика, общество и культура : пер. с англ. ; под науч. ред. проф. О. И. Шкаратана. – М. [Текст] / М. Кастельс : ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
57. Князева, Е. Н. Синергетика : Нелинейность времени и ландшафты коэволюции [Текст] / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М. : КомКнига, 2007. – 272 с.
58. Ковалев, В. В. Методы оценки инвестиционных проектов [Текст] / В. В. Ковалев. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 144 с.
59. Корнейчук, Б. В. Институциональная экономика : учеб. пособие для вузов [Текст] / Б. В. Корнейчук. – М. : Гардарики, 2007. – 255 с.
60. Коттер, Джон П. Суть перемен. Невыдуманные истории о том, как люди изменяют свои организации [Текст] / Дж. П. Коттер, Д. С. Коэн ; пер. с англ. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. – 256 с.
61. Кочетков, Г. Б. Научно-технические приоритеты республиканской администрации [Текст] / Г. Б. Кочетков // США Канада. – № 4 (388) апрель 2002. – С. 22.

62. Кристенсен, К. М. Решение проблемы инноваций в бизнесе. Как создать растущий бизнес и успешно поддерживать его рост / Клейтон М. Кристенсен, Майкл, Е. Рейнор : пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 290 с.
63. Крылов, Э. И. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия : учеб. пособие [Текст] / Э. И. Крылов, В. М. Власова, И. В. Журавкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 608 с.
64. Кузьминов, Я. И. Курс институциональной экономики: институты, сети, транзакционные издержки, контракты : учеб. для студентов вузов [Текст.] / Я. И. Кузьминов, К. А. Бендукидзе, М. М. Юдкевич. – М. : Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2006. – 442 с.
65. Купраш, Е. Венчурные инвесторы – результат [Электронный ресурс] / Е. Купраш. – Режим доступа : <http://www.exclusive.ru/>
66. Купцов, М. М. Роль инновационного типа конкурентного поведения в обеспечении конкурентоспособности субъектов предпринимательства [Электронный ресурс] / М. М. Купцов : Дис. ... канд экон. наук. – Москва, 2007.
67. Нордстрем, А. Кьелл. Бизнес в стиле фанк. Капитал пляшет под дудку таланта [Текст] / Кьелл. А. Нордстрем, Й. Риддерстрале – СПб. : Издательство : Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2005. – 280 с.
68. Лавров, Е. И. Экономический рост : теории и проблемы : учеб. пособие [Текст] / Е. И. Лавров, Е. А. Капогузов. – Омск : Изд-во ОмГУ, 2006. – 214 с.
69. Ларуш, Л. Вы на самом деле хотели бы знать все об экономике? [Текст] / Л. Ларуш ; пер. с англ. ; под редакцией профессора Т. В. Муранивского. – М. : Шиллеровский институт и Украинский университет, 1992.
70. Литвинцева, Г. П. Введение в институциональную экономическую теорию : учеб. пособие [Текст] / Г. П. Литвинцева. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1999. – 45 с.
71. Литвинцева, Г. П. Институциональная экономическая теория : учеб. [Текст] / Г. П. Литвинцева. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2003. – 336 с.

72. Лукша, П. О. Самовоспроизводство в эволюционной экономике [Текст] / П. О. Лукша. – М, 2007. – 199 с.
73. Лужанский, Б. Е. Оценка стоимости научно-технической продукции. Имитационное моделирование инновационного бизнес-процесса (бизнеса) [Электронный ресурс] / Б. Е. Лужанский. – Режим доступа : <http://www.appraisal.ru/phys/seepubl.asp?ID=361>
74. Маевский, В. Введение в эволюционную макроэкономику [Текст] / В. Маевский. – М. : Издательство «Япония сегодня», 1997. – 106 с.
75. Мазаева, Т. А. Инновация в этнокультурной среде [Текст] / Т. А. Мазаева. – Нальчик : Изд-во М. и В. Котляровых, 2007. – 188 с.
76. Мак-Найт, Т. А. Полетит? Как узнать, есть ли у вашей бизнес-идеи крылья, прежде чем вы прыгнете [Текст] / Т. А. Мак-Найт ; пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2007. – 240 с.
77. Маркова, О. В. Формирование методологических основ оценки эффективности инноваций на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] / О. В. Маркова : Дис. ...канд. экон. наук. – Владимир, 2003. – 169 с.
78. Маслов, В. П. Квантовая экономика [Текст] / В. П. Маслов ; Рос. академия наук. – 2-е изд., доп. – М. : Наука, 2006. – 92 с.
79. Медынский, В. Г. Реинжиниринг инновационного предпринимательства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. Г. Медынский; С. В. Ильдеменов ; под. ред. проф. В. А. Ирикова. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 414 с.
80. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования [Текст]. Официальное издание. Утверждено : Госстрой России, Министерство экономики РФ, Госкомпром России №7 – 12/47 31 марта 1994 г. – М.: Информэлектро, 1994. – 80 с.
81. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) [Текст] / В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. Официальное издание. Утверждено : Министерство экономики РФ,

- Министерство финансов РФ, Государственный комитет РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике № ВК 477 от 21.06.1999. – М. : Экономика. – 2000. – 421 с.
82. Методические рекомендации по разработке инвестиционной политики предприятия [Текст]. Утверждены приказом Министерства экономики РФ от 18.10.1997 № 118 // Экономика и жизнь. – 1997. – № 50. – С. 13.
 83. Микитюк, Л. М. Финансовая поддержка инновационной деятельности: формирование современных тенденций [Текст] / Л. М. Микитюк, А. М. Микитюк // Сибирская финансовая школа. – 2008. – № 2 (март – апрель). – С. 69–73.
 84. Милькина, И. В. Управление инновационным развитием муниципальных образований [Электронный ресурс] И. В. Милькина : Автореф. дис. ...канд. экон. наук. – М., 2006. – 22 с.
 85. Мицуаки, С. Эпоха системных инноваций [Текст] / С. Мицуаки. – М. : ООО «Миракл», 2006. – 247 с.
 86. Мулен, Э. Теория игр с примерами из математической экономики [Текст] / Э. Мулен : пер. с франц. – М. : Мир, 1985. – 200 с.
 87. Мур, Дж. Уэдерфорд. Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд. [Текст] / Дж. Мур Уэдерфорд, Р. Ларри и др.; пер с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
 88. Мызникова, Б. И. Моделирование процесса конкурентной борьбы двух фирм на основе диффузионной модели распространения инноваций [Текст] / Б. И. Мызникова, Н. В. Переведенцева // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Вып. 3 (29), 2009. – С. 63–66.
 89. Некипелов, А. Становление и функционирование экономических институтов : от «робинзонады» до рыночной экономики, основанной на индивидуальном производстве [Текст] / А. Некипелов. – М. : Экономист, 2006. – 328 с.
 90. Нельсон, Р. Д. Эволюционная теория экономических изменений [Текст] / Р. Д. Нельсон, С. Дж. Уинтер ; пер. с англ. – М. : Дело, 2002. – 536 с.

91. Николаев, А. В. Механизм оценки и эффективного использования инноваций (на примере нефтегазового комплекса). [Электронный ресурс] / А. В. Николаев. – Режим доступа : Дис. ... канд. экон. наук. – Москва, 2006. – 155 с.
92. Грегуар, Н. Познание сложного. Введение [Текст] / Н. Грегуар, И. Пригожин : пер. с англ. Изд. 2-е, стереотипное. – М. : Эдиториал УРСС, 2003. – 344 с.
93. Новиков, Д. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы [Текст] / Д. А. Новиков, А. А. Иващенко. – М. : КомКнига, 2006. – 332 с.
94. Олейник, А. Н. Институциональная экономика : учеб. пособие [Текст] / А. Н. Олейник. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 416 с.
95. Ольве, Н.-Г. Оценка эффективности деятельности компании. Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей [Текст] / Н.-Г. Ольве, Ж. Рой, М. Ветер ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.
96. Остапюк, С. Ф. Формирование и оценка эффективности научно-технических и инновационных программ [Текст] / С. Ф. Остапюк, С. А. Филин. – М. : Изд-во ООО Фирма «Благовест-В», 2004 г. – 320 с.
97. Оценка интеллектуальной собственности : учеб. пособие [Текст] ; под. ред. С. А. Смирнова. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
98. Палмер, Дж. Эволюционная психология. Секрет поведения Homo sapiens [Текст] / Дж. Палмер. – СПб. : Прайм-ЕВРОЗНАК, 2007. – 384 с.
99. Пичурина, В. Опекун для завода [Текст] / В. Пичурина // Российская газета. – Экономика УРФО. – № 5113 от 18 февраля 2010 г.
100. Полтерович, В. М. Кризис экономической теории [Текст] / В. М. Полтерович. Доклад на научном семинаре Отделения экономики и ЦЭМИ РАН «Неизвестная экономика».
101. Полтерович, В. М. На пути к новой теории реформ [Электронный ресурс] / В. М. Полтерович. – Режим доступа : <http://www.cemi.rssi.ru/rus/publicat/e-pubs/ep99004.htm>

102. Попов, Е. В. Эволюция институтов миниэкономики [Текст] / Е. В. Попов ; Институт экономики УРО РАН. – М. : Наука, 2007. – 542 с.
103. Поппер, К. Р. Знание и психофизическая проблема : В защиту взаимодействия. [Текст] / К. Р. Поппер ; пер. с англ. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – 256 с.
104. Прангишвили, И. В. Энтропийные и другие системные закономерности : Вопросы управления сложными системами [Текст] / И. В. Прангишвили ; Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова. – М. : Наука, 2003. – 428 с.
105. Пригожин, И. Время. Хаос. Квант. К решению парадокса времени [Текст] / И. Пригожин, И. Стенгерс : пер. с англ. / ; под. ред. В. И. Аршинова. Изд. 6-е. – М. : КомКнига, 2005. – 232 с.
106. Прыкин, Б. В. Новейшая теоретическая экономика. Гиперэкономика (концепции философии и естествознания в экономике) : учеб. [Текст] / Б. В. Прыкин. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 445 с.
107. Пугачева, Е. Г. Самоорганизация социально-экономических систем : учеб. пособие [Текст] / Е. Г. Пугачева, К. Н. Соловьевко. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. – 172 с.
108. Пугачева, Е. Теория катастроф и бифуркаций [Электронный ресурс] / Е. Пугачева. – Режим доступа : <http://iee.org.ua/ru/pub/p78>
109. Редько, С. Г. Моделирование в управлении инновациями : учеб. пособие [Текст] / С. Г. Редько. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 93 с.
110. Рубе, В. А. Институциональные аспекты организации малого бизнеса в развитых странах и в России : учеб. пособие [Текст] / В. А. Рубе. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 79 с.
111. Санто, Б. Инновация как средство экономического развития [Текст] / Б. Санто ; пер. с венг. / Общ. ред. и вступ. ст. Б. В. Сазонова. – М. : Прогресс, 1990. – 296 с.
112. Сафрончук, М. В. Синтез теорий в современной экономической науке : модель экономического поведения [Текст] / М. В. Сафрончук // Материалы Ломоносовских чтений экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова за 2005–2006 гг. : Методология экономической науки и методи-

- ка преподавания экономической теории : Часть 1. Монография ; под. ред. К. В. Папенова, М. М. Крюкова, К. А. Хумиева. – М. : ГрантВиктория Т. К., 2006. – С. 245–254.
113. Сергеев, В. М. Пределы рациональности : Термодинамический подход к теории экономического равновесия [Текст] / В. М. Сергеев. – М. : ФАЗИС, 1999. – 146 с.
114. Серков, Л. А. Синергетическое моделирование инновационных процессов [Электронный ресурс] / Л. А. Серков. – Режим доступа : <http://www.nonlin.ru/files/uploads/serkov/serkovv.zip> (дата обращения 06.10.2009 г.)
115. Силкина, Г. Ю. Моделирование динамики инновационных процессов [Электронный ресурс] / Г. Ю. Силкина : Дис. ...д-ра экон. наук. – Н. Новгород, 2000. – 365 с.
116. Смирнов, В. А. Оценка надежности и маневренности плана [Текст] / В. А. Смирнов, С. В. Герчиков, В. Г. Соколов. – Новосибирск : Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1978. – 319 с.
117. Соколов, А. Выбор научно-технических приоритетов [Текст] / А. Соколов // Человек и труд. – № 8. – 2000. – С. 56.
118. Соловьев, В. П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций) [Текст] / В. П. Соловьев. – Киев : Феникс, 2006. – 560 с.
119. Сохиян, Г. С. Инновация как средство самоконструирования современного общества [Текст] / Г. С. Сохиян. – Пятигорск : Пятигор. гос. лингвист. ун-т, 2007. – 186 с.
120. Суворинов, А. В. О развитии инновационной деятельности в регионах России [Текст] / А. В. Суворинов // Инновации, № 2006.
121. Суворов, М. К. Нечеткие модели в задачах антикризисного управления [Электронный ресурс] / М. К. Суворов : Дис. ...канд экон. наук – Иваново, 2007.
122. Сухарев, М. В. Эволюционное управление социально-экономическими системами [Текст] / М. В. Сухарев. – Петрозаводск : КарНЦ РАН. – 2008. – 258 с.

123. Тамбовцев, В. Л. Теории институциональных изменений : учеб. пособие [Текст] / В. Л. Тамбовцев. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 154 с.
124. Теория инновационной экономики : учеб. [Текст] ; под. ред. О. С. Белокрыловой. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 376 с.
125. Тышкевич, К. В. Формирование комплексной оценки эффективности технологических инноваций на предприятиях [Электронный ресурс] / К. В. Тышкевич : Дис. ...канд экон. наук – Москва, 2003. – 158 с.
126. Уланова, Ж. Ю. Развитие инновационной инфраструктуры как фактора экономического роста [Электронный ресурс] / Ж. Ю. Уланова : Автореф дис. ...канд экон. наук. – Самара, 2006. – 24 с.
127. Управление инновационным развитием региона: монография [Текст] ; под ред. А. П. Егоршина. – Н. Новгород : НИМБ, 2008. – 288 с.
128. Управление инновациями : проблемы, методы и механизмы: сб. науч. тр. [Текст]. – Новосибирск : Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2008. – 348 с.
129. Чан Ким, У. Стратегия голубого океана [Текст] / У. Чан Ким, Р. Моборн ; пер. с англ. – М. : НИРРО, 2005. – 272 с.
130. Фатхутдинов, Р. А. Инновационный менеджмент [Текст] / Р. А. Фатхутдинов. – СПб. : Питер, 2004. – 400 с.
131. Федоров, В. А. Методологические принципы прогнозирования и управления научно-техническими инновациями [Текст] / В. А. Федоров. – М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2006. – 429 с.
132. Фоломьев, А. Обоснование инновационного типа воспроизводства [Текст] / А. Фоломьев // Экономист. – 2005. – № 8. – С.41–42.
133. Фролова, Н. Л. Инновационный процесс: потенциал рынка и государства [Электронный ресурс] / Н. Л. Фролова : Дис. ...д-ра экон. наук. – Москва, 2003. – 599 с.
134. Ходжсон, Дж. Экономическая теория и институты : Манифест современной институциональной экономической теории [Текст] / Дж. Ходжсон ; пер. с англ. – М. : Изд-во «Дело», 2003. – 464 с.

135. Чернавский, Д. С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации [Текст] / Д. С. Чернавский. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.
136. Чернавский, Д. С. О проблемах физической экономики [Текст] / Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, А. В. Щербаков // Успехи физических наук, – 2002. – № 9. – Т. 172. – С. 1045–1066.
137. Чесбро, Г. Открытые инновации [Текст] / Г. Чесбро ; пер. с англ. В. Н. Егорова. – М. : Поколение, 2007. – 336 с.
138. Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений / Клейтон Кристенсен, Скотт Энтони, Эрик Рот ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 398 с.
139. Шараев, Ю. В. Теория экономического роста [Текст] / Ю. В. Шараев. – М. : Издательский дом ГУ ВШЭ. – 2006. – 256 с.
140. Шаров, В. Ф. Управление инновационно-инвестиционным поведением промышленных предприятий в условиях меняющейся институциональной среды : Методологический аспект [Электронный ресурс] : Дис. ...доктора экон. наук – Москва, 2003. – 457 с.
141. Шеннон, К. Работы по теоретической информации и кибернетике [Текст] / К. Шеннон ; пер. с англ. – М. : ИЛ, 1963.
142. Шмакова, М. Н. Использование индикаторов экономической эффективности налоговых преференций применительно к инновационной деятельности [Текст] / М. Н. Шмакова // Сибирская финансовая школа. – 2008. – №1 (январь-февраль). – С. 77–80.
143. Шумпетер, Й. А. История экономического анализа : В 3-х т. [Текст] / Й. А. Шумпетер ; пер. с англ. ; под. ред. В. С. Автономова. СПб. : Экономическая школа, 2001 г. – Т. 1. LVI. – 494 с.
144. Шумпетер, Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия [Текст] / Й. А. Шумпетер ; пер. с нем ; пер. с англ. – М. : Эксмо, 2008. – 864 с.
145. Эволюционное моделирование и кинетика. Сб. науч. трудов. – Новосибирск : Сибирская издательская фирма, 1992. – 244 с.

146. Экономика знаний [Текст] / В. В. Глухов, С. Б. Коробко, Т. В. Маринина. – СПб. : Питер, 2003. – 528 с.
147. Экономическая теория : учеб. [Текст] ; под ред. А. Г. Грязновой, Т. В. Чечелевой. – М. : Издательство «Эк-замен», 2005. – 592 с.
148. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику [Текст] / У. Р. Эшби ; пер. с англ. – М. : ИЛ, 1959.
149. Юдин, Д. Б. Математические методы управления в условиях неполной информации [Текст] / Д. Б. Юдин. – М. : Сов. радио, 1974. – 400 с.
150. Янсен, Ф. Эпоха инноваций [Текст] / Ф. Янсен ; пер. с англ. – М. : ИНФРА-М, 2002. – XII. – 308 с.
151. URL : <http://slovari.yandex.ru/dict/sociology/article/soc/soc-0409.htm> - Энциклопедия социологии (дата обращения 15.06.2010 г.)
152. URL : <http://slovari.yandex.ru/dict/economic/> – Современный экономический словарь (дата обращения 15.06.2010 г.)
153. Andriani, P. Innovation Systems by Nonlinear Networks [Text] / P. Andriani, F. Conti, L. Fortuna, M. Fraska, G. Passiante, A. Rizzo // Nonlinear Dynamics. – 2006. – № 44. – P. 263–268.
154. Bain, P. G. The Innovation Imperative : The Relationships Between Team Climate, Innovation, and Performance in Research and Development Teams / P. G. Bain, L. Mann, A. Pirola-Merlo. – 2001. – URL : <http://sgr.sagepub.com/cgi/content/abstract/32/1/55> (дата обращения 06.06.2007 г.)
155. Banytè, J. Successful diffusion and adoption of innovation as a means to increase competitiveness of enterprises [Text] / J. Banytè, R. Salickaitè // Engineering economics. – 2008. – № 1 (56). – P. 48–56.
156. Berger, M. Technological Capabilities and Innovation in South-east Asia: Results from Innovation Surveys in Singapore, Penang and Bangkok / M. Berger, J. R. Diez. – 2006. – URL : <http://sts.sagepub.com/cgi/content/abstract/11/1/109> (дата обращения 06.06.2007 г.)

157. Burns, D. J. Toward an explanatory model of innovative behavior // *Journal of Business and Psychology* [Text] / D. G. Burns. – Summer 2007. Vol. 21. 4. – P. 461–488.
158. Camisón-Zornoza, C. A Meta-analysis of Innovation and Organizational Size / C. Camisón-Zorn, R. Lapiedra-Alcamí, M. Segarra-Ciprés, M. Boronat-Navarro. – 2004. – URL : <http://oss.sagepub.com/cgi/content/abstract/25/3/331> (дата обращения 06.06.2007 г.)
159. De Jong Jeroen, P. J. Determinants of Product Innovation in Small Firms : A Comparison Across Industries / P. G. De Jong Jeroen, A. M. Vermeulen Patrick. – 2006. – URL : <http://isb.sagepub.com/cgi/content/abstract/24/6/587> (дата обращения 06.06.2007 г.)
160. De Oliveira Cabral, J. E. Survey on technological innovative behavior in the Brazilian food industry [Text] / J. E. De Oliveira Cabral // *Scientometrics*. – 1998. – Vol. 42. – №. 2. – P. 129–169.
161. Dickson, P. H. The role of the institutional environment in determining firm orientations towards entrepreneurial behavior [Text] / P. H. Dickson, K. M. Weaver // *Int Entrep Manag J*. – 2008. – № 4. – P. 467–483.
162. Elenkov, D. S. Top Management Leadership and Influence on Innovation : The Role of Sociocultural Context / D. S. Elenkov, I. M. Manev. – 2005. – URL : <http://jom.sagepub.com/cgi/content/abstract/31/3/381> (дата обращения 06.06.2007 г.)
163. Environmental policy and corporate behaviour [Text] / [edited by] Nick Johnstone. OECD. – 2007. – 278 p.
164. Gancia, G. Technological Change and the Wealth of nations [Text] / G. Gancia, F. Zilibotti // *Annu. Rev. Econ.* 2009. – № 1. – P. 93–120.
165. Hellström, T. Innovation as Social Action / T. Hellström. – 2004. – URL : <http://org.sagepub.com/cgi/content/abstract/11/5/631> (дата обращения 06.06.2007 г.)
166. Im, S. Does innate consumer innovativeness relate to new product/service adoption behavior? The intervening role of social learning via vicarious innovativeness [Text] / S. Im, Ch. Mason,

- M. B. Houston // J. of the Acad. Mark. Sci. – 2007. – № 35. – P. 63–75.
167. Industrial relations as a key to strengthening innovation in Europe [Text]. European Commission. Innovation. – Paper № 36. – Directorate-General for Enterprise. EUR 17060. – 2003. – P. 45.
168. Innovating to learn, learning to innovate [Text]. OECD. – 2008. – 142 p.
169. Innovation and growth in tourism [Text]. OECD. – 2006. – 142 p.
170. Innovation in Firms : A Microeconomic Perspective [Text]. OECD. – 2009. – 137 p.
171. Jackson, M. O. Networks and economic behavior // Ann. Rev. Econ. – 2009. – № 1. – P. 489–511.
172. Jacob, M. Utilization of social science knowledge in science policy : Systems of Innovation, Triple Helix and VINNOVA / M. Jacob. – 2006.
URL : <http://ssi.sagepub.com/cgi/content/abstract/45/3/431> (дата обращения 06.06.2007 г.)
173. Jenner, R. A. Technological paradigm, innovative behavior and the formation of dissipative enterprises [Text] / R. A. Jenner // Small Business Economics. – 1991. – № 3. – P. 297–305.
174. Johnson, J. D. Communication, Involvement, and Perceived Innovativeness : Tests of a Model with Two Contrasting Innovations / J. D. Johnson, W. A. Donohue, Ch. K. Atkin, S. Johnson. – 2001. – URL :
<http://gom.sagepub.com/cgi/content/abstract/26/1/24> (дата обращения 06.06.2007 г.)
175. King, D. R.. Complementary Resources and the Exploitation of Technological Innovations / D. R. King, J. G. Covin, H. W. Harvey. – 2003. – URL :
<http://jom.sagepub.com/cgi/content/abstract/29/4/589> (дата обращения 06.06.2007 г.)
176. Kocak, O. The effect of technological production and usage of high-tech goods to the welfare of a country : comparison of Finland and Turkey [Text] / O. Kocak, E. E. Zeytinli // Economics & Managemen. – 2009. – № 14.

177. Koellinger, Ph. Why are some entrepreneurs more innovative than others? [Text] / Ph.. Koellinger // Small Bus Econ. – 2008. – № 31. – P. 21–37.
178. Lane, D. et al. (eds.), Complexity Perspectives in Innovation and Social Change [Text] / D. Lane // Methodos Series 7, C_ Springer Science+Business Media B.V. – 2009.
179. Leszczynska, A. Legal solutions and ecological innovations in organizations [Text] / A. Leszczynska // Ekonomika Ir Vadyba. – 2009. – № 14. – P. 448–458.
180. Link, A. N. Innovative behavior in small-sized firms [Text] / A. N. Link // Small Business Economics. – 1991. – № 3. – P. 179–184.
181. Lypez-Sintas, J. The innovative behavior of Spanish enterprises and its impact on salaries [Text] / J. Lypez-Sintas, E. Martınez-Ros // Small Business Economics. – 1999. – № 13. – P. 287–302.
182. Milling, P. M. Diffusion of Innovations, System Dynamics Analysis of the. Encyclopedia of Complexity and Systems Science [Text] / P. M. Milling, F. H. Maier. – Springer-Verlag. – 2009. – № 10.
183. Oinas, P. The evolution of technologies in time and space: from national and regional to spatial innovation systems [Text] / P. Oinas, E. J. Malecki. – 2002.
URL : <http://irx.sagepub.com/cgi/content/abstract/25/1/102> (дата обращения 06.06.2007 г.)
184. Potočan, V. How to improve innovativeness of small and medium enterprises [Text] / V. Potočan, M. Mulej // Management. – 2009. – Vol. 14. – № 1. – P. 1–20.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Связь практических рекомендаций по обоснованию инновационного поведения
между собой и с теоретическими подходами

Концепции и положения, выдвинутые практиками	Автор и название работы, в которой предлагается концепция	Точки соприкосновения с другими авторами практических рекомендаций	Связь с положениями теорий
Тезис об изменениях разного рода как источниках инноваций	П. Друкер «Бизнес и инновации»	У. Чан Ким и Рене Моборн «Стратегия голубых океанов» – шесть правил, воспользовавшись которыми, менеджмент компаний сможет отойти от стереотипов	Синергетическая экономика – бифуркации и катастрофы как причины неизбежных изменений. Неоинституциональная экономика (Канеман и Тверски) – близорукость в принятии решений экономическими агентами, в данном случае – фирмами, которые не видят новых возможностей
Тезис о том, что инновационная деятельность в современных условиях – это целенаправленная системная деятельность	П. Друкер «Бизнес и инновации»	М. Симагути «Эпоха системных инноваций» – необходимость работы с инновациями сразу по нескольким направлениям. Альтшулер и Фияксель	Эволюционная и неoinституциональная экономика – роль рутин и институтов в инновационной деятельности. Синергетическая экономика – синергетический эффект как резуль-

		«Куб инноваций» и палитра инноваторов. Идеи, проекты, уроки и комментарии» - необходимость иметь целую палитру идей для успешной инновационной деятельности	таг взаимодействия элементов системы
Тезис о том, что для успешного внедрения инноваций необходимо приспособить свою структуру к постоянным изменениям окружающей среды	Ф. Янсен «Эпоха инноваций»	-	Синергетическая экономика – на повышение сложности внешней среды система вынуждена отвечать повышением сложности своей структуры. Эволюционная экономика – необходимость рутинизации самой инновационной деятельности

Продолжение приложения А

Теория «подрывных» инноваций	К. Кристенсен «Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений»	-	<p>Неинституциональная экономика (Канеман и Тверски) – близость в принятии решений экономическими агентами, в данном случае – крупными фирмами, которые не видят опасности в утрате преимуществ на неважных для их стратегии направлениях бизнеса.</p> <p>Синергетическая экономика – подрывные инновации как аналог бифуркаций и катастроф, в результате которых возможен переход системы на развитие по другому аттрактору. Причем, можно подтолкнуть систему к переходу на другой аттрактор за счет микроскопических точечных воздействий, если она готова к этому, т. е. находится в состоянии бифуркации</p>
Теория развития цепочки создания стоимости	К. Кристенсен «Что дальше? Теория инноваций как инст-	У. Чан Ким и Рене Моборн «Стратегия голубых океанов» – кривая ценности.	Синергетическая экономика – стремление систем к снижению энтропии (неопределенности).

	румент предсказания отраслевых изменений»	<p>Благодаря ей достаточно просто проанализировать основные характеристики ценности товаров и услуг для потребителя и выявить, где можно эту ценность повысить</p>	<p>Клиенты также стремятся снизить свою энтропию, ценность представляющих те продукты, которые позволяют сделать это лучше. Задача фирмы – поиск способа наилучшего удовлетворения потребности клиента путем производства соответствующего продукта (создание наилучшей цепочки ценности) и встраивание себя в эту цепочку в том месте, которое дает возможность контролировать ее всю.</p> <p>Неоинституциональная экономика – контракт как способ интернализации ценности</p>
--	---	--	---

Теория ресурсов, процедур и ценностей	К. Кристенсен «Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений»	-	Неинституциональная экономика – роль рутин в деятельности фирмы, близорукость в принятии решений, роль ментальных моделей в принятии решений
Теория поддерживающих инноваций	К. Кристенсен «Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений»	-	Синергетическая экономика – устойчивое развитие фирмы или рынка с небольшими колебаниями как развитие системы по аттрактору
Стратегия голубых океанов	У. Чан Ким и Рене Моборн «Стратегия голубых океанов»	Кристенсен «Что дальше? Теория инноваций как инструмент предсказания отраслевых изменений» – разнородность подрынных инноваций, создаваемых для новых рынков	Синергетическая экономика – стремление к снижению неопределенности (энтропии) за счет отказа от борьбы за существующие цепочки ценности и переклочки на поиск новых ценностей и выстраивания на их основе новых цепочек ценности
Теория открытых инноваций	Г. Чесбро «Открытые инновации»	–	Синергетическая экономика – стремление к снижению неопределенности (энтропии) производителей (инноваторов) за счет отказа от контроля за всей цепочкой ценности и переклочки на участие в максимуме цепочек ценности

Подход «увидеть – прочувствовать – изменить»	Коттер и Коэн «Суть перемен»	У. Чан Ким и Рене Моборн «Стратегия голубых океанов» – способы снятия возможного сопротивления нововведениям со стороны персонала	Неоинституциональная экономика – роль ментальных моделей в принятии решений. Канеман и Тверски – эффект формулировки вопроса
Тезис о возможности инициировать изменения, необходимые для инноваций	Йоханссон Франс «Эффект Медичи: возникновение инноваций на стыке идей, концепций и культур»	-	Синергетическая экономика – синергетический эффект как результат взаимодействия разнообразных элементов, объединенных в систему

Приложение Б

Структурная модель учета фактора разнообразия и экономической надежности
в стандартной задаче оптимизации инновационного портфеля (1 этап)

	Переменные												Итого	Тип	Объем
	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	x_3	x_4	x_5	x_6		
Ограничения															
По объему спроса на продукт А	1	1		1									=СУММ(ПРОИЗВ (B4:N4;\$B\$3:\$N\$3)	<	8250
По объему спроса на продукт Б					1	1	1	1	1				=СУММ(ПРОИЗВ (B5:N5;\$B\$3:\$N\$3)	<	12500
По мощности технологии 2–4								1					=СУММ(ПРОИЗВ (B6:N6;\$B\$3:\$N\$3)	<	3500
По издержкам на материалы	82	84	86	88	81	83	85	87	89	-1			=СУММ(ПРОИЗВ (B7:N7;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Собственные удельные затраты технологий	50	60	70	80	45	55	65	75	85		-1		=СУММ(ПРОИЗВ (B8:N8;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Удельные затраты на разработку и внедрение технологий, у.е./шт.	80	60	50	0	80	55	45					-1	=СУММ(ПРОИЗВ (B9:N9;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Выручка от реализации	250	250	250	250	205	205	205	205	205				=СУММ(ПРОИЗВ (B10:N10;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Целевая функция – прибыль										-1	-1	-1	=СУММ(ПРОИЗВ (B11:N11;\$B\$3:\$N\$3)	макс	

Приложение В

Решение модели учета фактора разнообразия и экономической надежности в стандартной задаче оптимизации инновационного портфеля (1 этап)

	Переменные											Итого	Тип	Объем
	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	x_3	x_4	x_5	x_6	
Ограничения	0	0	0	8250	0	0	0	3500	9000	1831500	1687500	0	4625000	
По объему спроса на продукт А	1	1	1	1										8250
По объему спроса на продукт Б					1	1	1	1	1					12500
По мощности технологий 2–4								1						3500
По издержкам на материалы	82	84	86	88	81	83	85	87	89	-1				0
Собственные удельные затраты технологий	50	60	70	80	45	55	65	75	85		-1			0
Удельные затраты на разработку и внедрение технологий, у.е./шт.	80	60	50	0	80	55	45					-1		0
Выручка от реализации	250	250	250	250	205	205	205	205	205				-1	0
Целевая функция – прибыль										-1	-1	-1	1	1106000 макс

Приложение Г

Структурная модель учета фактора разнообразия и экономической надежности
в стандартной задаче оптимизации инновационного портфеля (2 этап)

	Переменные										Итого	Тип	Объем			
	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	x_3				x_4	x_5	x_6
Ограничения																
По объему спроса на продукт А	1	1	1	1										=СУММПРОИЗВ (B4:N4;\$B\$3:\$N\$3)	<	5050
По объему спроса на продукт Б					1	1	1	1	1	1				=СУММПРОИЗВ (B5:N5;\$B\$3:\$N\$3)	<	7300
По мощности технологии 2-5										1				=СУММПРОИЗВ (B6:N6;\$B\$3:\$N\$3)	<	5600
По мощности технологии 2-4								1						=СУММПРОИЗВ (B7:N7;\$B\$3:\$N\$3)	<	3650
По мощности технологии 1-4					1									=СУММПРОИЗВ (B8:N8;\$B\$3:\$N\$3)	<	5250
По издержкам на материалы	82	84	86	88	81	83	85	87	89	-1				=СУММПРОИЗВ (B9:N9;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Собственные удельные затраты технологий	50	60	70	80	45	55	65	75	85		-1			=СУММПРОИЗВ (B10:N10;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Удельные затраты на разработку и внедрение технологий, у.е./шт.	80	60	50	0	80	55	45					-1		=СУММПРОИЗВ (B11:N11;\$B\$3:\$N\$3)	=	0
Выручка от реализации	250	250	250	250	205	205	205	205	205	205			-1	=СУММПРОИЗВ (B12:N12;\$B\$3:\$N\$3)	=	0

Приложение Д

Решение модели учета фактора разнообразия и экономической надежности
в стандартной задаче оптимизации инновационного портфеля (2 этап)

	Переменные											Итого	Тип	Объем
	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	X3	X4	X5	X6	
Ограничения	0	0	0	5050	0	0	0	1700	5600	1090700	1007500	0	2759000	
По объему спроса на продукт А	1	1	1	1										5050
По объему спроса на продукт Б					1	1	1	1	1					7300
По мощности технологии 2–5									1					5600
По мощности технологии 2–4								1						3650
По мощности технологии 1–4				1										5050
По издержкам на материалы	82	84	86	88	81	83	85	87	89	-1				0
Собственные удельные затраты технологий	50	60	70	80	45	55	65	75	85		-1			0

Приложение Е

Структурная модель двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша (1 стадия)

	Изменяемые ячейки	Начальные данные					
	Ограничения		X1	Тип ограничения	Объем ограничения		
1	По приросту инвестиционных затрат (не больше чем в 2 раза)	0	3,75	<	=C13		
2	По сокращению времени (не больше чем вполонину)	0	=D11*D\$4	<	=C11/2		
3	По сокращению риска	0	=D16*D\$5	<	0,7		
	Целевая функция – максимальный энтропийный эффект	=C8-C9	=D8-D9	максимум			
	S +	=C\$12/\$C\$17*\$C\$14/ \$C\$18*(1-\$C\$16+C6)	=C\$12/\$C\$17*\$C\$14/ \$C\$18*(1-\$C\$16+D6)				
	S -	=(C\$11-C5)/\$C\$17*(\$C\$13+C4)/ \$C\$18*(1+\$C\$15)	=(C\$11-D5)/\$C\$17* (\$C\$13+D4)/ \$C\$18*(1+\$C\$15)				
	Для справки исходные данные						
	Время, необходимое для внедрения инноваций, лет	2	=2 этап!C12	=МАКС(\$D\$7)			
	Время получения эффекта от инноваций, лет	3		=СУММ(\$D\$4)			

	Ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения, млн. р.	7,5		=D\$4<=П1!\$F\$4	
	Ежегодная дополнительная прибыль от осуществления инновации, млн. р.	8,3		=D\$5<=П1!\$F\$5	
	Оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными	0,1		=D\$6<=П1!\$F\$6	
	Оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной прибыли от внедренной инновации	0,7	=2 этап!\$C13	= {100:10000; 0,000001:0,05:ЛОЖЬ; ЛОЖЬ:ЛОЖЬ; 1:1:1:0,0001:ИСТИНА}	
	Запас времени	7			
	Ежегодная прибыль	30			

Приложение Ж

Решение модели двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша (1 стадия)

	Проект 1					
	Изменяемые ячейки	Начальные данные				
	Ограничения		X1	Тип ограничения	Объем ограничения	
1	По приросту инвестиционных затрат (не больше чем в 2 раза)	0	7,5	<	7,5	
2	По сокращению времени (не больше чем вполовину)	0	1	<	1	
3	По сокращению риска	0	0,093333	<	0,7	
	Целевая функция – максимальный энтропийный эффект	-0,001428571	0,022571	максимум		
	S+	0,077142857	0,101143			
	S-	0,078571429	0,078571			
	Соотношение сокращения времени к росту капитальных затрат	0,133333333		0,022571		
	Соотношение сокращения риска к росту капитальных затрат	0,093333333		1		
	Время, необходимое для внедрения инновации, лет	2		ИСТИНА		

	Время получения эффекта от инновации, лет	3		ИСТИНА	
	Ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения, млн. р.	7,5		ИСТИНА	
	Ежегодная дополнительная прибыль от осуществления инновации, млн. р.	18,0			
	Оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными	0,1		100	
	Оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной прибыли от внедренной инновации	0,7			
	Запас времени	7			
	Ежегодная прибыль	30			

Структурная модель двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша (2 стадия)

[illegible]

Приложение К Решение модели двухстадийной оптимизации комплексного выигрыша (2 стадии)

		Переменные												
	Изменяемые ячейки	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1		
	Ограничения	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Итого	Тип ограничения	Объем ограничения
1	По ежегодным инвестиционным затратам	15,0	7,3	12,0	18,0	12,5	4,5	11,3	9,5	8,4	3,0	27,23333	<	30
2	По текущим затратам	2,5	5	7,5	10	2,5	2	1,5	1	0,5	1	5	<	20
3	По трудовым ресурсам исследователей	3	5	2	4	2	3	4	2	5	1	13	<	20
Целевая функция – максимальный энтропийный выигрыш		0,02257	-0,05881	0,07523	0,09346	0,01738	0,02571	0,08880	0,00571	0,19952	0,03714	0,35119	максимум	
0,35119														
10														
ИСТИНА														
ИСТИНА														
ИСТИНА														
ИСТИНА														
100														

Приложение Л

Имитационная модель инновационного поведения фирм

Постановка задачи

Имеется фирма, которая занимается реализацией инноваций. Все показатели генерируются случайным образом. Отдельно генерируются первоначальные показатели фирмы и показатели инновационных проектов. Сгенерированные инновации помещаются в банк инноваций, из которого фирма должна выбрать лучшую инновацию. Лучшая инновация выбирается на основе формулы для расчета энтропийного выигрыша. Далее проверяются возможности фирмы по реализации инновации, то есть проверяется, хватит ли у фирмы начального капитала и времени на реализацию выбранного инновационного проекта. Если все условия соблюдаются, фирма реализует выбранную инновацию, что приводит к изменению ключевых показателей ее деятельности: ежегодной прибыли и капитала. Затем цикл отбора и реализации инновационного проекта повторяется несколько раз в течение заданного промежутка времени. Результаты имитации выводятся в виде графиков.

Принятые условные обозначения

Все обозначения приведены в таблице Л1.

Таблица Л1

Условные обозначения модели

Обозначение	Единица измерения	Расшифровка
<i>Показатели фирмы</i>		
T	годы	Запас времени в соответствии с прогнозом уровня энтропии (срок жизни фирмы, которая не реализует инновации)
K	млн. руб.	Капитал фирмы
M	млн. руб.	Ежегодная прибыль фирмы
<i>Показатели инновационного проекта</i>		
$t1$	годы	Время, необходимое для внедрения инновации
$t2$	годы	Время получения эффекта от инновации
$m1$	млн. руб.	Ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения
$m2$	млн. руб.	Ежегодная дополнительная прибыль от существующих инноваций
$p1$	–	Оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными
$p2$	–	Оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной прибыли от внедрения инноваций

Формулы. Пояснение формул

Формула для отбора инновационного проекта на базе максимизации энтропийного выигрыша:

$$I = \max (\Delta S_i),$$

$$\Delta S = S^+ - S^-,$$

при условии $\Delta S > 0$,

при этом:

$$S^- = \frac{t1}{T} * \frac{m1}{M} * (1 + p1), \quad (Л3)$$

$$S^+ = \frac{t2}{T} * \frac{m2}{M} * (1 - p2), \quad (Л4)$$

Формула для расчета изменения капитала фирмы под влиянием реализации инновационного проекта:

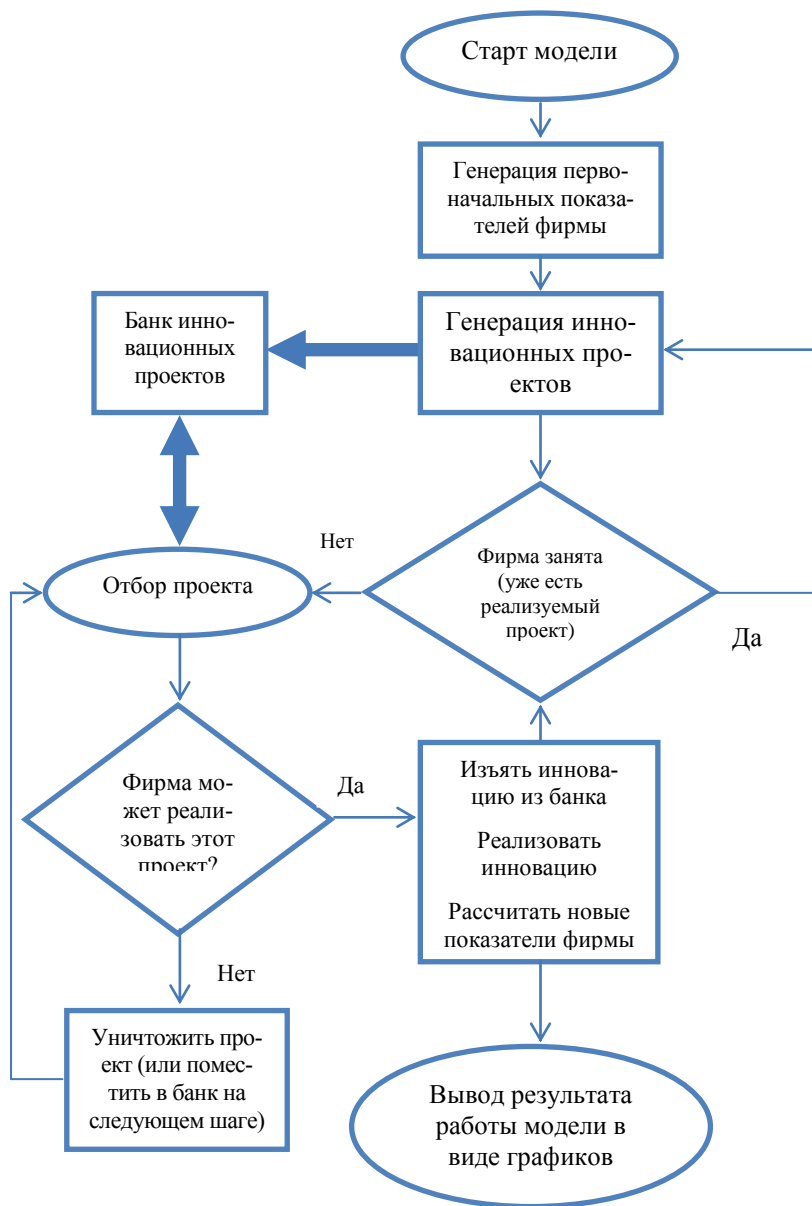
$$K_{t+1} = K_t + M - m1_t(1+p1) + m2_t(1-p1), \quad (Л5)$$

где t – номер шага реализации модели (1 шаг равняется 1 году).

Условия (ограничения) модели

1. Все генерируемые показатели должны быть положительными числами $T, K, M, t1, t2, m1, m2, p1, p2 > 0$.
2. Срок внедрения инновации не должен превышать запаса времени фирмы: $t1 < T$.
3. Общие затраты на инновационный проект не должны превышать финансовых возможностей фирмы: $m1*t1 < (K + M*t1)$.
4. Если фирма уже реализует инновационный проект, то она не может начинать новый (в дальнейшем планируется снять это ограничение).
5. Если инновационный проект не был выбран фирмой за определенный промежуток времени, то он уничтожается (моральный износ).
6. Если инновационный проект не может быть реализован фирмой в связи с невыполнением условий 2 и 3, то он уничтожается (однако может и возвращаться в банк, но на следующем шаге).

Блок схема работы модели



Активный объект Main

В активном объекте Main выполняется вся логика работы модели. На данный момент активный объект содержит в себе активный объект Firma и компоненты основной библиотеки. На рис. 1. представлен активный объект Main и все компоненты, которые он включает.

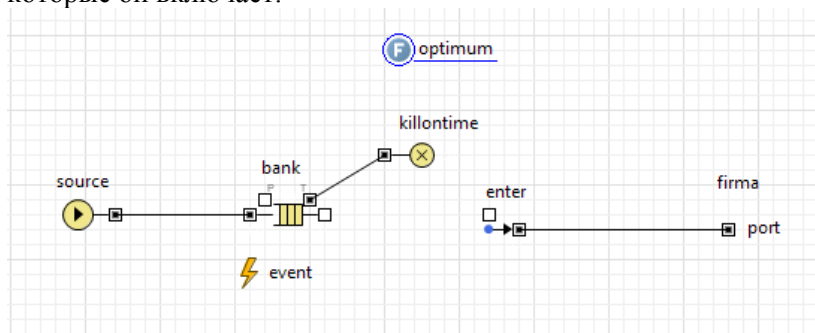
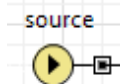


Рис. Л1. Активный объект Main

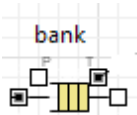
Основные компоненты активного объекта Main:



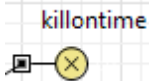
1. Источник генерирует одну заявку типа Innovation (инновационный проект).

Класс Innovation – обычный Java класс с дополнительными полями, такими как:

- t1 – время, необходимое для внедрения инновации, лет;
- t2 – время получения эффекта от инновации, лет;
- m1 – ежегодные капитальные затраты на инновацию на этапе внедрения, ден. ед;
- m2 – ежегодная дополнительная прибыль от существующих инноваций, ден. ед;
- p1 – оценка риска (неопределенности) превышения капитальных затрат над запланированными;
- p2 – оценка риска (неопределенности) неполучения дополнительной прибыли от внедрения инноваций.



2. Очередь хранит заявки типа Innovation (то есть сгенерированные инновационные проекты).

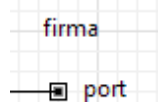


3. Компонент Sink уничтожает заявки в очереди по прошествии некоторого времени (моральный износ).

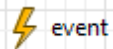
enter



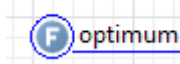
4. Enter – это компонент, позволяющий захватывать заявки из основного потока и перемещать их в произвольный поток, этот элемент необходим для отбора инновационных проектов.



5. Объект Firma – это объект, описывающий поведение инновационной фирмы.



6. Компонент Event – это событие, цель которого проверять, готова ли фирма к реализации заявки (не занята ли она в данный момент реализацией инновационного проекта).



7. Функция optimum выбирает наилучшую заявку для фирмы.

Исходный код функции optimum представлен в листинге 1.

```
@param переменная frm содержит объект фирмы
@param переменная bank содержит банк инноваций
@return Возвращает объект Pair( с англ. Пара) с позицией мак-
симально эффективной инновации для фирмы и ее значением
функции ее энтропийного выигрыша
Pair optimum(Firma frm,Queue bank){
double max = 0; // Максимальное значение функции эн-
тропийного выигрыша
```



```

int pos = 0; // Позиция инновации с максимальным
показателем
for (int i = 0; i < bank.size(); i++) // Итерация по банку инно-
ваций
{
    double Sminus = (((Innova-
tion)(bank.get(i))).t1/frm.T)*(((Innovation)(bank.get(i))).m1/frm.M)*
(1+(((Innovation)(bank.get(i))).p1); // Реализация формул
    double Splus = (((Innova-
tion)(bank.get(i))).t2/frm.T)*(((Innovation)(bank.get(i))).m2/frm.M)*
(1-(((Innovation)(bank.get(i))).p2); // см. руководство

    if ( ((double)(Splus-Sminus)) > max ) // Проверка очередного
значения функции энтропийного выигрыша на максимум с теку-
щим значением максимума
    {
        max = ((double)(Splus-Sminus));
        pos = i;
    }
}
return new Pair(pos,max); // Возвращает объект Pair(
с англ. Пара ) с позицией максимально эффективной инновации
для фирмы переданной в параметре и ее значением

```

Листинг Л1. Исходный код функции optimum

Активный объект Firma

Активный объект фирма описывает поведение смоделиро-
ванной в условиях задачи фирма. Реализует всю логику работы
фирмы. На рис 2. Представлены основные компоненты активно-
го объекта Firma.

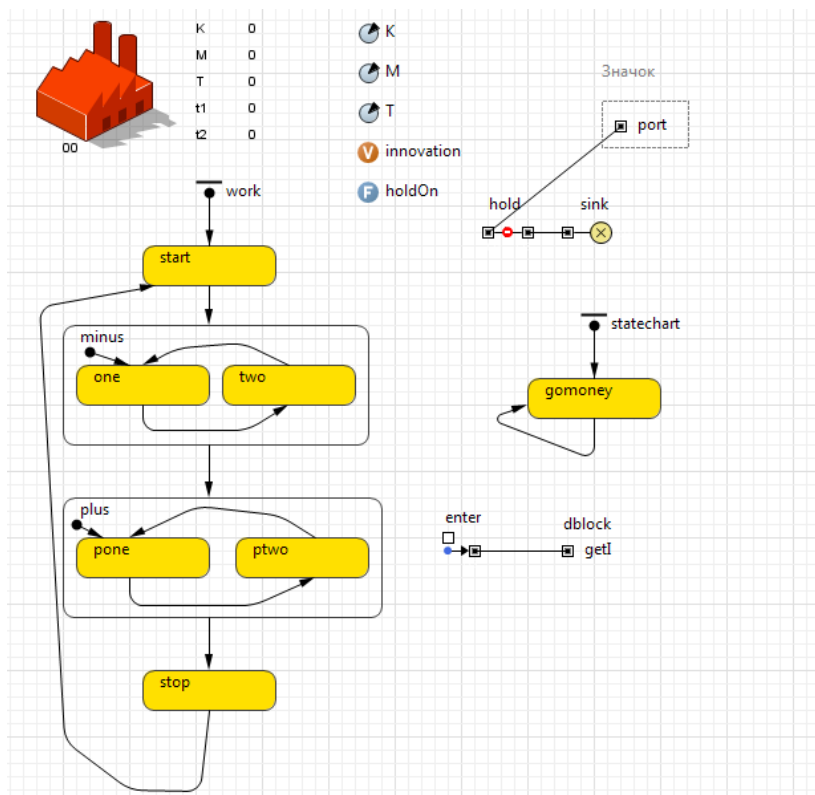




Рис. Л2. Активный объект Firma

Основные компоненты активного объекта Firma:


1. Компонент Hold  – блокирует поток заявок. Когда фирма уже реализует инновационный проект, она больше не может реализовывать никаких других и поток временно блокируется.


2. Компонент Port  осуществляет связь с внешним миром. Если конкретнее, то через него объект взаимодействует

с другими объектами. В нашем случае через него поступают заявки (инновации).



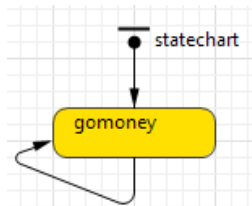
3. Параметры K, M, T – это сгенерированные первоначальные параметры, то есть капитал фирмы, ежегодная суммарная прибыль, запас времени соответственно.


4. Переменная innovation  innovation содержит экземпляр инновационного проекта, отобранный функцией optimum.

5. Функция holdOn  holdOn нужна для проверки того, может ли фирма взяться реализовывать эту инновацию. Ее исходный код приведен в листинге 2.

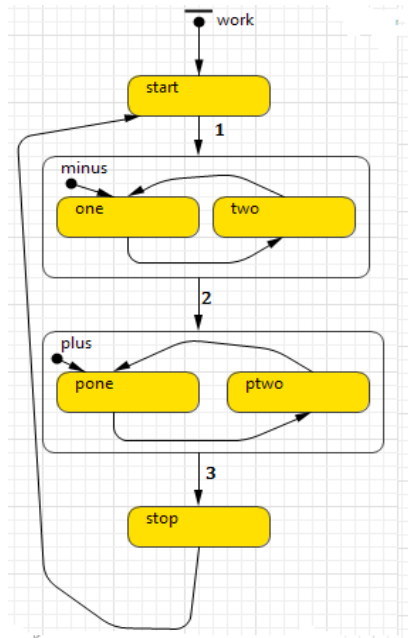
```
@param переменная frm содержит объект фирмы
@param переменная inv содержит экземпляр инновации
@return возвращает true если фирма может реализовать заявку
boolean holdOn(Innovation inv, Firma frm){
    if ( (inv.m1*inv.t1*(1+inv.p1) ) <= (frm.K + (frm.M * inv.t1) ) && (inv.t1
    <= frm.T) ) // Проверка условия
    {
        return true;
    }
    return false;
}
```

Листинг Л2. исходный код функции holdOn



6. Диаграмма состояния  . Ее функция на каждом модельном шаге времени, которое характеризует год работы фирмы, прибавляет к капиталу фирмы ее ежегодную прибыль до реализации инновационных проектов. Расчет по формуле $K = K + M$ (предполагается изменить формулу таким

образом, чтобы ежегодная прибыль сокращалась, если фирма не реализует инновационных проектов, причем в соответствии с запасом времени).



7. Диаграмма состояния – это ключевой элемент активного объекта Firma. Начинает фирма свою работу по пришествии сигнала “start”. Контролирует этот переход стрелка, помеченная номером 1. Диаграмма состояния реализует 2 цикла. Они охарактеризованы в двух блоках minus и plus. Блок minus реализует затраты фирмы на реализацию инновации. Этот блок будет работать столько времени, какое значение содержится в параметре t1 инновации. Контролирует этот переход стрелка, помеченная номером 2. Формулы, используемые в этом блоке: $K = K - \text{innovation.m1} * (1 + \text{innovation.p1})$. Блок plus реализует прибыль фирмы от реализации инновации. Этот блок будет работать столько времени, какое значение содержится в параметре t2 инновации. Контролирует этот переход стрелка, помеченная номером 3. Формулы, используемые в этом блоке: $K = K + M + \text{innovation.m2} * (1 - \text{innovation.p2})$; $M = M + \text{innovation.m2} * (1 - \text{innovation.p2})$.

Логика работы активного объекта Firma

Когда фирма готова к реализации инновации, то объект hold находится в открытом состоянии. После прихода очередной заявки через объект port она проверяется функцией holdOn. Если проверка прошла успешно, то фирма реализует эту инновацию и экземпляр заявки присваивается переменной innovation и отсылается сигнал “start” диаграмме состояний. Если нет, то заявка уничтожается (опционально можно вернуть в поток, но только на следующем шаге). При этом, когда фирма реализует инновацию, объект hold блокирует поток заявок.

Научное издание

**Исламутдинов Вадим Фаруарович,
Семенов Сергей Петрович**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИННОВАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ**

Оригинал-макет подготовлен
Управлением по информационной политике ЮГУ

Подписано в печать 06.06.2012
Формат 60х84/16. Гарнитура Times New Roman.
Усл. п. л. 12,9. Тираж 50 экз. Заказ № 162.

Управление по информационной политике
Югорского государственного университета
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16