А.С. Тарапанов
А.А. Тарапанов
Г.А. Харламов

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

ОРЛОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени И.С. Тургенева

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»

А.С. Тарапанов, А.А. Тарапанов, Г.А. Харламов

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Орёл
ОГУ имени И.С. Тургенева
Орел 2017

УДК 621.757.006.3.001.66
ББК 3468-4-02я73
Т19

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
ОГУ имени И.С. Тургенева.
Протокол № 5 от 26.12.2016 г.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Брянский государственный технический университет»
А.В. Хандожко,

доктор экономических наук, профессор,
председатель совета НП СРО «Содействие»
В.Н. Романчин

Тарапанов, А.С.
Т19 Управление инновационными проектами: учебное пособие / А.С. Тарапанов, А.А. Тарапанов, Г.А. Харламов. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017. – 196 с.

ISBN 978-5-9929-0403-1

В учебном пособии дается определение инноваций, описываются содержание, структура и этапы инновационного процесса. Значительное внимание уделяется вопросам поиска идей инноваций, численному прогнозированию параметров инновационных процессов в области технологии машиностроения. Приводятся примеры расчета экономической эффективности инноваций.

Предназначено студентам высших учебных заведений, обучающимся по направлению подготовки дипломированных специалистов 151900.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», изучающим дисциплины «Управление инновационными проектами», «Современные проблемы науки в машиностроении», «История и методология науки в машиностроительных производствах», «Экономическое обоснование научных решений».

УДК 621.757.006.3.001.66
ББК 3468-4-02я73

ISBN 978-5-9929-0403-1
© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ 5
1.1. Определение и содержание инноваций 5
1.2. Инновационное проектирование 17
2. ПОИСК ИДЕЙ ИННОВАЦИЙ 36
2.1. Эвристический подход в поиске инноваций 36
2.2. Генерирование и представление знаний 58
3. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ 78
3.1. Управление жизненным циклом изделий 78
3.2. Функциональное назначение изделий машиностроения 82
3.3. Влияние технологий на обеспечение надежности изделий 85
3.4. Особенности технологической системы с позиции надежности 89
3.5. Методы обеспечения надежности технологического процесса 91
3.6. Контроль стабильности технологических процессов и оценка их надежности 94
3.7. Дефекты и неисправности изделий в процессе серийного производства 97
3.8. Управление жизненным циклом в компьютерно-интегрированном производстве 101
3.9. Автоматизация поддержки жизненного цикла изделий машиностроения. CALS-технологии 108
3.10. Комплексный метод анализа процессов лезвийной обработки 115
4. КОНЕЧНЫЙ ЭТАП ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ 143
4.1. Экономическая эффективность инноваций 143
4.2. Приемы управления инновациями 153
4.3. Примеры реинжиниринга 171
4.4. Характеристики процесса реинжиниринга 176
4.5. Приемы, воздействующие на реализацию, продвижение и диффузию инноваций 179
ЛИТЕРАТУРА 194

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающее воздействие науки и техники на все стороны социально-экономической жизни обуславливает интерес, проявляющийся к инновациям или нововведениям в такой фундаментальной области промышленности, как машиностроение. Именно в этой отрасли внедрение инноваций обеспечивает гарантированный, постоянный рост производства, увеличивая при этом конкурентоспособность производимой продукции.

В настоящем пособии, соединившем в себе материалы из различных областей знания, – менеджмента, сущности и управления инновациями, технологии машиностроения и жизненного цикла изделий машиностроительных производств, комплексного метода анализа и управления лезвийной обработкой конструкционных материалов, экономики, экономической эффективности инноваций – изложен материал, позволяющий не только получить представление о сущности инновационного проектирования в машиностроении, но и участвовать в генерировании нововведений. Предложен эвристический подход в поиске инновационных идей, генерирование и представление новых знаний.

Современный экономический рост опирается на интеллектуализацию основных этапов производства. По свидетельству экономистов, на долю новых знаний, воплощаемых в технологиях, оборудовании, образовании кадров, организации производства, в развитых странах приходиться от 70 до 85 % прироста ВВП.

Особенностью современного этапа социально-экономического развития стало широкое применение информационных технологий, многократно расширяющих возможности генерирования и передачи знаний.

Интенсивность инновационного процесса и качество человеческого потенциала определяют в настоящее время возможности и уровень экономического развития – в глобальной экономической конкуренции выигрывают компании, которые обеспечивают благоприятные условия для научно-технического прогресса и инженерно-технического совершенствования.

1. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

1.1. Определение и содержание инноваций

Под инновацией (англ. *innovation* – нововведение, новшество, новаторство) понимаются *«инвестиции в новацию»*.

Новация (лат. novation – изменение, обновление) представляет собой какое-то новшество, которого не было раньше. В соответствии с гражданским правом, новация означает соглашение сторон о замене одного заключенного ими обязательства другим, то есть результат соглашения и есть новация.

Инновация представляет собой материализованный результат, полученный от вложения капитала в новую технику или технологию, в новые формы организации производства труда, обслуживания и управления, включая новые формы контроля, учета, методов планирования, анализа и т.п. [4, 12].

Инновацию можно назвать также инновационным продуктом.

С понятием «инновация» тесно связаны понятия «изобретение» и «открытие».

Под изобретением понимают новые приборы, механизмы, инструменты, другие приспособления, созданные человеком.

Открытием же является процесс получения ранее неизвестных данных или наблюдение ранее неизвестного явления природы.

Открытие отличается от инновации по следующим признакам:

1. Открытие, а также изобретение, делается, как правило, на фундаментальном уровне, а инновация производится на уровне технологического (прикладного) порядка.

2. Открытие может быть сделано изобретателем-одиночкой, а инновация разрабатывается коллективами (лабораториями, отделами, институтами) и воплощается в форме инновационного проекта.

3. Открытие не преследует целью получение выгоды. Инновация же всегда своей главной задачей считает получение какой-либо осязаемой выгоды, в частности – большого притока денег, высокой суммы прибыли, повышение производительности труда и снижение себестоимости производства за счет применения какого-то нововведения в технике и технологии.

Открытие может произойти случайно, а инновация всегда является результатом поиска. Ее не производят случайно. Она требует определенной четкой цели и технико-экономического обоснования.

Термин и понятие «инновация» как новую экономическую категорию ввел в научный оборот австрийский (позже американский) ученый Йозеф Алоиз Шумпетер (J.A. Schumpeter, 1883 – 1950 гг.) в первом десятилетии XX века. В своей работе «Теория экономического развития» (1911) Й. Шумпетер впервые рассмотрел вопросы новых комбинаций изменений в развитии (то есть вопросы инновации) и дал полное описание инновационного процесса.

Й. Шумпетер выделял пять изменений в развитии:

1) использование новой техники, технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства;

2) внедрение продукции с новыми свойствами;

3) использование нового сырья;

4) изменения в организации производства и в его материально-техническом обеспечении;

5) появление новых рынков сбыта.

Сам термин «инновация» Й. Шумпетер стал использовать в 30-е годы XX века. При этом под инновацией Й. Шумпетер подразумевал изменение с целью внедрения и использования новых видов потребительских товаров, производственных, транспортных средств, рынков и форм организации в промышленности.

Согласно Й. Шумпетеру, инновация является главным источником прибыли: «...прибыль, по существу, является результатом выполнения новых комбинаций», «...без развития нет прибыли, без прибыли нет развития».

Книги Й. Шумпетера послужили толчком к работе других ученых в области инноваций.

В современной экономике роль инноваций значительно возросла. Это вызвано тем, что в рыночной экономике инновации представляют собой оружие конкуренции, так как ведут к снижению себестоимости и цен, росту прибыли, созданию новых потребностей, притоку денег, повышению имиджа (рейтинга) производителя новых продуктов, открытию и захвату новых рынков, в том числе и внешних.

В настоящее время описание технологических инноваций базируется на международных стандартах, рекомендации по которым были приняты в Осло в 1992 г. (так называемое «Руководство Осло»). Эти стандарты охватывают новые продукты и новые процессы, а также их значительные технологические изменения. Существуют два типа технологических инноваций:

- продуктовая инновация;
- процессная инновация.

Продуктовая инновация своей задачей считает внедрение новых или усовершенствованных продуктов. Поэтому продуктовые инновации подразделяют на два вида:

– базисная продуктовая инновация;

– улучшающая продуктовая инновация.

Процессная продуктовая инновация представляет собой освоение новых форм и методов организации производства при выпуске новой продукции. При этом имеется в виду, что выпуск новой продукции можно организовать при уже имеющихся технологии, оборудовании, энергетических ресурсах и использовании традиционных методов организации производства и управления.

Употребляя понятие «международные стандарты», следует иметь в виду, что юридически оформленных международных стандартов нет, а есть стандарты, которые применяются какой-то группой стран с учетом их юрисдикции. Юрисдикция представляет собой правовую сферу, на которую распространяются полномочия данного государственного органа. Например, в Европе действуют две глобальные правовые системы: островная, или англосаксонская, и континентальная, или франко-германская. В США одна правовая система, в странах Латинской Америки – другая.

Российскими официальными терминами по инновации являются термины, используемые в «Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998 – 2000 годы», одобренной постановлением Правительства РФ от 24 июля 1998 г. № 832. Такими терминами являются:

1. «Инновация» (нововведение) – конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности.

2. «Инновационная деятельность» – процесс, направленный на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.

Рассматривая данное определение инновационной деятельности, следует указать на отсутствие в нем понятия «разработки инновации».

Инновационная деятельность означает весь без исключения инновационный процесс, начиная с появления идеи и заканчивая диффузией продукта.

Более точным определением инновационной деятельности являются следующее: «инновационная деятельность – это процесс, направленный на разработку инноваций, реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки».

С инновационной деятельностью связан ряд понятий:

1. «Государственная инновационная политика» – определение органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской Федерации целей инновационной стратегии и механизмов поддержки приоритетных инновационных программ и проектов.

2. «Инновационный потенциал (государства, отрасли, организации)» – совокупность различных видов ресурсов, включая материальные, финансовые, интеллектуальные, научно-технические и иные ресурсы, необходимые для осуществления инновационной деятельности.

3. «Инновационная сфера» – область деятельности производителей и потребителей инновационной продукции (работ, услуг), включающая создание и распространение инноваций.

4. «Инновационная инфраструктура» – организации, способствующие осуществлению инновационной деятельности (инновационно-технологические центры, технологические инкубаторы, технопарки, учебно-деловые центры и другие специализированные организации).

5. «Инновационная программа» (федеральная, межгосударственная, отраслевая) – комплекс инновационных проектов и мероприятий, согласованный по ресурсам, исполнителям и срокам их осуществления и обеспечивающий эффективное решение задач по освоению и распространению принципиально новых видов продукции (технологии).

Инновация – категория экономическая. Как категория (греч. *kategoria* – высказывание, суждение) инновация отражает наиболее общие и существенные свойства, признаки, связи и отношения производства и реализации нововведений.

Сущность категории проявляется в ее функциях. Функция (лат. *finctio* – исполнение, совершение) экономической категории выражает внешнее проявление ее свойств в данной системе отношений. Функции инновации отражают ее назначение в экономической системе государства и ее роль в хозяйственном процессе.

Инновация является реализованным на рынке результатом, полученным от вложения капитала в новый продукт или операцию (технологию, процесс). При реализации инновации, предложенной к продаже, происходит обмен «деньги – инновация». Денежные средства, полученные предпринимателем (продуцентом, инвестором-продавцом) в результате такого обмена, во-первых, покрывают расходы по созданию и продаже инноваций, во-вторых, приносят прибыль от реализации инноваций, в-третьих, выступают стимулом к созданию новых инноваций, в-четвертых, являются источником финансирования нового инновационного процесса.

Исходя из этого, можно сказать, что инновация выполняет следующие три функции:

1) воспроизводственную;

2) инвестиционную;

3) стимулирующую.

Воспроизводственная функция означает, что инновация представляет собой важный источник финансирования расширенного воспроизводства.

Денежная выручка, полученная от продажи инновации на рынке, создает предпринимательскую прибыль, которая выступает источником финансовых ресурсов и одновременно – мерой эффективности инновационного процесса.

Предпринимательская прибыль может направляться на расширение объемов производственно-торговой, инвестиционной, инновационной и финансовой деятельности.

Таким образом, получение прибыли от инновации и использование ее в качестве источника финансовых ресурсов составляет содержание воспроизводственной функции инновации.

Прибыль, полученная за счет реализации инновации, может использоваться по различным направлениям, в том числе и в качестве капитала. Капитал представляет собой деньги, предназначенные для извлечения прибыли. Этот капитал может направляться на финансирование, как всех инвестиций, так и конкретно новых видов инноваций. Таким образом, использование прибыли от инновации для инвестирования составляет содержание инвестиционной функции инновации.

Получение предпринимателем прибыли за счет реализации инновации прямо соответствует целевой функции любого коммерческого хозяйствующего субъекта. Это совпадение служит стимулом предпринимателя к новым инновациям; побуждает его постоянно изучать спрос, совершенствовать организацию маркетинговой деятельности, применять более современные приемы управления финансами (реинжиниринг, бранд-стратегия, бенчмаркинг и др.). Все вышеперечисленное составляет содержание стимулирующей функции инновации.

Научно обоснованная классификация должна отвечать на три вопроса:

1. Какова цель инновации?
2. Форма реализации инновации?
3. Сфера (место) применения инновации?

Эти три момента (цель, форма и место применения) образуют систему классификационных признаков, включающую в себя:

1) целевой признак;
2) внешний признак;
3) структурный признак.

Цель представляет собой замысел, то есть заранее намеченное к достижению задание. Целевой признак классификации инноваций дает ответ на вопрос, что является целью инновации: решение немедленной задачи (текущей) или задачи будущего времени (стратегической)?

Эти две цели определяются причинами возникновения потребности в данной инновации.

Текущая потребность в инновации вызывается наличием кризиса хозяйственного или другого процесса и необходимостью немедленной ликвидации этого кризиса за счет нововведений.

Такое нововведение представляет собой кризисную инновацию. Главным признаком, определяющим кризисную инновацию, является решение проблемы реализации товара (работы, услуги) в связи с падением спроса на этот товар и уменьшением объема его продажи, а также решение более сложной проблемы – выживания хозяйствующего субъекта на рынке в условиях жесткой конкуренции. Кризисная инновация направлена на ликвидацию организационного, производственного, экономического или финансового кризиса данного хозяйствующего субъекта.

Стратегическая потребность – это потребность в инновации на перспективу. Она вызвана перспективными прогнозами хозяйствен-

ной деятельности, например, прогнозами потерь конкурентоспособности товара, падением имиджа хозяйствующего субъекта, его возможным банкротством и т.п. Целью инновации здесь является повышение конкурентоспособности продукта и всего хозяйствующего субъекта в будущем. Такая инновация представляет собой инновацию развития.

Таким образом, по целевому классификационному признаку инновации можно подразделить:

– на кризисные инновации;

– инновации развития.

Внешний классификационный признак указывает на форму реализации инновации.

По внешнему классификационному признаку инновации бывают:

– в форме продукта;

– операции.

Инновация в форме продукта (лат. productus – произведенный) представляет собой результат инновации, материализованный в виде вещи (станок, товар, сырье и т.п.).

Инновация в форме операции – это, собственно говоря, процессная инновация. Однако название инновации в форме процесса является неудачным, ведь процесс (лат. *processus* – продвижение) представляет собой последовательную смену состояний или совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата. Поэтому более правильно называть инновацию в форме операции, то есть действия, особенно когда речь идет о финансовой операции.

Инновация в форме операции (лат. *operatic* – действие) представляет собой результат инновации, направленный на осуществление определенного действия и выраженный определенными правилами, инструкциями, условиями действия и т.п. К этим инновациям относятся технология производства продукции, обслуживания населения, формы торговли, финансовые операции, договор банковского счета, операции по поглощению других предприятий (мэрджер), операции по захвату рынка и т.д.

Структурный классификационный признак показывает, для какой отрасли народнохозяйственного комплекса или для какой сферы экономических отношений предназначена данная инновация.

Структурный классификационный признак определяет групповой состав инноваций как единой сферы экономических интересов государства.

По структурному классификационному признаку инновации бывают:

- производственно-торговые;
- социально-экономические;
- финансовые;
- управленческие.

Классификация инноваций показана на рис. 1.1.

Классификационная схема инноваций включает в себя вид и форму инновации.

Вид инновации представляет собой совокупность отдельных инноваций, сведенных в единую группу по определенным приметам (знакам), позволяющим отличить эту группу инноваций от других групп. Например, в инновациях, выделенных по целевому признаку, видами инноваций являются кризисная инновация и инновация развития, а в инновациях, выделенных по внешнему признаку, видами инноваций являются продукт и операция, и т.п.

Вид инноваций включает в себя разные формы инноваций. Форма инноваций – это группа инноваций, объединенных единым способом существования или единой сущностью какого-либо нововведения. Это новая техника, новый товар, новый страховой продукт, новый туристский продукт (тур, круиз, туристский маршрут и т.п.), новая технология производства продукции и т.п.

Для успешного управления инновационной деятельностью необходимо тщательное изучение инноваций. Прежде всего, необходимо уметь отличать инновации от несущественных видоизменений в продуктах и технологических процессах (например, эстетические изменения цвета, формы и т.п.); незначительных технических или внешних изменений в продуктах, оставляющих неизменными конструктивное исполнение и не оказывающих достаточно заметного влияния на параметры, свойства, стоимость изделия, а также входящих в него материалов и компонентов; от расширения номенклатуры продукции за счет освоения производства не выпускавшихся прежде на данном предприятии, но уже известных на рынке продуктов с целью удовлетворения текущего спроса и увеличения доходов предприятия.

Новизна инноваций оценивается по технологическим параметрам, а также с рыночных позиций. С учетом этого строится классификация инноваций.

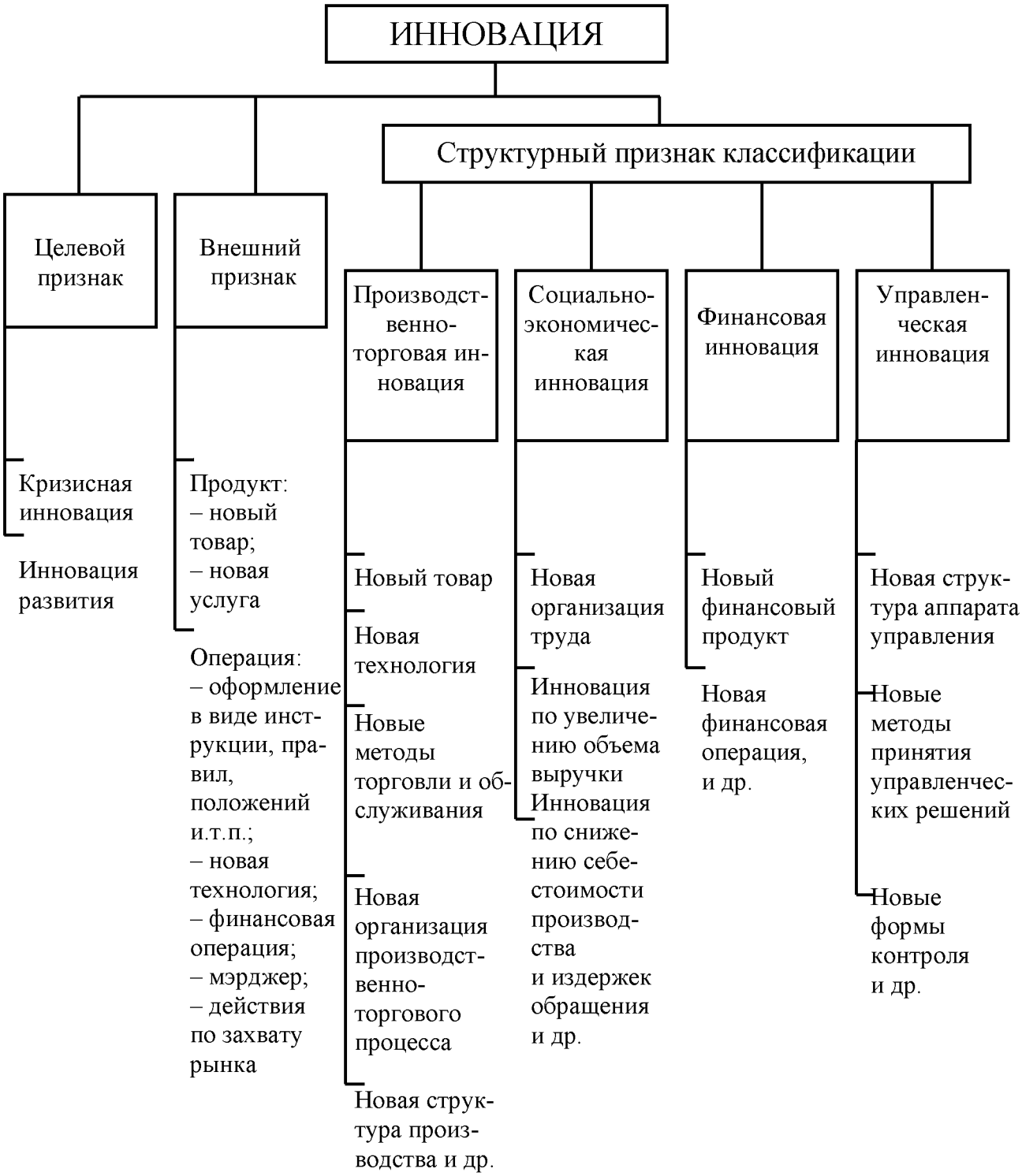


Рис. 1.1. Классификация инноваций

В зависимости от технологических параметров инновации подразделяются на продуктовые и процессные.

Продуктовые инновации включают применение новых материалов, полуфабрикатов и комплектующих, получение принципиально новых продуктов. Процессные инновации означают новые методы организации производства (новые технологии). Процессные инновации могут быть связаны с созданием новых организационных структур в составе предприятия (фирмы).

По типу новизны для рынка инновации делятся: на новые для отрасли в мире, для отрасли в стране, для данного предприятия (группы предприятий).

По месту в системе (на предприятии, в фирме) можно выделить:

• инновации на входе предприятия (изменения в выборе и использовании сырья, материалов, машин и оборудования, информации и др.);

• инновации на выходе предприятия (изделия, услуги, технологии, информация и др.);

• инновации системной структуры предприятия (управленческой, производственной, технологической).

В зависимости *от глубины вносимых изменений* выделяют инновации:

• радикальные (базовые);

• улучшающие;

• модификационные (частные).

В Научно-исследовательском институте системных исследований (РНИИСИ) разработана расширенная классификация инноваций *с учетом сфер деятельности предприятия*. По этому признаку выделяются инновации:

• технологические;

• производственные;

• экономические;

• торговые;

• социальные;

• в области управления.

Достаточно полную классификацию инноваций предложил российский ученый А.И. Пригожин:

1. По распространенности:

– единичные;

– диффузные.

2. По месту в производственном цикле:
– сырьевые;
– обеспечивающие (связывающие);
– продуктовые.
3. По преемственности:
– замещающие;
– отменяющие;
– возвратные;
– открывающие;
– ретровведения.
4. По охвату ожидаемой доли рынка:
– локальные;
– системные;
– стратегические.
5. По инновационному потенциалу и степени новизны:
– радикальные;
– комбинаторные;
– совершенствующие.

Четвертое и пятое направления классификации, учитывающие масштаб и новизну инноваций, интенсивность инновационного изменения, в наибольшей степени выражают количественные и качественные характеристики инноваций и имеют значение для экономической оценки их последствий и обоснования управленческих решений.

Оригинальное инновационное наблюдение было сделано известным российским ученым Н.Д. Кондратьевым в 1920-х годах[1].

Н.Д. Кондратьев – автор теории «больших циклов» хозяйственной конъюнктуры. Он обосновал идею множественности циклов и разработал короткие циклические модели (продолжительность 3 – 3,5 года), а также торгово-промышленные (средние) циклы (7 – 11 лет) и большие циклы (48 – 55 лет). Концепция «больших циклов» Н.Д. Кондратьева состоит из следующих основных частей: эмпирическое доказательство «большой модели цикла», некоторые эмпирически установленные закономерности, сопровождающие длительные колебания конъюнктуры, их теоретическое объяснение, или теория «больших циклов» конъюнктуры.

Для обоснования «больших циклов» Н.Д. Кондратьев исследовал обширный фактический материал. Были проанализированы статисти-

[1] Кондратьев Н.Д. Основные проблемы экономической динамики. – М.: Наука, 1991.

ческие данные по четырем ведущим капиталистическим странам – Англии, Франции, Германии, США. Были исследованы динамика цен, проценты на капитал, заработная плата, объем внешней торговли, а также производства основных видов продукции промышленности. Динамика производства угля и чугуна учитывалась Н. Д. Кондратьевым по индексам общемирового производства.

Проведенные исследования выявили наличие циклических волн продолжительностью 48 – 55 лет. Анализ был проведен по данным, охватывавшим период в 140 лет.

По оценке Н.Д. Кондратьева, периодами «больших циклов» с конца XVIII по начало XX в. оказались следующие:

I. 1. Повышательная волна: с конца 1780-х – начала 1790-х гг. до 1810 – 1817 гг.

2. Понижательная волна: с 1810 – 1817 до 1844 – 1851 гг.

II. 1. Повышательная волна: с 1844 – 1851 до 1870 – 1875 гг.

2. Понижательная волна: с 1870 – 1875 до 1890 – 1896 гг.

III. 1. Повышательная волна: с 1890 – 1896 до 1914 – 1920 гг.

2. Вероятная понижательная волна: с 1914 – 1920 гг.

Н.Д. Кондратьев выявил эмпирические закономерности, сопровождающие длительные колебания экономической конъюнктуры. Он считал, что перед началом и в начале повышательной волны каждого большого цикла происходят глубокие изменения в экономической жизни общества, которые выражаются в значительных изменениях техники (чему предшествуют технические открытия и изобретения). Главную роль он отводил научно-техническим новациям. В развитии первой повышательной волны (конец XVIII в.) решающую роль сыграли изобретения и сдвиги в текстильной промышленности и производстве чугуна. Рост в период второй волны (середина XIX в.) был обусловлен прежде всего строительством железных дорог, развитием морского транспорта. Третья повышательная волна (конец XIX – начало XX в.) была связана с изобретениями в сфере электроники и массовым внедрением электричества, радио и других новшеств.

Инновации переводят хозяйственную конъюнктуру с понижательной на повышательную тенденцию, вызывая волнообразование.

Н.Д. Кондратьев показал, что нововведения распределяются по времени неравномерно, появляясь группами, или, говоря современным языком, кластерами. Таким образом, в исследованиях Н.Д. Кондратьева, впервые просматриваются основы так называемого кластерного подхода. Рекомендации Н.Д. Кондратьева могут быть использованы при выработке инновационной стратегии.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое новация и инновация?
2. Инновация – это процесс или результат процесса?
3. Назовите имя ученого, который впервые ввел в научный оборот термин «инновация».
4 Что такое инновационный потенциал?
5. Что такое инновационная сфера?
6. Что входит в понятие «инновационная инфраструктура»?
7. Перечислите и охарактеризуйте классификационные признаки инноваций.
8. Чем кризисная инновация отличается от инновации развития?
9. Что такое инновация в форме продукта?
10. Что такое инновация в форме операции?
11. Чем вид инновации отличается от формы инновации?
12. Перечислите и охарактеризуйте виды инноваций.
13. Перечислите и охарактеризуйте формы инноваций.
14. К какому виду инноваций относится мэрджер?
15. Перечислите и охарактеризуйте функции инновации.
16. Чем инновация отличается от открытия?
17. Как классифицируются инновации?
18. Циклы инноваций по Н.Д. Кондратьеву.

1.2. Инновационное проектирование

Инновационное проектирование – это система управления инновациями, инновационным процессом и отношениями, возникающими в процессе движения инноваций.

Инновационное проектирование основывается на следующих ключевых моментах [4, 12].

1. Целенаправленный поиск идеи, служащей фундаментом для данной инновации.

2. Организация инновационного процесса для данной инновации. Это предполагает проведение целого организационного и технического комплекса работ по превращению идеи в предмет (новый продукт, материализованная форма операции), готовый для продвижения на финансовом рынке и для продажи.

3. Процесс продвижения и реализации инновации на рынке – это целое искусство, требующее творческого подхода и активных действий продавцов.

Инновационное проектирование включает в себя стратегию и тактику управления.

Стратегия определяет общее направление и способ использования средств для достижения поставленной цели. Этому способу соответствует определенный набор правил и ограничений для принятия решений. После достижения поставленной цели стратегия как направление и средство достижения цели прекращает свое существование. Новые цели ставят задачу разработки новой стратегии.

Тактика – это конкретные методы и приемы для достижения поставленной цели в конкретных условиях. Задачей тактики инновационного проектирования является искусство выбора оптимального решения и приемов достижения этого решения, наиболее приемлемых в данной хозяйственной ситуации.

Инновационное проектирование можно рассматривать как систему управления (рис. 1.2).

Рис. 1.2. Схема инновационного проектирования

Система (греч. *systema* – целое, составленное из частей) означает соединение каких-либо элементов в единое целое. Инновационное проектирование состоит из двух звеньев, или подсистем: управляющей подсистемы (субъект управления) и управляемой подсистемы (объект управления). Связь субъекта управления с объектом управления осуществляется посредством передачи информации и представляет собой процесс управления. Таким образом, процесс управления – это

процесс выработки и осуществления управляющего воздействия субъекта управления на объект управления. Выработка управляющего воздействия включает сбор, передачу и обработку необходимой информации и принятие решений. Осуществление управляющего воздействия включает его передачу и, при необходимости, преобразование его в форму, непосредственно воспринимаемую объектом управления.

Субъектом управления в инновационном проектировании может быть один или группа работников (специалистов по маркетингу, по финансам и т.п.), которые посредством различных приемов и способов управленческого воздействия осуществляют целенаправленное функционирование объекта управления.

Объектом управления в инновационном проектировании являются инновации (новые продукты и операции), инновационный процесс и экономические отношения между участниками рынка инноваций (продуцентов, продавцов, покупателей).

Третьим элементом инновационного проектирования является информация, или информационный продукт. Процесс управления инновациями осуществляется через движение информации: внешней, командной, информации о состоянии объекта до управления им и после управления и др. Движение информации – это ее сбор, хранение, переработка, передача, контроль за ее движением и оценка результативности ее использования для воздействия со стороны субъекта управления на объект управления.

Инновационное проектирование выполняет определенные функции, которые обуславливают формирование структуры системы управления. Различают два типа функций проектирования инноваций:

1) функции субъекта управления;
2) функции объекта управления.

К функциям *субъекта* управления относятся:

• прогнозирование;
• планирование;
• организация;
• регулирование;
• координация;
• стимулирование;
• контроль.

К функциям *объекта* управления относятся:

• рисковое вложение капитала;
• организация инновационного процесса;
• организация продвижения инноваций на рынке.

Функции субъекта управления представляют собой общий вид деятельности человека в хозяйственном процессе. Эти функции являются конкретным видом управленческой деятельности. Они последовательно складываются из сбора, систематизации, передачи, хранения информации, выработки и принятия решения, преобразования его в команду.

Функция прогнозирования (от греч. *prognosis* – предвидение) в инновационном проектировании охватывает разработку на длительную перспективу изменения технико-технологического и экономического состояния объекта управления в целом и его различных частей.

Результатом прогнозирования являются предположения о возможном направлении соответствующих изменений. Особенностью прогнозирования инноваций является альтернативность технико-экономических показателей, заложенных в процессе создания инновации. Альтернативность означает необходимость выбора одного решения из взаимоисключающих возможностей.

В этом процессе важное значение имеют правильность определения наметившихся тенденций научно-технического прогресса и тенденций изменения спроса потребителей, а также маркетинговые исследования.

Управление инновациями на основе их предвидения требует выработки у менеджера определенного чутья рыночного механизма и интуиции, а также умения принимать гибкие экстренные решения.

Функция управления планированием охватывает весь комплекс мероприятий, как по выработке плановых заданий в инновационном процессе, так и по воплощению их на практике.

Функция организации в инновационном проектировании сводится к объединению людей, совместно реализующих инвестиционную программу на базе каких-либо правил и процедур. К последним относятся создание органов управления, построение структуры аппарата управления, установление взаимосвязи между управленческими подразделениями, разработка методических указаний, инструкций и т.п.

Функция регулирования (от лат. *regulate* – подчинение определенному закону, порядку) в инновационном проектировании заключается в воздействии на объект управления для достижения состояния устойчивости технико-технологической и экономической систем в случае, когда эти системы отклоняются от установленных параметров.

Функция координации (лат. *co(n)* – с, вместе + *ordinatio* – расположенные в порядке) в инновационном проектировании означает согласованность работ всех звеньев системы управления, аппарата управления и отдельных специалистов. Координация обеспечивает единство отношений субъекта и объекта управления.

Функция стимулирования в инновационном проектировании выражается в побуждении работников к заинтересованности в результатах своего труда по созданию и реализации инноваций.

Функция контроля в инновационном проектировании заключается в проверке организации инновационного процесса, плана создания и реализации инноваций и т.п. Посредством контроля собирается информация об использовании инноваций, ходе жизненного цикла этой инновации, вносятся изменения в инвестиционные программы, организацию инновационного проектирования. Контроль предполагает анализ технико-экономических результатов. Анализ также является частью планирования. Следовательно, контроль в инновационном проектировании должен рассматриваться как оборотная сторона планирования инноваций.

Управляемая подсистема инновационного проектирования, как уже указывалось, выполняет три функции:

1) рисковое вложение капитала;

2) организацию инновационного процесса;

3) организацию продвижения инноваций на рынке.

Рассмотрим подробнее содержание этих функций объекта управления инновации.

Функция рискового вложения капитала проявляется в организации венчурного финансирования инвестиций на рынке инноваций. Вложение капитала в новый продукт или в новую операцию всегда связано с неопределенностью, большим риском, и осуществляется обычно через создание инновационных венчурных фондов.

Содержанием функции организации инновационного процесса является рациональная организация инновационной деятельности по созданию, реализации и диффузии инноваций.

Действие этой функции затрагивает все этапы инновационного процесса.

Функция продвижения и диффузии инновации проявляет себя на рынке и заключается в создании эффективной системы мер по про-

движению и распространению новых продуктов и операций: рекламные мероприятия, захват новых рынков сбыта и т.п.

Организация инновационного проектирования представляет собой систему мер, направленных на рациональное сочетание всех его элементов в едином процессе управления инновациями.

Элементами процесса управления инновациями являются орудия труда, предметы труда, технология инновационного проектирования.

В инновационном проектировании орудием труда служат различные технические средства (аппараты, предназначенные для сбора анализа, хранения и передачи информации (компьютеры, сети Интернета, терминалы, электронные устройства, телефаксы и др.).

Предметом труда является информационный продукт (прежде всего, командная информация).

Технология (греч. *techne* – искусство, мастерство + *logos* – слово, понятие, учение) инновационного проектирования представляет собой совокупность методов и форм реализации информационного продукта как управляющего воздействия на создание, продвижение и диффузию инноваций.

Организация инновационного проектирования (рис. 1.3) связывает указанные выше элементы процесса управления в единую систему функционирования во времени и пространстве.

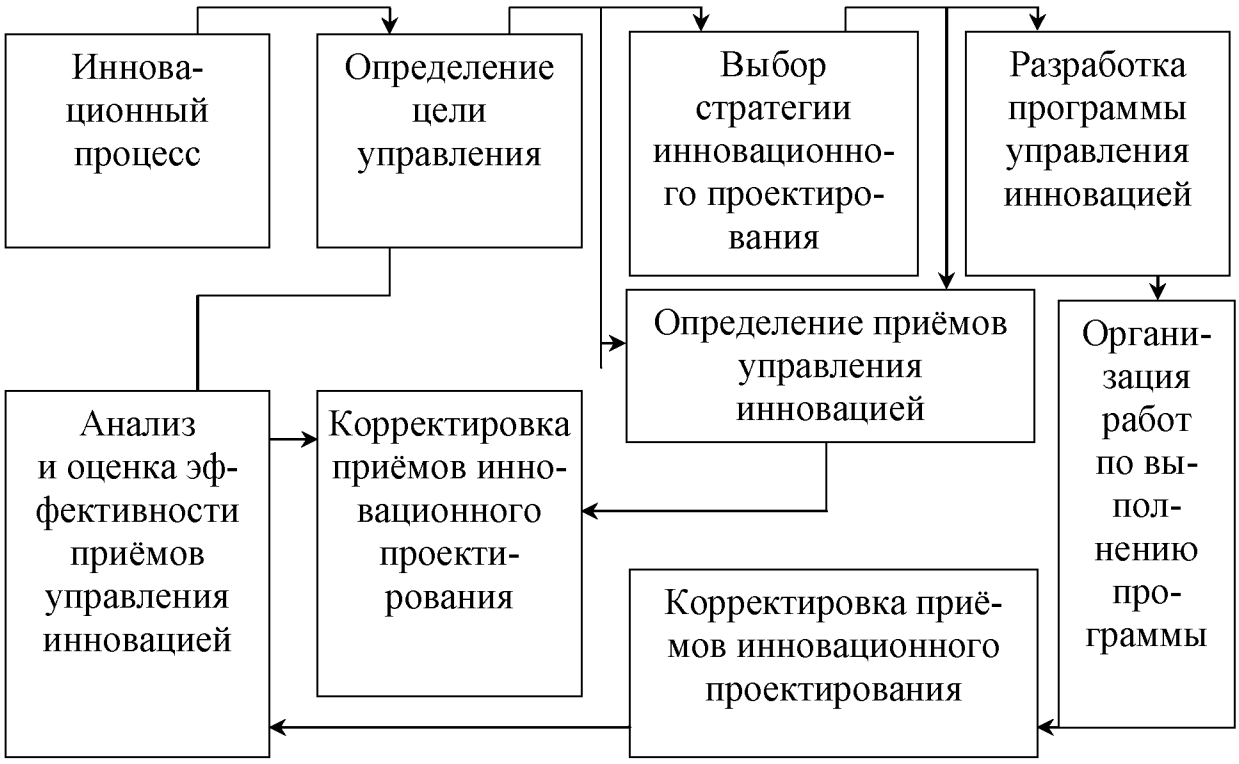


Рис. 1.3. Схема организации инновационного проектирования

Инновационное проектирование состоит из следующих этапов:

1. Инновационный процесс.
2. Определение цели управления инновацией.
3. Выбор стратегии инновационного проектирования.
4. Определение приемов управления инновацией.
5. Разработка программы управления инновацией.
6. Организация работ по выполнению программы.
7. Контроль за выполнением намеченной программы.
8. Анализ и оценка эффективности приемов управления инновацией.
9. Корректировка приемов инновационного проектирования.

Организация инновационного проектирования закладывается уже при создании и реализации инновации, то есть в самом инновационном процессе.

Инновационный процесс служит тем фундаментом прочности, от которого в дальнейшем будет зависеть эффективность использования приемов инновационного проектирования. Он определяет основную идею инновации, характерные черты и специфику функционирования нового продукта или новой операции, особенности их создания, реализации и продвижения на рынке, комплекс мер по эффективному продвижению и приемы, которые следует применять для диффузии конкретной финансовой инновации.

На втором этапе организации инновационного проектирования определяется цель управления данным новым продуктом или операцией. Цель – это результат, который необходимо получить. Целью инновационного проектирования может быть прибыль, привлечение денежных средств, расширение сегмента рынка, выход (то есть захват) на новый рынок, поглощение других институтов, поднятие имиджа и т.п.

Инновации тесно связаны с риском и с рисковым вложением капитала. Поэтому конечная цель инноваций – это оправдание риска, то есть получение максимальной прибыли на все свои затраты (денег, времени, труда). Любое действие, связанное с риском, всегда целенаправленно, так как отсутствие цели делает решение, связанное с риском, бессмысленным. Цель венчурного вложения капитала всегда должна быть четкой.

Следующим важным этапом организации инновационного проектирования является выбор стратегии управления инновациями. От правильно выбранной стратегии управления зависит и правильность

выбора приемов управления инновацией, то есть их результативность и эффективность. На этих двух этапах важная роль принадлежит инженеру, менеджеру, аналитикам, экспертам и консультантам. Главным субъектом управления является менеджер. Он имеет два права: право выбора и право ответственности за этот выбор.

Право выбора означает право принятия решения, необходимого для реализации намеченной цели. Решение должно приниматься менеджером единолично. Для управления инновациями могут быть созданы специализированные группы людей, состоящие из аналитиков, консультантов, экспертов и т.п. Каждый их этих людей выполняет только порученную ему работу и отвечает только за свой участок работ. Эти работники могут подготовить предварительное коллективное решение и принять его простым или квалифицированным (то есть две трети, три четверти или единогласно) большинством голосов.

Однако окончательно выбрать вариант принятия решения должен только один человек, так как одновременно он принимает на себя и ответственность за данное решение, его выполнение и эффективность. Ответственность указывает на заинтересованность лица, принимающего решение, в достижении поставленной инновационным проектированием цели.

При выборе стратегии и приемов управления инновациями часто используется какой-то определенный стереотип, который складывается из опыта и знаний менеджера в процессе его работы, полученной информации, результатов анализа и оценки этой информации, сделанных аналитиками, консультантами, экспертами. Большую роль в принятии эффективного решения играет интуиция менеджера, то есть его чутье, прозорливость и опыт. Наличие стереотипных ситуаций дает менеджеру возможность в определенных типовых ситуациях действовать оперативно и наиболее оптимальным образом. При отсутствии типовых ситуаций менеджер должен переходить от стереотипных решений к поиску оптимальных, приемлемых для себя решений.

Подходы к решению задач по управлению инновациями зависят от цели управления, конкретных задач по управлению и могут быть самыми разными. Поэтому инновационное проектирование обладает многовариантностью.

Многовариантность инновационного проектирования означает сочетание стандартов и неординарности комбинаций, гибкость и неповторимость тех или иных способов действия в конкретной ситуации.

Инновационное проектирование весьма динамично. Эффективность его функционирования во многом зависит от быстроты реакции на изменения условий рынка, экономической ситуации и т.п. Поэтому инновационное проектирование должно базироваться на знании стандартных приемов управления, умении быстро и правильно оценивать конкретную ситуацию в стране, состояние рынка, место и положение на нем данного продуцента, а также способности менеджера как профессионала быстро найти хорошее, если не единственно правильное решение, в данной ситуации в данный момент времени.

В инновационном проектировании готовых рецептов нет и быть не может. Процесс проектирования учит тому, как, зная приемы, методы, способы решения тех или иных задач, добиться ощутимого успеха в конкретной ситуации.

Важными этапами организации инновационного проектирования являются разработка программы управления инновацией и организация выполнения намеченной работы.

Программа – это план. Программа управления инновацией представляет собой согласованный по срокам, результатам и финансовому обеспечению комплекс действий исполнителей для достижения поставленной цели.

Программы могут быть целевыми и рабочими.

Рабочая программа представляет собой программу, разработанную для реализации какой-то частной цели. Рабочая программа – это частная программа.

Целевая комплексная программа есть результат применения программно-целевого метода планирования, который предполагает наличие цели и программы по ее реализации. В этой программе предусматривается: кто, что, когда и за счет каких ресурсов должен сделать для создания и управления инновациями.

Программно-целевой метод планирования инноваций представляет собой процесс, включающий:

1) наличие проблемы;

2) разработку различных вариантов решения проблемы;

3) разработку комплексной программы развития системы;

4) создание механизма реализации комплексной программы (наличие конкретных исполнителей, их права и обязанности, участки работы и т.п.).

Прообразом программы является сетевой график. Сетевой график составляется для выполнения программы. Он отражает все работы, необходимые для достижения конечной цели.

Сетевой график – это модель достижения поставленной цели. Причем эта цель является моделью, динамично приспособленной для анализа вариантов достижения цели, оптимизации плановых заданий, внесения изменений и т.п.

Метод сетевого планирования (СПУ) основан на теории графов.

Граф (греч. *graph* – пишу) – это система точек (которые могут быть соединены отрезками), представляющая собой математическую модель взаимодействующих систем.

При помощи теории графов можно решать не только задачи сетевого планирования, но и различные экспериментальные задачи по размещению денежных средств.

Метод сетевого планирования применяется при планировании проведения комплекса взаимосвязанных работ. Он позволяет:

• во-первых, наглядно представить организационную и технологическую последовательность выполнения операций и установить взаимосвязь между ними;

• во-вторых, обеспечить четкую координацию операций различной степени сложности, выявить операции, от которых зависит продолжительность всей работы (то есть организационного мероприятия), и сосредоточить внимание на своевременном выполнении каждой операции;

• в-третьих, эффективно использовать денежные и материальные ресурсы.

Сетевой метод – это сумма приемов и способов, позволяющих на основе применения сетевого графика (сетевой модели) рационально осуществлять весь управленческий процесс, т.е. планировать, организовывать, координировать и контролировать любой комплекс работ.

Применение метода сетевого планирования и управления позволяет улучшить:

• планирование, обеспечивая его комплексность, непрерывность, создавая условия для улучшения определения требуемых ресурсов и распределения уже имеющихся;

• финансирование работ, так как появляются способы более точного расчета себестоимости работ, их трудоемкости и формирования нормативно-справочной базы;

• структуру системы управления путем четкого определения и распределения задач, прав, обязанностей;

• организацию процедур координации и контроля за ходом работ на базе оперативной и точной информации, оценку выполнения плана.

Сетевой график – это информационная модель, позволяющая отображать процесс выполнения комплекса работ, направленных на достижение единой цели.

Сетевое планирование имеет своей целью воздействие на управление.

Управление призвано поддерживать установленный рациональный режим работы, восстанавливать нарушенное состояние подвижного равновесия, столь характерное для динамической системы, обеспечивая слаженную и бесперебойную работу всех ее звеньев.

Управление системой может вестись по следующим параметрам: время, стоимость, ресурсы, технико-экономические показатели.

Наиболее распространенными являются системы с параметром «время».

Процесс управления значительно облегчается, если управляемую систему представить в виде модели.

Основой сетевого планирования и управления является графическое изображение плана (сетевой график), который отражает технологическую и логическую взаимосвязь всех операций предстоящей работы. Сетевой график состоит из трех составных частей (главных понятий): «работа», «событие», «путь».

Работа – это любой процесс, требующий затрат времени и ресурсов или только времени.

Если на выполнение работы не требуется никаких ресурсов, а затрачивается только время, то эти работы не являются трудовыми процессами и называются «ожиданием».

На сетевом графике работу обозначают сплошной стрелкой (дугой графа), например, $\xrightarrow{10}$, где число 10 считается продолжительностью выполнения данной работы (рис. 1.4). Существует фиктивная работа (ожидание, простая зависимость) – это работа, не требующая затрат времени, труда, средств. На графике она изображается пунктирной стрелкой.

Работы в виде стрелки на графике не являются векторами, поэтому вычерчиваются без масштаба.

Каждая работа начинается и кончается «событием», которое обозначается кружочком, например, (5), где цифра 5 является названием данного события. Событие – это результат выполнения одной или нескольких работ, являющийся необходимым для начала последующих работ. Предшествующее событие – это отправная точка для работы, а последующее событие – ее итог.

События, в отличие от работ, совершаются в определенные моменты времени, не используя при этом никаких ресурсов. Начало выполнения комплекса работ есть начальное событие. Момент завершения всех работ – событие конечное.

Любой сетевой график имеет одно исходное (начальное) и одно завершающее (конечное) событие. Любая работа – стрелка – соединяет только два события.

Событие, из которого стрелка выходит, называется предшествующим данной работе. Событие, в которое стрелка входит, является по отношению к данной работе последующим. Одно и то же событие, кроме исходного и завершающего, является по отношению к одной работе предшествующим, а к другой – последующим. Такое событие называется промежуточным. События могут быть простыми и сложными. Простые события имеют только одну входящую и одну выходящую работу.

Сложные события имеют несколько входящих или несколько выходящих работ. Деление событий на простые и сложные имеет очень большое значение при расчете сетевых графиков. Событие считается свершившимся, когда закончена самая длинная по продолжительности из всех входящих в него работ.

Непрерывная технологическая или логическая последовательность работ (цепь) от первого до последнего события называется путем. Такой путь является полным путем и их может быть несколько.

Длина пути определяется суммой продолжительности лежащих на нем работ.

Используя метод графиков, можно определить каждый из путей. Достигается это последовательным выявлением элементов каждого пути.

В результате сравнения различных путей выбирают путь, на котором продолжительность всех содержащихся работ является наибольшей. Этот путь носит название «критического пути».

Критический путь определяет время, необходимое для выполнения всего плана, на который составлен сетевой график.

Именно от работ, лежащих на критическом пути, и их продолжительности зависит конечный срок выполнения плана.

Критический путь является основой оптимизации плана. Для того чтобы сократить срок выполнения всего плана, необходимо уменьшить продолжительность выполнения работ, которые находятся на критическом пути.

Все полные пути, продолжительность которых меньше критического, называются некритическими. Они обладают резервами времени, под которыми понимаются допустимые сдвиги сроков совершения событий и выполнения работ, не меняющие сроков наступления завершающего события.

Резервы времени бывают полными и свободными.

Полный резерв времени – это срок, на который можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность при неизменной длине критического пути. Полный резерв времени определяют как разность между поздним и ранним началом или окончанием работы.

Работы критического пути полного резерва времени не имеют, так как их ранние параметры равны поздним. Использование полного резерва времени на других некритических путях приводит к тому, что путь, к которому принадлежал запас времени, становится критическим.

Свободным резервом времени называется срок, на который можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность при условии, что ранние начала последующих работ не изменяются. Этот резерв времени используют в том случае, когда в одно событие входит две и более работы. Свободный резерв времени определяют как разность раннего начала последующей работы и раннего окончания рассматриваемой работы.

Резерв времени позволяет увеличить продолжительность выполнения работ или же начать их несколько позднее, а также дает возможность маневрировать внутренними финансовыми, материальными и трудовыми ресурсами (деньгами, количеством техники, численностью работников, временем начала работ).

Анализируя сетевые графики, можно заметить, что они различаются не только количеством событий, но и числом взаимосвязей между ними.

Сложность сетевого графика оценивается коэффициентом сложности. Коэффициент сложности представляет собой отношение количества работ сетевого графика к количеству событий и определяется по формуле:

$$K_c = \frac{P}{C},$$

где K_c – коэффициент сложности сетевого графика;

P – количество работ, ед.;

C – количество событий, ед.

Сетевые графики, имеющие коэффициент сложности от 1,0 до 1,5, являются простыми, от 1,51 до 2,0 – средней сложности, более 2,1 – сложными.

Приступая к построению сетевого графика, следует установить:

• какие работы должны быть завершены ранее, чем начнется данная работа;

• какие работы могут быть начаты после завершения данной работы;

• какие работы могут выполняться одновременно с данной работой.

Кроме того, надо придерживаться общих положений и правил:

• сеть вычерчивается слева направо. Это же направление имеют и стрелки-работы;

• каждое событие с большим порядковым номером изображается правее предыдущего;

• график должен быть простым, без лишних пересечений;

• все события, кроме завершающего, должны иметь последующую работу. В сети не должно быть события, кроме исходного, в которое не входила бы ни одна работа;

• один и тот же номер события нельзя использовать дважды;

• в сетевом графике ни один путь не должен проходить дважды через одно и то же событие. Если такие пути обнаружены, то это свидетельствует об ошибке;

• если начало какой-либо работы зависит от окончания двух предшествующих работ, выходящих из одного события, тогда между событиями – окончаниями этих двух работ – вводится фиктивная работа (зависимость).

Пример. Руководство банка приняло решение о выпуске нового вида банковского депозитного счета для своих клиентов. Перед работниками были поставлены задачи: выбрать идею данного депозитного счета, обосновать ее, оформить в виде проекта договора о банковском депозитном счете и представить руководству банка на рассмотрение и утверждение. Для привлечения клиентов банку необходимо провести рекламные мероприятия, оформить зал соответствующей информацией и провести семинар со своими работниками.

Руководство банка разработало план мероприятий, который включает в себя перечень работ по привлечению клиентов, продолжительность каждой работы по времени и перечень лиц, ответственных за исполнение определенной работы (табл. 1.1).

Для определения минимально допустимого времени выполнения всех работ, то есть продолжительности критического пути, составляется матрица (табл. 1.2). Заполняя ее последовательно, по строкам, начиная с первой, проставляется продолжительность работ, которые выходят из i-го события и входят в j-е событие (j = 1; 2; 3...). Причем к продолжительности этих работ прибавляется максимальная величина в i-м столбце.

Расчет производится по формуле:

$$T_j = max \sum_{i_k = L_{0j}} t_{ik},$$

где T_j – продолжительность всех работ, дни;

t – продолжительность работы, дни;

L_{0j}, – возможные пути от начального до завершающего события;

i_k – работа, принадлежащая этим путям.

Таблица 1.1

Перечень работ по созданию и реализации инновации (нового вида депозитного счета)

Код работы		Содержание работы	Продолжительность работы (дни)	Исполнитель
Начальное событие, j	Завершающее событие, j			
1	2	3	4	5
–	1	Разработка плана мероприятий	–	Ф.И.О.
1	2	Поиск идеи депозитного вклада	30	
1	3	Разработка системы критериев	21	
2; 3	4	Выбор идеи	2	
4	5	Технико-экономическое обоснование идеи	2	
5	6	Составляющие проекта договора банка с вкладчиком по депозитному счету	5	

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
6	7	Представление проекта договора руководству банка, его рассмотрение и утверждение	7	
7	8	Заказ в типографию на изготовление бланка договора и его выполнение	20	
7	9	Заказ на рекламу в печати и его выполнение	14	
7	10	Заказ на изготовление стенда и его изготовление	7	
8	11	Получение типографского договора	1	
9; 10	12	Оформление зала к приему клиентов	2	
11; 12	13	Семинар с работниками банка	1	
13	14	Начало работы с клиентами	0	

Составление сетевой модели (графика) требует расчета продолжительности критического пути (табл. 1.2.).

Из материалов табл. 1.2 видно, что самыми продолжительными работами являются:

$$1 – 2; 2 – 4; 4 – 5; 6 – 7; 7 – 8; 8 – 11; 11 – 13.$$

Продолжительность критического пути составляет:

$$T_к = 30 + 2 + 2 + 5 + 7 + 20 + 1 + 1 = 68 \text{ дней.}$$

Временная сетевая матрица совмещает сетевой график с календарно-масштабной сеткой времени. Она имеет вертикальные и горизонтальные «коридоры».

Горизонтальные «коридоры» характеризуют участников, выполняющих ту или иную операцию.

Вертикальные «коридоры» характеризуют этап или отдельные операции этого же процесса, протекающего во времени.

Продолжительность каждой работы на сетевой матрице определяется расстоянием по сплошной линии между центрами двух событий, заключающих эту работу (стрелку) в проекции на горизонтальную ось времени.

Таблица 1.2

Расчет продолжительности критического пути (дни)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		30	21											
2				2										
3				2										
4					2									
5						5								
6							7							
7								20	14	7				
8											1			
9												2		
10												2		
11													1	
12													1	
13														0
Итого		30	21	4	2	5	7	20	14	7	1	4	2	117

Сетевой график по созданию финансовой инновации банком, разработанный по данным табл. 1.1 и 1.2, приведен на рис. 1.4.

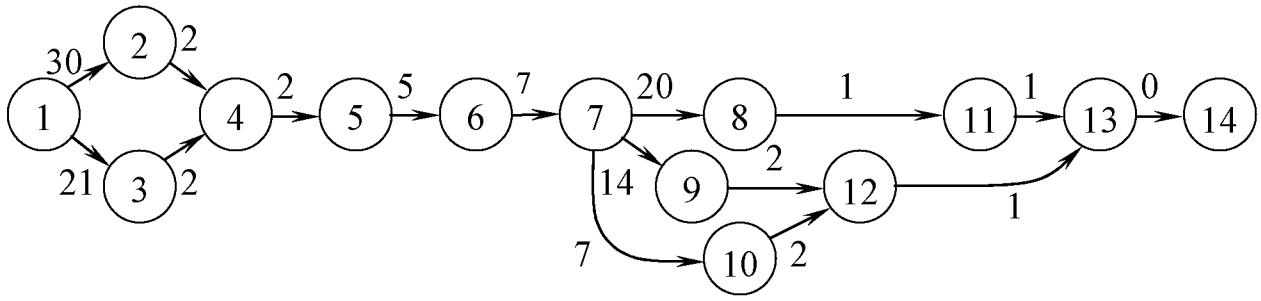


Рис. 1.4. Сетевой график работ банка по созданию и реализации нового вида депозитного счета

При составлении сетевого графика по принятой в основу организации работ может оказаться, что полученная длина критического пути

не соответствует директивному сроку. В этом случае необходимо проанализировать сетевой график и оптимизировать его по критерию времени. В процессе анализа графика следует обратить внимание на напряженность выполнения отдельных работ по срокам, особенно находящихся в околокритической зоне или на путях, имеющих одинаковые полные резервы времени. Напряженность выполнения работ характеризуется коэффициентом напряженности, который определяют по формуле:

$$K_H = \frac{T - t_k}{T_k - t_k},$$

где K_H – коэффициент напряженности;

T – максимальный путь, проходящий через данную работу, от исходного до завершающего события, дни;

t_k – продолжительность части критических работ, расположенных на рассматриваемом пути, дни;

T_k – продолжительность критического пути, дни.

Чем выше значение коэффициента напряженности, тем более жесткими являются временные оценки отдельных работ. Резервы времени на рассматриваемом пути можно использовать для оптимизации сетевого графика в меньшей степени.

Например, по графику (см. рис. 1.4) и исходным данным можно определить, что для работ:

$$K_H(6-7-9-12-13-14) = \frac{24-7}{117-7} = 0{,}15;$$

$$K_H(6-7-10-12-13-14) = \frac{17-7}{117-7} = 0{,}09.$$

Сравнивая эти значения коэффициентов между собой, можно сделать вывод, что путь T для работ 6 – 7 – 9 – 12 – 13 – 14 напряженнее, чем путь работ 6 – 7 – 10 – 12 – 13 – 14 (0,15/0,09).

Если длина критического пути окажется меньше директивной продолжительности и сокращение времени работ экономически нецелесообразно, то для приведения графика в соответствие с установленным сроком достаточно уменьшить ресурсы на ряде работ критического пути и прилегающей к нему околокритической зоны.

Для уменьшения общего срока работ и доведения его до требуемой величины необходимо сократить продолжительность критических и околокритических работ, осуществив следующие мероприятия:

1) перераспределение ресурсов между работами критического пути и околокритической зоны и работами, имеющими резерв времени;

2) концентрацию ресурсов на работах критического пути и околокритической зоны за счет дополнительных ресурсов извне – увеличения численности работников, количества техники, объема финансовых ресурсов и т.п.;

3) параллельную замену последовательного выполнения работ там, где это допустимо по техническим условиям.

При анализе и оптимизации сетевых графиков по времени следует учитывать, что концентрация ресурсов на любых работах имеет определенные технологические ограничения – по фронту работ, технологии, технике безопасности и другим факторам. Кроме того, не следует допускать, чтобы в результате перераспределения ресурсов полностью исчерпались резервы времени, так как в этом случае возникает большое количество критических путей, а график становится напряженным и трудновыполнимым.

На основании скорректированного сетевого графика строится календарный план выполнения комплекса работ. В основе построения плана лежит изменение начального срока всех операций.

Заключительным этапом организации инновационного проектирования является возможная корректировка приемов управления инновацией.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключаются сущность и содержание инновационного проектирования?
2. В чем заключаются стратегия и тактика инновационного проектирования?
3. Охарактеризуйте сущность субъекта управления инновациями и его функции.
4. Охарактеризуйте сущность объекта управления инновациями и его функции.
5. Что понимается под организацией инновационного проектирования?
6. Из каких этапов состоит инновационное проектирование?
7. Охарактеризуйте этапы инновационного проектирования.
8. Чем рабочая программа отличается от целевой комплексной программы?
9. В чем заключается сущность программно-целевого метода планирования инноваций?
10. Охарактеризуйте сущность и содержание сетевого графика планирования и управления.

2. ПОИСК ИДЕЙ ИННОВАЦИЙ

2.1. Эвристический подход в поиске инноваций

Идея (греч. *idea* – понятие, представление) инновации означает общее понятие об использовании определенных новшеств для претворения в жизнь конкретного замысла. Замысел означает осознание потребности и является отправной точкой творческого процесса. Поэтому поиск идеи инновации есть процесс творческий.

Творчество представляет собой взаимодействие человека как субъекта данного процесса с объективной реальностью. При этом взаимодействии человек, опираясь на объективные законы, создает качественно новые ценности, как материальные, так и нематериальные [12].

В творческом процессе можно выделить три этапа:

• замысел, то есть появление самой идеи;

• превращение идеи в план работы;

• реализация плана работ, то есть воплощение идеи в определенную вещь (в материальную форму).

Эти этапы носят условный характер, так как в практической творческой деятельности их последовательность не является жестко закрепленной. Каждый этап – это целостный элемент системы, ее компонент, но при этом он связан с другими элементами и постоянно проникает в другие этапы творческого процесса.

Первый этап творческого процесса – это появление замысла, то есть идеи инновации. Причиной появления идеи является, как правило, возникшее противоречие между существующими продуктами и операциями и новыми условиями хозяйствования, новой технической, технологической и финансово-экономической ситуацией.

Существующие продукты или явления отражают имеющиеся знания. Новые условия хозяйствования или новая ситуация отражают новые факторы, воздействующие на реализацию существующих (то есть старых) продуктов и операций. Поэтому возникает проблема устранения несоответствия старого объекта новым факторам.

Целью второго этапа творческого процесса является необходимость решения данной проблемы, то есть превращение появившейся идеи в план работы по устранению выявленного противоречия. На этом этапе человек как субъект творчества, опираясь на свои знания, на свой и чужой опыт, интуицию, составляет план мероприятий по изменению данного финансового продукта или операции.

Использование чужого опыта означает, что данный этап творческого процесса опирается на купленные ноу-хау, лицензии, патенты, на анализ и переработку информации, доступной для исследователя.

Третий этап творческого процесса связан с воплощением возникшей идеи в новый продукт или операцию. На этом этапе реализуется ранее намеченный план мероприятий, анализируется его результативность, и при необходимости в него вносятся соответствующие изменения и коррективы.

В познавательном процессе инновации важная роль принадлежит наблюдениям, анализу и синтезу явлений, научной абстракции, построению гипотез, прогнозированию технических и экономических показателей и явлений.

При наблюдении человек ограничивается только чувственным познанием и инструментальным изучением определенного явления.

Анализ и синтез представляют собой двуединый прием познания и один из элементов процесса абстрактного мышления.

Анализ (греч. *analysis* – разложение, расчленение) представляет собой метод научного исследования, состоящий в мысленном или фактическом разложении целого на составные части.

Синтез (греч. *synthesis* – соединение, сочетание, составление) – это метод научного исследования какого-либо предмета или явления, состоящий в познании его как единого целого, в единстве и взаимной связи его частей. Анализ идет от конкретного к абстрактному, разлагает изучаемое явление на его составные части, каждая из которых может рассматриваться или исследоваться самостоятельно.

Синтез идет от абстрактного к конкретному, соединяет родственные между собой элементы, из отдельных частей воссоздает единое целое. Синтез показывает, что отдельные элементы изучаемого явления находятся в неразрывном единстве, обусловливают друг друга и оказывают определенное влияние на другие явления. Единство анализа и синтеза проявляется в том, что операция выступает как совокупность отдельных элементов и признаков.

Важным методом исследования технико-экономических отношений является научная абстракция.

Абстракция (лат. *abstractio* – отвлечение) – это мысленное отвлечение от ряда свойств предметов и отношений между ними.

Научные абстракции представляют собой выработанные людьми в своем мышлении обобщенные понятия, отвлеченные от непосредственной конкретности изучаемого явления, но отражающие его главное содержание.

Исходным пунктом для научной абстракции является объективная реальность. Сам процесс абстрагирования выступает как последовательное отвлечение от несущественного, с тем чтобы выявить в нем основу его реальности, всех его связей.

Научная абстракция применяется как на уровне качественного теоретического анализа процессов, происходящих в сфере инновации, так и на уровне количественного исследования всех процессов для выявления количественных взаимосвязей и зависимостей между отдельными показателями инновационного процесса.

Роль научной абстракции в исследовании инноваций весьма велика, так как при анализе отношений в инновационном процессе, в отличие от естественных наук, нельзя применять технические средства. С помощью приема научной абстракции можно полнее раскрыть сущность явлений и глубже понять их особенности.

Прием научной абстракции воспроизводит какой-либо конкретный процесс отношений в абстрактном виде.

Формирование новой идеи начинается с построения гипотезы. Гипотеза (греч. *hipothesis* – основание, предположение) означает научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления и требующего проверки на опыте и технического обоснования. Другими словами, гипотеза – это предположение, требующее подтверждения. Гипотеза является формой перехода от известного к неизвестному. Каждая должна объяснять определенное явление. В случае, когда она не дает такого объяснения, то заменяется на другую. Критерием гипотезы является ее проверяемость.

С гипотезой тесно связано предвидение нового, т.е. его прогнозирование.

Прогноз (греч. *prognosis* – предвидение, предсказание) основывается на результатах познания человеком объективных законов и носит вероятностный характер. Самой простой формой прогноза является предсказание на основе простой повторяемости событий. Существуют также форма прогноза, в основе которой лежит предвидение по аналогии, то есть установление сходства между различными явлениями, и форма прогноза, основанного на познании объективных законов.

Большую роль при прогнозировании играет также и воображение. Воображение – это способность построения субъектом наглядных образов и моделей на основе преобразования представлений о ранее не воспринимавшихся предметах и явлениях.

Воображение очень тесно связано с интуицией и инсайтом.

Интуиция (лат. *intueri* – пристально, внимательно смотреть) представляет собой способность непосредственно, как бы внезапно, без логического обдумывания находить правильное решение проблемы. Интуитивное решение возникает как внутреннее озарение, просветление мысли, раскрывающее суть изучаемого вопроса. Интуиция является непременным компонентом творческого процесса. Психология рассматривает интуицию во взаимодействии с чувствительным и логическим познанием и практической деятельностью как непосредственное знание в его единстве со знанием опосредованным, ранее приобретенным.

Инсайт – это осознание решения некоторой проблемы. Субъективно инсайт переживают как неожиданное озарение, постижение. В момент самого инсайта решение осознается очень ясно. Однако эта ясность часто носит кратковременный характер и нуждается в сознательной фиксации решения.

Полезным отправным пунктом для понимания творческого мышления может послужить типология Грина (рис. 2.1).

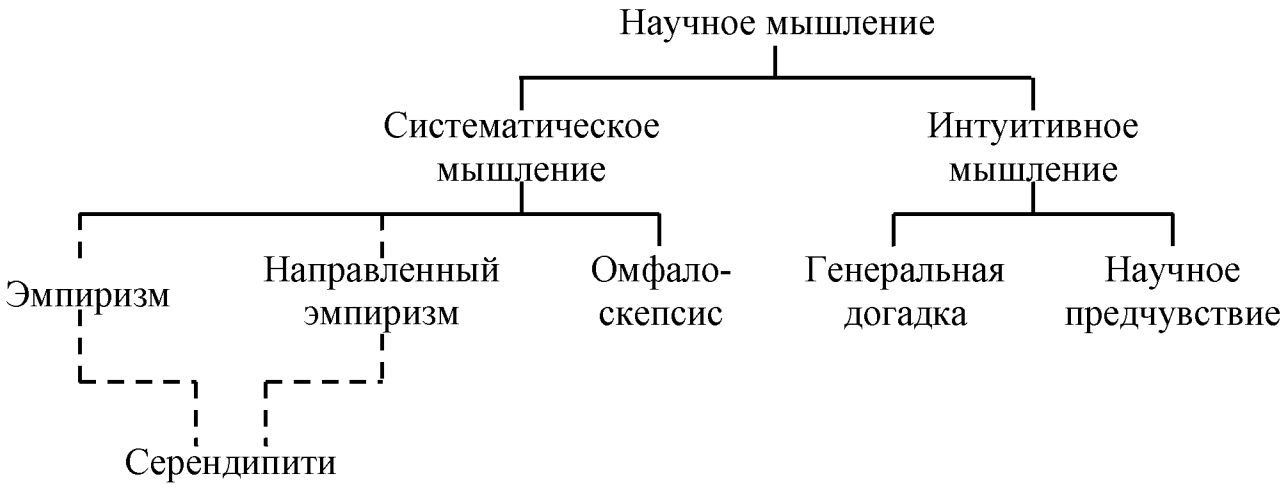


Рис. 2.1. Творческое мышление по типологии Грина

В этой схеме систематическое мышление есть «обдуманное действие сознающего ума», а интуитивное мышление – «милостивый дар подсознательного в награду за предшествующие труды сознающего ума». Термин «омфалоскепсис» означает «глубокое размышление на восточный лад при созерцании собственного пупа» (Грин замечает, что «западная манера созерцания ног, положенных на стол, способна произвести аналогичный эффект»). Термин «серендипити», пущенный в оборот Горацием Уолполом, был подсказан историей о трех принцах Серендипа (древнее название Цейлона), которые обладали

«счастливой способностью обнаруживать нечто ценное случайно, во время поисков чего-либо другого». Руководители американских исследовательских лабораторий часто утверждают, желая этим подчеркнуть восприимчивость к новым идеям, что они поощряют серендипити рядом искусных способов.

Очевиден тот факт, что в прошлом возлагали (и все еще продолжают возлагать) большие надежды на интуитивное мышление как на средство осуществления изыскательского технологического прогнозирования. Это, по-видимому, принципиально неверная ориентация. Информированное суждение, опирающееся на использование систематического мышления, обычно превосходит интуитивные методы в тех случаях, когда следствия причинных связей проецируются в будущее. Интуитивные прогнозы недалеко ушли от того рода ожидания, которое свойственно процессу принятия решений при отсутствии сколько-нибудь определенного прогноза: они пренебрегают возможностями систематического и всеобъемлющего использования входной информации.

Интуитивное мышление может быть поставлено на несколько более прочную основу путем усовершенствования методов подбора экспертов, возможно, так, как предлагают Гордон и Хелмер, то есть с помощью схем самооценки компетентности, поправок посредством обратной связи и т.д.

Интересный подход к улучшению интуитивных экспертных прогнозов и снижению «уровня шума», присущего интуитивному прогнозированию, был разработан компанией «Абт ассошиэйтс», который стал частью ее всеобъемлющих операциональных моделей, включая модели для технологического прогнозирования. При этом подходе дифференцированное прогнозирование экспертами краткосрочных изменений итерируется путем применения соответствующих количественных поправок к следующему циклу предсказаний. Таким путем экспертные предсказания постепенно приближаются к некой стабильной линии; как правило, эта линия не является абсолютно точной, но ее неточность остается постоянной. Уровень ее неточности может быть назван «уровнем шума» данного предсказанного изменения (рис. 2.2). В рамках, определенных указанным образом, нет оснований предпочитать одно предсказание другому, но за этими пределами (которые вполне могут сузиться с течением времени с учетом возросших возможностей) предсказания можно успешно сравнивать и оценивать.

Томас Маккрори из Баттелевского мемориального института США разработал метод синтезирования мнения экспертов и проверки его чувствительности к отклонению от общего мнения у того или иного эксперта; этот метод еще не опубликован.

Хелмер замечает, что имеется два вида экспертов (универсалисты и специалисты), и что и те, и другие должны использоваться для интуитивных прогнозов. Способы группирования экспертов Хелмер подразделяет на симметричную (несколько экспертов по одной и той же проблеме) и асимметричную схемы (различные эксперты по разным аспектам проблемы). Разработка оснований для использования экспертов является одной из важных задач в области социальной технологии.

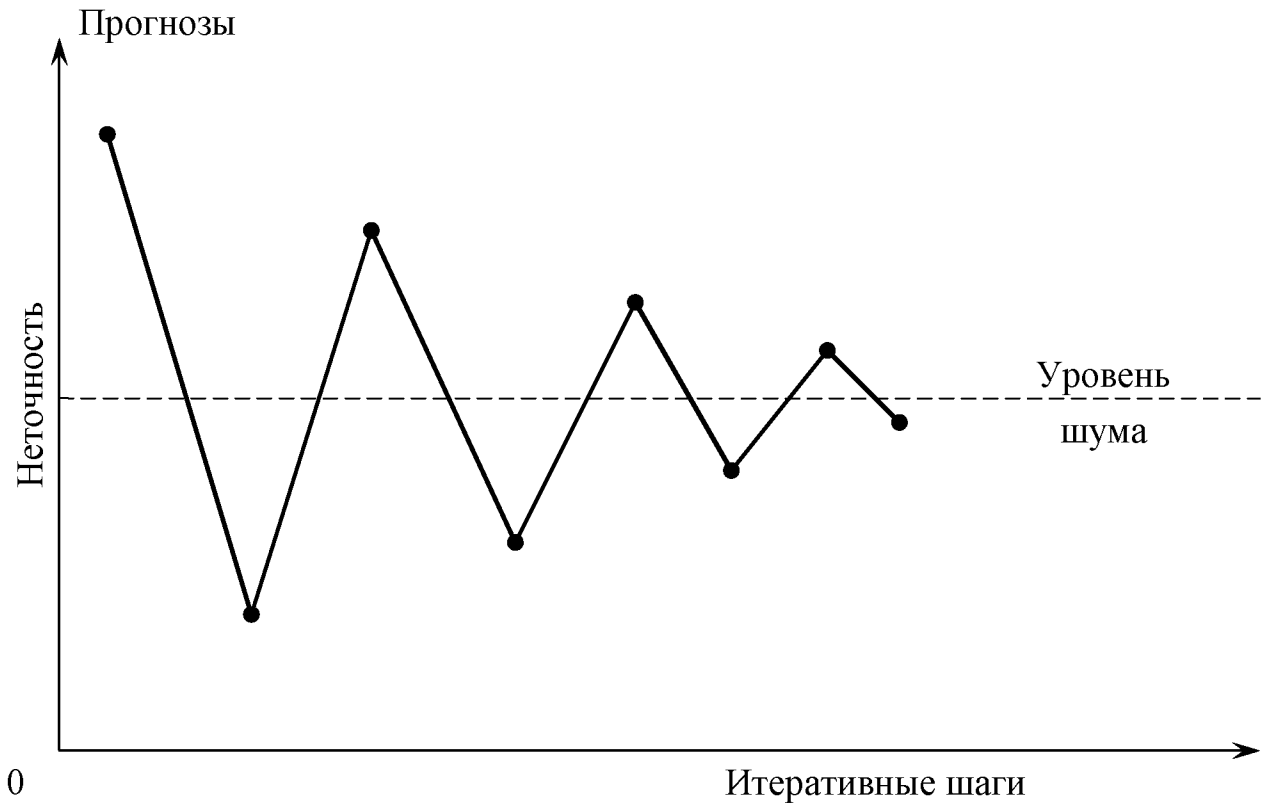


Рис. 2.2. Изменение «уровня шума» предсказанного нововведения

При изучении интуитивных (по идее) прогнозов будущих технологий, как правило, обнаруживается, что они представляют собой скорее беспорядочные обрывки систематического мышления, некритические экстраполяции нынешнего состояния дел и повторения других прогнозов.

Для сверхдолгосрочных изыскательских прогнозов, охватывающих периоды длительностью в 50 и более лет, интуитивное мышление, конечно, менее ограничено, чем систематическое. Вместе с тем,

в таких временных рамках оно может оказаться почти равноценным «серьезной» научной фантастике (сообразующейся с законами природы и т.д.).

Большинство сверхдолгосрочных прогнозов, касающихся революционизирующих последствий научно-технических достижений будущего, таких, к примеру, как высказанное Мюллером в 1910 г. мнение о возможности воздействия на наследственные характеристики человека и применения евгеники, явно имеют сильную нормативную основу – благоприятная обстановка для таких открытий будет создана тогда, когда появится система, при которой можно будет должным образом их оценить. Такая нормативная основа видна наиболее ясно там, где технологические прогнозы опираются на анализ наличных ресурсов, как это имеет место в области энергетики. В качестве примера можно привести атомную энергетику, где необходимость в разработке реакторов-размножителей была выявлена при рассмотрении наличных ресурсов расщепляющихся и размножающихся материалов уже на ранней стадии разработки.

Можно полагать, что более сложные методы, описанные ниже, – особенно метод «Дельфы», – следует использовать в первую очередь для того, чтобы составить себе лучшее представление о будущих целях и потребностях. Вследствие быстро возрастающего значения нормативного прогнозирования, о чем не раз упоминается в данном учебном пособии, на методы интуитивного мышления будет делаться особенно большой упор.

Цель метода «Дельфы» состоит в том, чтобы разработать «тщательно спроектированную программу последовательных индивидуальных опросов (которые лучше всего проводить с помощью вопросников), перемежаемых обратной связью в виде информации и мнений, получаемой путем обработки на электронно-вычислительных машинах согласованной точки зрения экспертов по более ранним частям программы». Полагают, что благодаря письменной форме контакта снижается влияние таких факторов, как внушение или приспособление к мнению большинства. Но влияние этих факторов, конечно, не может быть устранено полностью, поскольку в процессе итерации на втором и последующих этапах участники узнают мнение большинства на предыдущих этапах. Предложение о том, чтобы те, чье мнение резко расходится с мнением большинства, обосновали свою точку зрения, может привести к усилению эффекта приспособления, а не уменьшить его, как это было задумано.

Краткая характеристика упоминавшегося выше исследования прогнозирования, осуществленного «РЭНД корпорэйшн», может служить иллюстрацией практического варианта этого метода. Были отобраны шесть широких областей – научные прорывы, рост населения, автоматизация, исследование космоса, вероятность и предотвращение войны, будущие системы оружия. Соответственно, были образованы шесть комитетов, в которые вошли 82 человека, в том числе примерно половина – сотрудники «РЭНД»; в работе комитетов участвовали также шесть европейских специалистов. Процедура работы первого комитета (научные прорывы) дает представление об используемых методах.

Первый этап. Членов комитета попросили в письменной форме назвать изобретения и научные прорывы, которые представляются им настоятельно необходимыми и в то же время осуществимыми в течение ближайших 50 лет. В результате был составлен перечень из 49 пунктов.

Второй этап. Членам комитета предложили, опять-таки в письменной форме, оценить вероятность реализации каждого из 49 пунктов в один из периодов времени, на которые были разбиты ближайшие 50 лет (или «в период, превышающий 50 лет», или «никогда»). Эти оценки вероятности были затем скомбинированы и представлены в виде квартилей и медиан, смысл которых можно лучше всего проиллюстрировать следующим примером. Если для пункта «точные метеорологические прогнозы» медиана соответствует 1975 г., а два квартиля – 1972 и 1988 гг., то это означает, что четвертая часть членов комитета предсказала наступление равновероятной даты (для которой существует 50%-ная вероятность) реализации до 1972 г., половина – до 1975 г., а одна четверть полагала, что «равновероятная» возможность реализации такого прогноза будет существовать только после 1988 г. По 10 пунктам из 49 было достигнуто известное согласие.

Третий этап. В письмах, направленных участникам опроса, их известили о том, что достигнуто значительное согласие по 10 пунктам, а «инакомыслящих» попросили изложить свои доводы. Одновременно участникам опроса повторно предложили рассмотреть 17 пунктов из 39, по которым не было достигнуто существенного согласия, и обосновать причины широких расхождений в оценках времени реализации. Как правило, диапазон оценок времени при этом сужался.

Четвертый этап. Была повторена та же процедура, что и на третьем этапе. Диапазон временных оценок сузился еще больше. В итоговый перечень был включен 31 пункт, по которому удалось достигнуть известного согласия.

В докладе корпорации «РЭНД» содержится также детальное исследование полученных результатов. На его основе могут быть выведены определенные количественные соотношения, полезные с точки зрения дальнейшего совершенствования метода «Дельфы». Например, могут быть сделаны следующие выводы. Диапазон квартилей в прогнозе (то есть степень согласия после итерации) в первом приближении равен ожидаемому периоду времени в будущем, выраженному медианой. Если медиана равна x лет с момента, когда сделан прогноз, нижний квартиль, грубо говоря, составит $2/3x$, а верхний – $5/3x$ (что даст x лет для диапазона квартилей). Например, если медиана прогноза, сделанного в 1964 г., приходится на 2000 г., то квартильные оценки придутся на 1988 и 2024 гг.

Диапазон квартилей (как и следовало ожидать) уменьшается с последовательными шагами итерации. Среднее отношение конечного и начального диапазонов квартилей равно 5/8.

Наличие долгосрочного плана в области исследования космоса сказывается на точности достигаемой согласованности. Прогнозы специалистов по космическим исследованиям относительно событий с медианами до 15 лет характеризовались диапазонами квартилей в интервале от 1 года до 7 лет (вместо 15 лет, как следовало бы ожидать согласно приведенному выше общему правилу).

При сравнении оценок «равновероятных» дат (50%-ная вероятность реализации) и дат, вероятность наступления которых считается равной 90 %, можно обнаружить очень тесную зависимость между ними, что, возможно, свидетельствует о скрытой «психологической связи» этих двух оценок. Отношение медиан при этом равно:

$$M(0{,}9)/M(0{,}5) = 9/5 = 1{,}8,$$

а соответствующие отношения квартилей составляют 1,6 для нижних и 2,0 – для верхних.

Возможные усовершенствования этого метода, предлагаемые авторами доклада «РЭНД», касаются отбора экспертов, схем оценки собственной компетентности, улучшенных механизмов обратной связи, статистических моделей процедуры опроса комитета. Известная

степень механизации управленческих процессов представляется желательной для ускорения процедуры, что в свою очередь, имеет, очевидно, существенное значение для повышения ценности результатов.

Концепция «мозговой атаки» получила признание и широкое распространение на протяжении 50-х годов XX в. как метод систематической тренировки творческого мышления. Все методы, нацеленные на открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления, возникли из концепции мозговой атаки. Следующее резюме различных вариантов мозговой атаки заимствовано из обзора Хинрихса.

«Прямая мозговая атака» («знатоки» используют этот термин только для данного варианта) может проводиться отдельными лицами или группами. Она основана на гипотезе, что среди большого числа идей имеется, по меньшей мере, несколько хороших, что, однако, еще не доказано окончательно. Фон Фанге предлагает следующие основные правила проведения заседания по методу «мозговых атак»:

1. Сформулируйте проблему в основных терминах, выделив единственный центральный пункт.

2. Не объявляйте ложной и не прекращайте исследовать ни одну идею.

3. Подхватывайте идею любого рода, даже если ее уместность кажется вам в данное время сомнительной.

4. Оказывайте поддержку и поощрение, столь необходимые для того, чтобы освободить участников от скованности.

Спорадические исследования, проведенные в этой области, позволили прийти к некоторым ободряющим выводам: ситуация мозговой атаки может повысить продуктивность мышления ее участников. Или, иначе говоря, при соблюдении правила «трех хороших идей» их возникает больше, чем при выискивании только «хороших» идей.

В то время как «прямая мозговая атака» в первую очередь преследует цель сбора урожая новых идей, метод «обмена мнениями» направлен на то, чтобы достичь согласия примерно между шестью людьми.

При подходе, основанном на «операциональном творчестве», вводится следующее уточнение: только руководитель группы знает истинный характер проблемы и организует обсуждение таким образом, чтобы найти решение – причем предполагается, что имеется единственное решение.

Стимулирование «наблюдения» – это строго тренировочная методика. Задача, например, может состоять в том, чтобы описать жизнь на воображаемой планете. Условия на этой планете разрабатываются усилиями группы, а тот или иной исследователь пытается затем найти наиболее логичные решения в определенной области.

Публикаций, в которых рассматривается эффективность этих методов, немного, если не считать некоторых некритических и восторженных сообщений, где приводится также ряд практических примеров для иллюстрации). Но в 60-х годах XX в. «мозговая атака» из первостепенного источника идей и метода нахождения кратчайшего пути к решениям была низведена до вспомогательного приема при анализе и принятии решений.

Рассмотрим еще ряд методов поиска идеи:

1) метод проб и ошибок;
2) метод контрольных вопросов;
3) морфологический анализ;
4) метод фокальных объектов;
5) синектика;
6) стратегия семикратного поиска;
7) метод теории решения изобретательских задач.

Метод проб и ошибок является самым древним и наименее эффективным. Сущность его заключается в последовательном выдвижении и рассмотрении всевозможных идей решения определенной проблемы. Всякий раз неудачная идея отбрасывается и взамен ее выдвигается новая: нет правил поиска верной идеи и ее оценки. При этом методе применяются в основном субъективные критерии оценки правильности выбранной идеи, где существенную роль играет профессионализм и квалификация разработчика нового продукта.

Метод контрольных вопросов, по существу, представляет собой усовершенствованный метод проб и ошибок. Вопросы задаются по заранее составленному вопроснику. Каждый вопрос является пробой или серией проб.

Метод контрольных вопросов заключается в психологической активизации творческого процесса с целью нащупать решение финансовой проблемы при помощи серии наводящих вопросов. Данный метод применяется в творческом исследовании с первой четверти XX в. Сущность его состоит в том, что исследователь отвечает на вопросы, содержащиеся в предлагаемом списке, рассматривая свою задачу исследования в связи с этими вопросами. Обычно вопросы отражают

наиболее существенные проблемы, хотя, конечно, нельзя исключить возможности попадания в список поверхностных, то есть слабых, несущественных вопросов.

Морфологический метод был разработай известным швейцарским астрономом Цвикки, работавшим в обсерваториях Маунт-Вильсон и Мауит-Паломар (штат Калифорния, США) вплоть до 1942 г., когда он был временно привлечен к участию в ранних стадиях ракетных исследований и разработках фирмы «Аэроджет инжиниринг корпорейшн» в Азузе (штат Калифорния). В 1961 г. в Пасадене (штат Калифорния) было создано общество морфологических исследований под председательством Цвикки. Похоже на то, что форсированная «кампания» Цвикки в пользу своего метода, а также впечатление, которое он производил на окружающих своим тяжелым характером, в определенной степени помешали выполнению его миссии. Каждый менеджер знает о Цвикки, но очень немногие знакомы с его методом.

Предоставим слово самому Цвикки: «Особое значение имеют три типа общих проблем, которые пытается разрешить морфологический анализ. К ним относятся:

1) какое количество информации об ограниченном круге явлений может быть получено с помощью данного класса приемов? Или, иначе говоря, какие приемы необходимы для того, чтобы получить всю возможную информацию о данном классе явлений?

2) какова полная цепочка следствий, вытекающих из определенной причины?

3) отыскать все приемы данного класса или все методы данного класса, или, в общей формулировке, все решения данной конкретной проблемы». [4]

Этапы морфологического метода состоят в следующем:

1. Дается точная формулировка проблемы, подлежащей решению. Например, можно пожелать изучить морфологический характер всех видов движения или всех возможных двигательных установок, телескопов, насосов, средств сообщения, средств обнаружения и т.д. Если поступает запрос об одном конкретном устройстве, методе или системе, новый метод непосредственно обобщает изыскание на все возможные устройства, методы или системы, которые дают ответ на более обобщенный вопрос.

При этом обнаружится, что задача первоначального формулирования содержания или определения проблемы является гораздо более

кропотливой, чем склонны думать многие исследователи, не знакомые с новым методом. На деле в имеющейся литературе трудно найти удовлетворительные определения даже таких хорошо известных устройств, как насосы, электрогенераторы, телескопы и т.д. Точное определение таких кажущихся простыми устройств, как сопло, оборачивается трудной задачей.

2. Строгая формулировка проблемы, подлежащей разрешению, или точное определение класса изучаемых устройств автоматически раскрывают важные характерные параметры, от которых зависит решение проблемы. Например, в случае телескопов некоторыми из таких параметров являются расположение телескопа (среда, в которой он находится), характер апертуры (A), регистрирующее устройство (R), характер изменений, которые претерпевает свет на пути от (A) до (R), движение телескопа, последовательность операций и т.д. Второй шаг, таким образом, заключается в изучении всех этих важных параметров.

3. Каждый параметр p_i обладает определенным числом k_i различных независимых и неприводимых свойств p_i^1, p_i^2, ..., p_i^k. Например, параметр телескопа «движение» может иметь независимые свойства: p^1, p^2, p^3, означающие перемещение в трех направлениях; p^4, p^5, p^6 – круговое движение; p^7, p^8, . . ., p^{12} – качания при первых шести движениях и т.п. Эти матрицы-строки могут быть записаны в следующем виде:

$$[p_1^1,\ p_i^2,\ ...,\ p_1^{k^1}]$$

$$[p_2^1,\ p_2^2\ ...,\ p_2^{k^2}]$$

.....

.....

$$[p_n^1,\ p_n^2,\ ...,\ p_n^{k^n}]$$

Если в каждой матрице обвести кружком один из элементов, а затем соединить все обведенные элементы, то каждая полученная цепочка элементов будет представлять возможный вариант решения исходной проблемы. Если использовать приведенную выше систему матриц для построения n-мерного пространства, то получится морфологический ящик. Анализ будет завершен, если в каждом отделении «ящика» имеется одно решение либо не имеется ни одного.

В высшей степени существенно, что вплоть до данного момента не должен ставиться вопрос о ценности того или иного решения. Такое преждевременное любопытство почти всегда наносит ущерб беспристрастному применению морфологического метода. Однако как только все решения получены, можно сопоставить их с любой системой принятых критериев.

4. Определение функциональной ценности всех полученных решений составляет четвертый, главный шаг, морфологического анализа.

Чтобы не запутаться в огромном скоплении деталей, оценка характеристик должна проводиться на универсальной, хотя, по необходимости, и упрощенной, основе. Это не всегда является легкой задачей.

5. Заключительный шаг состоит в выборе наиболее желательных конкретных решений и в их реализации.

Морфологическому образу мышления внутренне присуще убеждение, что все решения могут быть реализованы. Конечно, может случиться, что некоторые из множества решений окажутся сравнительно тривиальными.

Видно, что морфологический метод просто является «упорядоченным способом смотреть на вещи», позволяющим добиться «систематического обзора всех возможных решений данной крупномасштабной проблемы». Он создает основу для мышления в категориях основных принципов и параметров, которое приобретает все большее значение, даже если совершается беспорядочно или лишь применительно к данному частному случаю.

Практическое применение матрицы, описанной в п. 3, можно иллюстрировать примером, который относится ко всей совокупности реактивных двигателей, состоящих из простых элементов и работающих на химическом топливе (рис. 2.3 и 2.4).

Цвикки отмечает, что «это, если не обнаружатся внутренние противоречия сделало бы возможным:

$$\prod_{i=1}^{n} k_i = 2\times2\times3\times2\times2\times4\times4\times4\times3\times2\times2 = 36\ 864$$

чисто условных реактивных двигателей, содержащих по одному простому элементу и работающих на химическом топливе. Однако имеется несколько внутренних ограничений, которые снижают первоначальную цифру до 25344 простых двигателей». Первая оценка, сделанная в 1943 г. на основе меньшего числа параметров, дала только

576 возможных вариантов, в числе которых, однако, правильно были учтены тогда еще секретные германские самолет-снаряд «Фау-1» и ракета «Фау-2» с импульсными двигателями.

В этой связи следует вспомнить, что роковая ошибка научного советника Черчилля Линдемана, отрицавшего возможности ракеты «Фау-2» даже после того, как ему показали ее фотографии («она не полетит»), объяснялась, по всей видимости, его исключительной приверженностью к твердому топливу и упорным нежеланием признать идею жидкого ракетного топлива.

В приведенной матрице (рис. 2.3) обведенные кружками параметры относятся к межпланетному прямоточному воздушно-реактивному двигателю (ПВРД). Цвикки отмечает, что особый интерес представляет наличие в этой матрице элемента p_1^2. Оно означает, что химическая энергия полностью извлекается из окружающей среды и что ракетный двигатель не нуждается в запасах топлива на борту. Один из путей для достижения такой характеристики заключается в использовании солнечной энергии, накапливаемой в верхних слоях атмосферы в виде возбужденных и ионизированных атомов и молекул и образующихся новых молекул. Включение в матрицу двигателя, который использовал бы эту накопленную энергию, могло бы стимулировать исследования в двух направлениях: изучение верхних слоев атмосферы с целью определения природы и количества возбужденных частиц (эти исследования уже проводятся в широких масштабах) и изучение возможностей «снятия возбуждения» частиц и использования полученной при этом энергии в прямоточных и пульсирующих воздушно-реактивных двигателях и других установках для создания движущей силы. Цвикки надеется, что такое постепенно и непрерывно нарастающее ускорение может в конце концов оказаться более перспективным для космических кораблей, покидающих Землю, чем использование ядерного двигателя.

Нужно отметить, что в матрицу включены и такие возможности, реализация которых может показаться относящейся к далекому будущему. Например, элементы p_7^3 и p_7^4 были бы характерны для разновидностей гидрореактивных и террареактивных двигателей (например, на топливе, реагирующем с водой или землей). Конечно, не исключено, что эти возможности будут отброшены в прогнозе, ограниченном определенными сроками, а может быть, и в принципе – после их всесторонней оценки, однако не следует делать это априори.

Цвикки называет полную матрицу n-мерным «морфологическим ящиком» (а также «многообразием» и «картотечным шкафом»). Час-

тичное представление ее в двух измерениях, например, с двумя совокупностями параметров: $[p_1^1,\ p_1^2]$ и $[p_8^1,\ p_8^2,\ p_8^3,\ p_8^4]$, принимает форму двумерной прямоугольной матрицы, которую Цвикки называет «морфологической картой». Такого рода морфологические карты широко используются и помимо разбираемого метода. Например, мы явились свидетелями «патентного бума», охватившего до тех пор не затронутые участки карты охладители/замедлители ядерных реакторов. Многие компании, по-видимому, используют такой подход для того, чтобы «заблокировать» возможные будущие изобретения (или обеспечить свою долю в ожидаемых от них прибылях), стремясь запатентовать в том или ином абстрактном виде комбинации основных параметров.

При представлении конкретных возможностей в виде цепей параметров в матрице число альтернатив невелико. В принципе, все возможности можно представить в виде некоторого дерева целей, подобного тому, которое послужило основой многоуровневого интегрированного нормативного прогнозирования.

В этом случае нижний уровень будет содержать все возможности. Однако такой способ представления, вероятно, в какой-то степени затруднит понимание разбираемой нами проблемы; указанные n параметры обычно не находятся в иерархической зависимости, характеризующей связь между системами, подсистемами, компонентами и т.д., а, как правило, являются равнозначными. Представить «морфологический ящик» наглядно в виде шкафа с «полками» и «отделениями» можно только для комбинации трех совокупностей параметров, но это позволяет проиллюстрировать общую идею.

Морфологический метод структурирует мышление таким образом, что генерируется «новая» информация (касающаяся таких комбинаций, которые при несистематической деятельности воображения ускользают от внимания), поэтому он не ограничен каким-либо одним уровнем перемещения технологии или даже задачами технологического прогнозирования вообще. Цвикки замечает, что «наибольшего успеха от морфологического метода можно ожидать в области человеческих взаимоотношений, где предрассудки наиболее сильны, а деятельность во многих случаях приводит к трагическим последствиям... его применение здесь настоятельно необходимо ввиду часто ужасающей неспособности или нежелания ученых и инженеров систематически, конструктивно и беспристрастно заниматься этими человеческими проблемами».

Рис. 2.3. Пример реализации морфологической матрицы

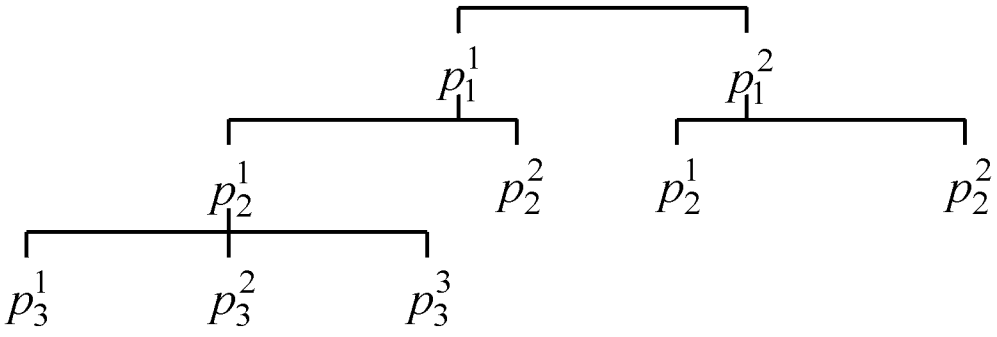


Рис. 2.4. Химические реактивные двигатели

В сфере интересующих нас проблем технологического прогнозирования применение морфологического метода к «уровням воздействия» перемещения технологии или к крупным социальным проблемам и к обществу в целом представляется возможным и потенциально плодотворным.

Метод фокальных объектов возник в 1926 г. и был значительно усовершенствован Чарльзом Вайомингом в середине 50-х гг. XX в.

Данный метод основан на пересечении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемом объекте, который лежит как бы в фокусе переноса.

Последовательность применения метода фокальных объектов состоит в следующем:

1. Выбор фокальных объектов (продукта или операции).
2. Выбор трех и более случайных объектов наугад из словаря, каталога, книги и т.п.
3. Составление списка признаков случайных объектов.
4. Генерирование идеи путем присоединения к фокальному объекту признаков случайных объектов.
5. Развитие случайных сочетаний путем свободных ассоциаций.
6. Оценка полученных идей и отбор полезных решений. Оценку целесообразно поручить эксперту или группе экспертов, а затем совместно отобрать полезные решения.

Синектика представляет собой метод поиска идеи путем атаки возникшей проблемы специализированными группами профессионалов с использованием ими различных аналогий и ассоциаций. Термин «синектика» в буквальном переводе с греческого означает «совмещение разнородных элементов». Метод синектики был предложен американским ученым Уильямсом Гордоном в середине 50-х гг. XX в. Этот метод основан на принципах мозгового штурма. Однако если обычный метод мозгового штурма проводится людьми, не обученными специальным творческим приемам, то синектика предполагает участие постоянных групп специалистов и широко использует соответствующие аналогии и ассоциации.

У. Гордон сделал упор на необходимость предварительного обучения, использование специальных приемов, определенную организацию процесса решения.

Можно выделить два механизма творчества:

• неоперационный механизм, то есть неуправляемые процессы, включающие в себя интуицию, вдохновение и др.;

• операционный механизм, то есть процессы, включающие в себя использование разного вида аналогий. Важно научиться применять операционный механизм. Это обеспечивает повышение эффективности творчества и создает условия для проявления неоперационного механизма.

Синектика как метод поиска идеи – это атака исследуемой проблемы специализированными группами профессиональных специалистов, инженеров, консультантов, экспертов с использованием ими различных аналогий и ассоциаций.

Применение синектики в решении инновационной проблемы включает в себя следующие этапы:

1. Ознакомление с проблемой.

2. Уточнение проблемы, что означает превращение проблемы, как она была дана, в проблему, как ее следует понимать.

3. Решение проблемы. Здесь под решением понимается взгляд на нее с какой-то новой точки зрения, так, чтобы сбить психологическую инерцию.

В синектике используются следующие виды аналогий:

• прямая;

• личная;

• символическая.

Прямая аналогия означает, что рассматриваемый новый продукт или операция сравнивается с более или менее схожими продуктами или операциями.

Личная аналогия означает, что специалист, решающий данную проблему, моделирует образ нового продукта или операции, пытаясь выяснить, какие личные ощущения или чувства возникают у покупателя этого нового продукта (операции).

Символическая аналогия – это какая-либо обобщенная аналогия. Наиболее простой символической аналогией можно считать обычную экономико-математическую модель.

Экономико-математическая модель является символической моделью. Эта модель может создавать описание с помощью математических символов и приемов (уравнений, неравенств, таблиц, графиков и т.д.).

Следует иметь в виду, что возможности синектики ограничены, так как она оторвана от изучения объективных закономерностей развития экономики и финансов.

Стратегия семикратного поиска, разработанная рижским инженером Г.Я. Бушем в 1964 г., означает, что выбор правильной идеи производится путем ее последовательного поиска по семи этапам. Отсюда и название стратегии.

При поиске идеи творческий процесс делится на семь последовательных этапов.

• Первый этап – анализ имеющейся проблемы. Здесь изучается проблемная ситуация, пересматривается различная информация, ставится главная цель нововведения в данной области.

• Второй этап – анализ характеристик имеющихся аналогов новых продуктов или операций. Здесь выявляются оптимальные условия хозяйственной ситуации для потребления инновации и определяются ее основные функции и характеристики.

• Третий этап – формулировка общей идеи, а также задач, которые необходимо заложить в разработку инновации.

• Четвертый этап – выбор основополагающих идей. На этом этапе генерируются возможные инновационные идеи, производится их анализ методом эвристики, выбираются оптимальные идеи.

Эвристика (греч. *heurisko* – нахожу) представляет собой совокупность логических приемов и методических правил теоретического исследования и отыскания истины. Иными словами, это правила и приемы решения особо сложных задач. Конечно, эвристика менее надежна и менее определенна, чем математические расчеты. Однако она дает возможности получить вполне определенное решение.

• Пятый этап – контроль идей.

• Шестой этап – оценка выбора одной оптимальной идеи.

• Седьмой этап – превращение выбранной идеи в инновацию.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) представляет собой усовершенствованный алгоритм решения таких задач (АРИЗ), разработанный инженером Г.С. Альтшуллером в конце 1940-х годов.

АРИЗ-85-В состоит из девяти этапов (частей), каждый из которых содержит несколько последовательных шагов, регламентированных конкретными правилами и рекомендациями:

1. Анализ задачи.

2. Анализ модели задачи.

3. Определение идеального конечного результата или кризисного решения (ИКР) и физического противоречия (ФП).

4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВИР).

5. Применение информационного фонда.
6. Изменение и/или замена задачи.
7. Анализ способа устранения физического противоречия.
8. Применение полученного ответа.
9. Анализ хода решения.

Первый этап – это выбор задачи, то есть переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи. На этом этапе определяется конечная цель задачи, проверяется возможность и целесообразность ее решения обходными путями, выявляются требуемые характеристики с поправкой на время, размеры и стоимость, изучается патентная информация.

Второй этап – это построение модели задачи. На этом этапе осуществляется учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространства, времени, веществ и полей.

Ресурс пространства – это оперативная зона, то есть пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

Ресурс времени – это оперативное время, то есть имеющиеся ресурсы времени: время до конфликта и конфликтное время.

Вещественно-полевые ресурсы (ВПР) – это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. Вещественно-полевые ресурсы бывают внутрисистемными (инструменты, изделия и т.п.), внешнесистемными (среда, магнитные поля и т.п.) и надсистемными (отходы, очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь).

На этом этапе уточняются условия, выявляются возможности видоизменения задачи путем изменения требуемых характеристик. Здесь же выбираются те элементы, которые можно легко перестроить и заменить.

Третий этап направлен на формирование образа идеального конечного результата (ИКР) и выявление физического противоречия (ФП), мешающего достижению ИКР.

Идеальный конечный результат дает возможность выйти в поле значимых решений. На этом этапе выявляются причины, препятствующие практическому созданию «идеальной машины», даются стандартные формулировки физического противоречия.

Четвертый этап заключается в устранении физического противоречия. Этот этап включает планомерные операции по увеличению вещественно-полевых ресурсов.

Во многих случаях четвертый этап приводит к решению задачи, и тогда можно сразу же перейти к седьмому этапу. Если же этого не происходит, то надо пройти пятый и шестой этапы.

Пятый этап означает использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. Этот фонд может включать стандарты, описание приемов, результаты опытов, описание разных явлений и т.п.

Шестой этап означает оценку найденного решения и развитие полученного ответа. Простые задачи решаются преодолением физического противоречия, например, разделением противоречивых свойств во времени и в пространстве. Сложные задачи решаются путем изменения смысла задачи: снятием первоначальных ограничений, обусловленных психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Для правильного понимания задачи нужно сначала ее решить, так как изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения задачи, по существу, есть процесс ее корректировки.

Седьмой этап – это анализ хода решения. На этом этапе проверяется качество полученного ответа, сравнивается фактический ход решения с теоретическим, установленным в ТРИЗ. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально («без ничего»). При решении технических задач ТРИЗ используют созданный информационный фонд, включающий стандарты, описание приемов, физических эффектов и явлений. Составляется список из укрупненных приемов преодоления типовых противоречий, а именно: принципы «дробления», «асимметрии», «матрешки», «антивеса», «наоборот», «обратить вред в пользу», «заранее подложенной подушки» и др.

Восьмой этап означает нахождение универсального ключа решения ко многим другим аналогичным задачам.

Девятый этап направлен на повышение творческого потенциала человека. Он является завершающим этапом, на котором анализируется ход решений. Анализ производится методом сравнения реального хода решения данной задачи с теоретическим (по ТРИЗ), а также полученного ответа с данными информационного фонда ТРИЗ и т.п. Такой анализ дает возможность наметить пути планомерного нахождения физических эффектов, необходимых для решения задачи.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте творческий процесс.

2. Чем интуиция отличается от инсайта?

3. Перечислите наиболее эффективные методы поиска идеи.

4. Охарактеризуйте метод контрольных вопросов.

5. Охарактеризуйте метод «мозгового штурма».

6. В чем заключаются сущность и содержание морфологического анализа?

7. В чем заключаются сущность и содержание метода фокальных объектов?

8. Что такое синектика?

9. Охарактеризуйте синектику как метод поиска идеи.

10. В чем заключаются сущность и содержание стратегии семикратного поиска?

11. Перечислите отличительные свойства информационного продукта.

2.2. Генерирование и представление знаний

Огромный опыт передачи знаний за обозримую историю человечества, связанный с самыми разными подходами и методиками, так и не дает прямого ответа на важнейший вопрос: как эти знания получать. Более того, отсутствуют достаточно четкие контуры того, что, собственно, надо получать [1].

Сложившаяся в информационной технологии инженерия знаний, ставя своей целью всемерное использование компьютеров, никакого однозначного толкования понятия «знания» не предлагает. Строгого определения знаний не приводится. При этом говорится о том, что необходима техника использования знаний. Последнее представляется в более широком смысле как проблема обучения. В свою очередь, обучение связывается с извлечением знаний из окружающей среды с последующим «повышением их уровня и структурированием». Тем самым любимым многими научными направлениями классифицированием, где для любого объяснения отыщется подходящая ниша, всегда имеющая достаточную эластичность. Крайне удобно возвести целый пещерный храм на удобном эластичном холме, но сколько трудов, порой и не одного поколения, тратится на то, чтобы убрать эту громаду, закрывающую горизонт. Когда говорят, что для экспертных систем источником знаний могут быть учебники, справочники, материалы конкретных исследований [1], невольно вспоминается и обучение человека. Все то же самое. То, что напечатано, получено в лабораториях и истолковано, в общем, по случайно сложившейся схеме мышления.

«Обучающаяся система, какой является человек, имеет слабую универсальность по отношению к форме, но может адаптироваться к сложной среде благодаря универсальности по отношению к смыслу» [1]. Естественно задать вопрос: не уведут ли нас тренировки в семантической универсальности от сущности самой «сложной среды». Наука восполняет образ мира, являющийся вследствие устройства нашего сознания в субъективной форме, как опыт до того, что он есть по существу [1]. Иными словами, если опыт дополняется до всякой независимой объективности, то это – знание. А если этот самый прошлый опыт, причем опыт в некой, в известной степени искусственной, среде, характерной для современной цивилизации, будет управлять генерацией уже упомянутых «дополнений»? Будут ли развивать цивилизацию такие знания и если развивать, то как и в каком направлении? Приблизят ли они к тому, что есть «по существу» или это бег по кругу? Поскольку мы не можем четко отделить знания, способствующие развитию человека, от омертвевшей информации, то можно проследить хотя бы условия, которые способствовали хорошо известным в научной среде творческим актам.

В ходе эволюции и в процессе индивидуального творчества эмоциональный стресс вносит элементы хаоса, совершенно необходимого для порождения новизны в мире, управляемом законами детерминизма. Чтобы выбраться из болота устоявшихся представлений, нужен эмоциональный стресс. Стресс порождает хаос в представлениях и что-то новое. Но этого мало. Нужна постоянная концентрация на определенной проблеме. В момент наивысшей концентрации мозг как бы «считывает» уже сложившееся, оформленное решение. Происходит это в самой разной обстановке, атрибутика которой не является решающей – во сне: таблица Менделеева, выведение уравнения поверхности двоякой кривизны, строение молекулы бензола, метод получения инсулина; в момент, когда нога оказалась на ступени омнибуса – как в случае с Пуанкаре или в ванне, как это было у Архимеда. Имеет ли место мгновенное осмысление «не зависящих от его сознания форм логики развития науки» или это таинственное подключение сознания к семантической вселенной, сказать трудно. Но второе предпочтительнее, так как если существует априорная логика развития науки в нашем семиотическом мире, то будущее науки может быть формализовано и строго «канализировано», что вряд ли имеет что-то общее с творчеством. Тем более, что в природе встречаются явления, которые невоспроизводимы. По мнению физика-теоретика П. Паули,

«... в физических явлениях существуют и такие черты, которые существенно однократны». И если согласиться с первой посылкой, то подобное вообще не поддается осмыслению.

Способность к трансценденции – выходу за пределы сложившихся представлений – лежит в неосознанном, которое может иметь какую-то структуру или даже свою вероятностную логику, основанную на изменении весов в системе исходных ценностных представлений в связи с некой вновь возникшей задачей [1]. В работе [1] неосознанное разделяется на три группы: бессознательное, связанное с безусловными рефлексами по И.П. Павлову, подсознание, охватывающее прежде осознаваемое и то, что может быть осознано в подходящих условиях, а также бессознательное усвоение норм искусства и науки, и, наконец, сверхсознание, которому автор и отдает творческое начало в деятельности мозга. В этом плане то, что в науке представляется муками творчества и «озарения», может являться воспроизведением бессознательного усвоения норм науки, что, по существу, не имеет отношения ни к творчеству, ни к «озарениям». «На берегах неизвестного – пишет А. Эддингтон, мы обнаружили странный отпечаток. Чтобы объяснить его происхождение, мы выдвигали остроумнейшие теории. Наконец, все же удалось восстановить происхождение отпечатка. Увы, оказалось, что это наш собственный след».

Указывая на консерватизм подсознания, отсутствие возможности «преодоление ранее сложившихся норм», автор считает, что сверхсознание «не сводится к чисто случайному рекомбинированию хранящихся в памяти следов: его деятельность независима и аргументирована»:

1) ранее накопленным опытом, включая присвоенный опыт предшествующих поколений;

2) задачей, которую перед сверхсознанием ставит сознание, натолкнувшись на проблемную ситуации;

3) доминирующей потребностью.

Отсюда выходит, что существует по меньшей мере два рычага управления сверхсознанием – сознание определенной последовательности проблемных ситуаций или внушение субъектам доминирующей потребности. Не вдаваясь в потребности такого управления и всевозможных психотронных воздействий, надо отметить, что и ранее накопленный опыт может быть по разному интерпретирован разными поколениями. Переход от кочевничества к землепашеству (символ убийства Авеля Каином представлен Р. Геноном как замена

жизни в пространстве, жизнью во времени), научно-техническая революция, опутавшая своими стальными щупальцами мировое сознание. А что несет за собой все возрастающая потребность признания разума у животных? Наступление эпохи этосферы вообще трудно прогнозировать. Зависимость сверхсознания, как творческого начала в человеке, от осознаваемых факторов, в том числе времени, весьма спорно. Представления о том, что есть «по существу», не могут зависеть ни от внешней среды, ни от времени, а следовательно, столь же независимыми являются и сверхсознание, и по-настоящему творческий акт. Все зависит, видимо, от дальнейшей сознательной интерпретации, когда влияние вышеперечисленных факторов приобретает решающую роль. Идея предсказывающего прибора, пришедшая Раймонду Луллию, в чем-то напоминает ЭВМ пятого поколения – базу знаний (в луллиевом приборе – посылки и связки на концентрических кольцах) и считывание вывода (по радиусу колец). Другое дело, что технический уровень XIII века – это не начало XXI. И если нашим современником был бы Д. Свифт, он, возможно, с не меньшим сарказмом обрушился бы на современные нам компьютеры – манипуляторы знаний, что он сделал в отношении луллиевого прибора.

Тем не менее, применение компьютерных систем в виде мультимедийных сред может создать в человеческом подсознании условия для генерирования принципиально новых знаний и идей [1].

Кроме традиционной эйфории эти обстоятельства вызывают естественную тревогу. Именно с появлением мультимедиа, а также с успехами систем искусственного интеллекта стало совершенно ясно, что мы все больше ставим работу мозга в зависимость от компьютерных программ, неизбежно приспособляя ход собственных рассуждений к работе в определенной искусственной среде. Посредством чрезвычайно тонкого и уникальнейшего образования Вселенной мы создаём, несмотря на все ухищрения, лишь его лжеподобие, приобретающее все большую самостоятельность. В перспективе можно прогнозировать некий иллюзорный индивидуальный мир («виртуальную реальность»), из которого будет трудно выйти без посторонней помощи. Отказ от естественно человеческого будет тем заметнее, чем быстрее и массивнее будет расти увлеченность искусственным мышлением и искусственными мирами, тем более, что традиции социальных отношений и образования могут создать для этого самую благоприятную среду. Так, дидактически массовые незыблемые программы школ, строгое выполнение которых на протяжении многих лет

было неукоснительным для большинства преподавательского корпуса, уже сейчас дают возможность смоделировать плоды обучающих компьютерных систем.

На наших глазах некая платоновская «чувственная вещь» проворно переваривает свою «идею», строя из неё чуждое человеческому творчеству тело, состоящее из «банально прозаической интерпретации» [1] процесса мышления.

К глобальной компьютеризации человечество шло долгим и тернистым путём; автоматизация логических процессов с претензией на искусственное мышление вызвала весьма противоречивую реакцию. Современную нам опасность хорошо представлял Н. Винер: «… и если мы настаиваем на применении машин повсюду, безотносительно к людям, но не переходим к самым фундаментальным построениям и не даём людям надлежащего места, мы идем к погибели». Трудно представить себе человеческую цивилизацию как промежуточную ракетную ступень для вывода на орбиту венца природы – «искусственного разума». В чём же тогда историческая миссия этой древней идеи человечества? Построение некого социума всеобщего благоденствия, контуры которого наметились с провозглашением проектов ЭВМ пятого и выше поколений? Но сейчас стало ясно, что подобные планы – чистой воды утопия. Компьютерные сети, опутавшие весь мир, пока не оправдывают возлагавшихся на них надежд. Они часто разъединяют людей, а не объединяют их, уводя из реального мира в виртуальный.

Вместе о тем выразительность средств мультимедиа, использующих одновременно несколько каналов воздействия на подсознание, может выполнить роль внешней подсказки, «которая даёт возможность найти искомый образ иди идею» [1]. Подсказка должна иметь внутренний резонанс в предмышлении, условия которого индивидуальны. Особенно значительный эффект здесь могут дать технологии виртуальной реальности, позволяющие уже сейчас генерировать близкие к реальным зрительные и аудиообразы, имитировать тактильные ощущения, а в перспективе – генерировать запах и вкус.

По словам Эвариста Галуа, «мои результаты даны мне лично, только я не знаю еще, как я к ним приду». Ни одна искусственная система не может это объяснить, но может явиться побудительной причиной трансцедендентного выхода за пределы традиционно ограниченных представлений. Этому процессу присущи мгновенность, удивление и «убежденность в правильности».

А. Эйнштейн считал, что это «удивление, возникающее, по-видимому, тогда, когда восприятие вступает в конфликт с достаточно установившимся в нас миром понятий». Представления Пуанкаре о преодолении порога предмышления скорее напоминают упорядоченье ионов-мыслей в некотором растворе под воздействием электрического поля. «Мысли буквально толпились в голове. Я чувствовал, как они сталкивались, смыкаясь в пары, образуя, так сказать, устойчивые комбинации. Можно предположить, что все эти комбинации складывались автоматически в моем подсознании, но только наиболее интересные из них прорывались в область сознания». В работе [1] предмышление определяется как «изменение весов в системе исходных ценностных представлений в связи с некой вновь возникшей задачей». Выразительность и эффективность воздействия средств мультимедиа, поддержка аутотреннинговых приемов, широчайший диапазон звуковых и музыкальных воздействий, огромный набор, палитра и темп разворачиваемых визуальных программ, интерактивное управление взаимосочетанием своих средств могут обеспечить выход за границы логически структурированного сознания, «когда теряется ощущение внешнего мира, своей отдельности-отчужденности от целостного мира.

Самоуправление этим состоянием достигается выбором ключевых слов [1], дающих возможность определить глубину и цель в предмышлении. Последовательность генерации форм и цвета изображений связана с критическим состоянием сознания, известным при состоянии клинической смерти, а также UFO-явлениями, имеющими, возможно, отношение к проявлениям семантической вселенной:

– яркий пульсирующий свет;

– полет через переливающийся всеми цветами радуги тоннель;

– струящиеся или вертящиеся геометрические фигуры;

– трансформация форм;

– синтез образов, находящихся в хаотическом движении;

– создание эффекта участия пользователя в движении образов, возможность приобретения панорамности сознания во времени и пространстве, внутренняя актуализация образов.

Первым шагом в направлении развития этих технологий стал отчет Национального научного фонда США «Визуализация в научных вычислениях» (1987 г.), подчеркнувший важность интерактивной визуализации больших массивов данных и обративший внимание науч-

ной общественности на знаменитый афоризм Хемминга: «Целью вычислений являются не числа, а понимание (постижение, проникновение в суть, интуиция, insight)». В результате было сформировано новое научное направление – «научная визуализация», развивающая методы и средства понимания решаемых проблем за счет привлечения к анализу данных способности человека видеть и понимать изображения.

Возможные идеи развития систем мультимедиа, не имеющих пока четко очерченных стандартов, зависят от того, какую стратегию выберут ведущие фирмы-производители персональных компьютеров. Смогут ли мультимедиа и виртуальная реальность стать важным фактором преодоления обусловленности ума, отказа от груза прошлого опыта в творческой деятельности или станут причиной коллапсирования сознания, повышения невосприимчивости к окружающему миру, покажет ближайшее будущее.

В семантическом мире понятие «новизны» для конкретного субъекта выглядит неоднозначно и порождает неопределенность, пропорциональную состоянию его знаний. Интуитивное желание научиться управлять неопределенностью, связанное с осмыслением, можно представить как привыкание или как привязывание к имеющемуся опыту. Островки знаний, появляющиеся в океане непознанного, постепенно растут, пытаясь слиться во что-то единое – некий материк. Вот только контуры этого материка могут оказаться чужды всему изначально человеческому – «... дальнейшая имманентная эволюция самой науки продемонстрировала узость «закрытой» сциентической рациональности, опирающейся на опыт классической науки, восходящей к механистической парадигме». В общем и целом можно сказать, что физическая мысль движется от рассмотрения механоподобных к саморегулирующимся и саморазвивающимся системам органического типа. В настоящее время это проявляется во все большей склонности человечества к гуманизации своих знаний. Ощущение красоты и гармонии представляется как основная критериальная оценка не только художественных произведений, но и научных творений. Если исходить из того, что для оценки человеческих представлений о красоте и гармонии можно сопоставлять между собой по степени совершенства с помощью специального математического аппарата натуральный ряд чисел, музыкальный звукоряд, таблицу Менделеева и резалит дома Пашкова, то к анализу знаний можно применять численные методы. Одновременно «красота... есть нарушение нормы,

отклонение от нее, сюрприз, открытие, радостная неожиданность. Ощущение красоты возникает каждый раз, когда полученное превышает неосознанно прогнозируемую норму» [1]. Критерием здесь может быть лишь непоколебимая уверенность исследователя в том, что созданное или анализируемое им по-настоящему красиво. Своевременный отказ от омертвевших знаний, от регулентных сведений, которые часто отождествляются со знаниями, даст возможность нашей сциентократической цивилизации избежать многих уготованных ею самой инадаптивных путей развития, По выражению Ж. Жореса, «возьмем из прошлого огонь, но не пепел».

Прогресс в сфере компьютерной техники, все более широкое ее использование в различных областях, формирование новых научных дисциплин, связанных с автоматизированной переработкой информации, способствуют осознанию новых вопросов, касающихся человеческого знания, роли знания в жизни общества, видов знания и способов его существования, – словом, вопросов, касающихся того, что может быть названо эпистемологическим контекстом компьютерной революции.

Человеческое познание, мышление, знание, разум в течение многих веков были предметом философского исследования. С появлением кибернетики, компьютеров и компьютерных систем, которые стали называть интеллектуальными системами (ИС), с развитием такого направления, как искусственный интеллект (ИИ), мышление, интеллект, а затем и знание стали предметом интереса математических и инженерно-технических дисциплин. Это побудило людей по-новому взглянуть на ряд традиционных теоретико-познавательных проблем, наметить новые пути их исследования, обратить внимание на многие, остававшиеся ранее в тени, аспекты познавательной деятельности, механизмов и результатов познания.

В ходе дискуссий 60 – 70-х годов на тему «Может ли машина мыслить?» были представлены различные варианты ответа на вопрос о том, кто может быть субъектом познания: только ли человек или же машина может считаться субъектом мыслящим, обладающим интеллектом и, следовательно, познающим. Сторонники последнего варианта пытались сформулировать такое определение мышления, которое позволяло бы говорить о наличии мышления у машины, например, мышление определялось как решение задач. Оппоненты сторонников «компьютерного мышления», напротив, стремились выявить такие характеристики мыслительной деятельности человека, которые

никак не могут быть приписаны компьютеру и отсутствие которых не позволяет говорить о мышлении в полном смысле этого слова. К числу таких характеристик относили, например, способность к творчеству, эмоциональность. Характеризуя значение аналогий между человеческим мышлением и компьютерной переработкой информации, английская исследовательница М. Боден пишет: «В той степени, в какой аналогия с компьютером может служить общим человеческим интересам более глубокого познания разума, осторожное использование «психологической» терминологии в отношении определенного типа машин должно скорее поощряться, чем запрещаться... аналогии дают возможность не только обозначить сходные черты между сравниваемыми объектами, но ведут к обнаружению действительно важных сходств и различий».

Компьютерное моделирование мышления дало мощный толчок исследованиям механизмов познавательной деятельности в рамках такого направления, как когнитивная психология. Здесь утвердилась «компьютерная метафора», ориентирующая на изучение познавательной деятельности человека по аналогии с переработкой информации на компьютере. Исследуя устройство человеческой памяти, например, стали различать, по аналогии с компьютерной системой, долгосрочную и оперативную (кратковременную) память. Вообще на этом пути были получены ценные результаты, обогатившие представления о человеческом мышлении и механизмах его функционирования.

Компьютерное моделирование мышления, использование методов математических и технических наук в его исследовании породило в период «кибернетического бума» надежды на создание в скором будущем строгих теорий мышления, столь полно описывающих данный предмет, что это сделает излишними всякие философские спекуляции по его поводу. Надеждам такого рода, однако же, не суждено было сбыться, и сегодня мышление, будучи предметом изучения ряда частных наук (психологии, логики, искусственного интеллекта, когнитивной лингвистики), остается также притягательным объектом философских рассмотрений.

В последние два десятилетия в компьютерных науках заметное внимание стало уделяться такому традиционно входившему в сферу философии предмету, как знание (эпистема). Слово «знание» стало использоваться в названиях направлений и составляющих компьютерных систем, а также самих систем (системы, основанные на знани-

ях; базы знаний и банки знаний; представление, приобретение и использование знаний, инженерия знаний). Тема «компьютер и знание» стала предметом обсуждения и в значительно более широком контексте, где на первый план вышли ее философско-эпистемологические, социальные и политико-технологические аспекты.

Подходы к исследованию знания и познания условно можно разбить на две большие группы: экзистенциальные и технологические. Последние стали доминировать со второй половины XX столетия. В 80-е годы XX века в области разработки искусственного интеллекта (ИИ) понятие знания потеснило понятия мышления и интеллекта. Теория искусственного интеллекта стала иногда характеризоваться как «наука о знаниях, о том, как их добывать, представлять в искусственных системах, перерабатывать внутри системы и использовать для решения задач», а история искусственного интеллекта, исключая ее ранние этапы, – как история исследований методов представления знаний.

Расширение сферы применения ИС, переход от «мира кубиков» к таким более сложным областям, как медицина, геология и химия, технические науки, потребовал интенсивных усилий по формализации соответствующих знаний. Разработчики ИС столкнулись с необходимостью выявлять, упорядочивать разнообразные данные, сведения эмпирического характера, теоретические положения и эвристические соображения из соответствующей области науки или иной профессиональной деятельности и задавать способы их обработки с помощью компьютера таким образом, чтобы система могла успешно использоваться в решении задач, для которых она предназначается (поиск информации, постановка диагноза и т.д.). Это привело к изменениям в характере данных, находящихся в памяти компьютерной системы, – они стали усложняться, появились структурированные данные – списки, документы, семантические сети, фреймы. Для элементарной обработки данных, их поиска, записи в отведенное место и ряда других операций стали использоваться специальные вспомогательные программы. Процедуры, связанные с обработкой данных, усложнялись, становились самодовлеющими. Появился такой компонент интеллектуальной системы, как база знаний.

Термин «знания» приобрел в ИИ специфический смысл, который Д.А. Поспелов характеризует следующим образом. Под знаниями понимается форма представления информации в ЭВМ, которой присущи такие особенности, как: а) внутренняя интерпретируемость (когда

каждая информационная единица должна иметь уникальное имя, по которому система находит ее, а также отвечает на запросы, в которых это имя упомянуто); б) структурированность (включенность одних информационных единиц в состав других); в) связность (возможность задания временных, каузальных, пространственных или иного рода отношений); г) семантическая метрика (возможность задания отношений, характеризующих ситуационную близость); д) активность (выполнение программ инициируется текущим состоянием информационной базы). Именно эти характеристики отличают знания в ИС от данных.

Вместе с тем приведенная характеристика знаний в ИС не является совершенно изолированной от того, что мы обычно понимаем под знанием. Такие черты, как внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика и активность, присущи любым более или менее крупным блокам человеческих знаний и в этом смысле знания в компьютерной системе можно рассматривать как модель или образ того или иного фрагмента человеческого знания.

Однако связь знаний в специфическом для ИИ смысле не ограничивается лишь сходством некоторых структурных характеристик. Ведь значительная часть информации, представляемой в базе знаний ИС, есть не что иное, как знания, накопленные в той области, где должна применяться данная система. Исследование этого знания под углом зрения задач построения ИС определяет технологический подход ИИ к знанию как таковому, под которым понимается следующее:

1. Извлечение знаний в ходе неформальных интервью с экспертом и анализа специальной литературы.

2. «Представление знаний» – кодирование знаний с помощью специалистов-экспертов и создание машинной модели «порождения» знаний, к примеру, дедуктивной машины вывода.

3. Создание экспертной системы и ее последующих версий.

4. Контроль над модификациями базы знаний – компонента экспертной системы в ходе эксплуатации.

В более широком смысле технологический подход к знанию предполагает постановку, исследование и решение технологических вопросов знания. К последним относятся вопросы типа «Каким образом следует (можно, допустимо) обращаться (иметь дело) со знанием, имея в виду достижение такой-то цели?».

Технологические вопросы о знании противопоставлены в определенном смысле экзистенциальным вопросам – то есть вопросам о том, как существует знание, каково оно есть. К вопросам последнего типа относятся, например, вопросы о соотношении знания с мнением или верой, о структуре знания и его видах, его онтологии, о том, как происходит познание.

При самом широком истолковании технологический подход к знанию является неотъемлемым элементом жизни любого человека. В этом смысле и первобытный человек, использующий для передачи информации примитивные сигналы, и наш современник, выбирающий между почтой, телеграфом, телефоном и факсом, могут считать одинаково решающими технологические вопросы относительно знания. Расцвет технологических исследований знания связан с развитием эпистемической логики и искусственного интеллекта. Эпистемическая логика как интенсивно развивающееся направление ставит, в частности, вопросы, связанные с определением истинности знания в контексте формул, содержащих такие эпистемические операторы, которые соответствующие словам «знает», «полагает», «сомневается», «отрицает» и др.

В эпистемической логике возможны различные подходы к трактовке знания. Знания могут пониматься как только истинные; в других случаях выделяют различные степени истинности знания (строгое, гипотетичное и др.). Однако в ИИ уделяют внимание прежде всего не вопросу об истинности знания, а проблеме его структурно-функциональных характеристик. Поэтому, говоря о знаниях, нередко указывают на такие их черты, как структурированность, активность, наличие метапроцедур, противопоставляя в этом отношении базу знаний в компьютерной системе базе данных, компоненты которой не обладают перечисленными свойствами.

Вместе с тем правомерно поставить вопрос о более широком контексте рассмотрения ИС в плане соотношения знания и истины. Очевидно, что проблема оценки когнитивного статуса познавательных результатов и методов, представляемых в компьютерной системе, связана с более общей проблемой истинности знания.

Большой интерес для философско-эпистемологических исследований представляют технологические подходы к знанию. Технологические вопросы об истинности знания, исследуемые в рамках ИИ, в значительной степени касаются способов представления знаний и методов приобретения знаний.

Проблемы представления знаний в основном связаны с разработкой соответствующих языков и моделей. Существуют различные типы моделей: логические, продукционные, фреймовые, семантические сети и другие. Логические модели предполагают представление знаний в виде формальных систем (теорий), и в качестве языка представления знаний в таких моделях обычно используется язык логики предикатов. Продукционные представления можно охарактеризовать (упрощенным образом) как системы правил вида «Если А, то В» или «Предпосылка – действие». Сетевые модели предполагают выделение некоторых фиксированных множеств объектов и задание отношений на них (это могут быть отношения различного рода: пространственные, временные, отношения именования и др.). Фреймовые представления иногда рассматривают как разновидность семантических сетей, однако для первых характерно наличие фиксированных структур информационных единиц, в которых определены места для имени фрейма, имен слотов и значений слотов.

Рассмотрим упомянутые модели подробнее:

1. *Логические модели.* В основе моделей такого типа лежит *формальная система,* задаваемая четверкой вида: $M = <T, P, A, B>$. Множество T есть *множество базовых элементов* различной природы, например, слов из некоторого ограниченного словаря, деталей детского конструктора, входящих в состав некоторого набора и т.п. Важно, что для множества Г существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству. Процедура такой проверки может быть любой, но за конечное число шагов она должна давать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли x элементом множества T. Обозначим эту процедуру П(T).

Множество P есть множество *синтаксических правил.* С их помощью из элементов T образуют *синтаксически правильные совокупности.* Например, из слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы, из деталей детского конструктора с помощью гаек и болтов собираются новые конструкции. Декларируется существование процедуры П(P), с помощью которой за конечное число шагов можно получить ответ на вопрос, является ли совокупность X синтаксически правильной.

В множестве синтаксически правильных совокупностей выделяется некоторое подмножество A. Элементы A называются *аксиомами.* Как и для других составляющих формальной системы, должна суще-

ствовать процедура П(A), с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности можно получить ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству A.

Множество B есть множество *правил вывода.* Применяя их к элементам A, можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из B. Так формируется *множество выводимых* в данной формальной системе *совокупностей.* Если имеется процедура П*(B),* с помощью которой можно определить для любой синтаксически правильной совокупности, является ли она выводимой, то соответствующая формальная система называется *разрешимой.* Это показывает, что именно правило вывода является наиболее сложной составляющей формальной системы.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а с помощью правил вывода из них выводятся новые *производные знания.* Другими словами, формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество *выводимых* в данной системе *знаний.* Это свойство логических моделей делает их притягательными для использования в базах знаний. Оно позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A, а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

2. Сетевые модели. В основе моделей этого типа лежит конструкция, названная ранее семантической сетью. Сетевые модели формально можно задать в виде $H = < I, C_1, C_2, ..., C_n\ \Gamma >$. Здесь I есть множество информационных единиц; $C_1, C_2, ..., C_n$ – множество типов связей между информационными единицами. Отображение Г задает между информационными единицами, входящими в I, связи из заданного набора типов связей.

В зависимости от типов связей, используемых в модели, различают *классифицирующие сети, функциональные сети* и *сценарии.* В классифицирующих сетях используются отношения структуризации. Такие сети позволяют вводить в базах знаний разные иерархические отношения между информационными единицами. Функциональные сети характеризуются наличием функциональных отношений. Часто их называют *вычислительными моделями,* так как они позволяют описывать процедуры «вычислений» одних информационных единиц через другие. В сценариях используются каузальные отношения, а также отношения типов «средство – результат», «орудие –

действие» и т.п. Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то обычно ее называют семантической сетью.

3. *Продукционные модели.* В моделях этого типа используются некоторые элементы логических и сетевых моделей. Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются *продукциями,* а из сетевых моделей – описание знаний в виде семантической сети. В результате применения правил вывода к фрагментам сетевого описания происходит трансформация семантической сети за счет смены ее фрагментов, наращивание сети и исключение из нее ненужных фрагментов. Таким образом, в продукционных моделях процедурная информация явно выделена и описывается иными средствами, чем декларативная информация. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, в продукционных моделях появляется *вывод на знаниях.*

4. *Фреймовые модели.* В отличие от моделей других типов, во фреймовых моделях фиксируется жесткая структура информационных единиц, которая называется *протофреймом.* В общем виде она выглядит следующим образом:

(Имя фрейма:

Имя слота 1 (значение слота 1)

Имя слота 2 (значение слота 2)

Имя слота К (значение слота К)).

Значением *слота* может быть практически что угодно (числа или математические соотношения, тексты на естественном языке или программы, правила вывода или ссылки на другие слоты данного фрейма или других фреймов). В качестве значения слота может выступать набор слотов более низкого уровня, что позволяет реализовать во фреймовых представлениях «принцип матрешки».

При конкретизации фрейма ему и слотам присваиваются конкретные имена и происходит заполнение слотов. Таким образом, из протофреймов получаются *фреймы-экземпляры.* Переход от исходного протофрейма к фрейму-экземпляру может быть многошаговым, за счет постепенного уточнения значений слотов.

Пример протофрейма имеет вид:

(Список работников:

Фамилия (значение слота 1);

Год рождения (значение слота 2);

Специальность (значение слота 3);

Стаж (значение слота 4).

Если в качестве значений слотов использовать данные табл. 1.1, то получится фрейм-экземпляр.

(Список работников:

Фамилия (Попов – Сидоров – Иванов – Петров);

Год рождения (1965 – 1946 – 1925 – 1937);

Специальность (слесарь – токарь – токарь – сантехник);

Стаж (5 – 20 – 30 – 25).

Связи между фреймами задаются значениями специального слота с именем «Связь». Часть специалистов по ИС считает, что нет необходимости специально выделять фреймовые модели в представлении знаний, так как в них объединены все основные особенности моделей остальных типов.

Каждая из упомянутых моделей имеет свои достоинства и недостатки в отношении того или иного круга задач. Преимущества логических моделей, использующих язык логики предикатов, связаны с дедуктивными возможностями исчисления предикатов, теоретической обоснованностью выводов, осуществляемых в системе. Однако такого рода модели в сложных предметных областях могут оказаться слишком громоздкими и недостаточно наглядными в качестве моделей предметной области или соответствующих фрагментов знания. Продукционные модели получили широкое распространение благодаря таким достоинствам, как простота формулировки отдельных правил, пополнения и модификации, а также механизма логического вывода. В качестве недостатка продукционного подхода отмечают низкую эффективность обработки информации при необходимости решения сложных задач. Преимущества семантических сетей и фреймовых моделей заключаются, с одной стороны, в их экономичности, позволяющей сократить время автоматизированного поиска информации, а с другой – в их удобстве для описания определенных областей знания (и соответствующих фрагментов реальности, изучаемых в данных областях), когда выделяются основные (с точки зрения задач, для которых создается ИС) объекты предметной области и (или) система понятий, в которых будут анализироваться конкретные ситуации, а также описываются свойства объектов (понятий) и отношения между ними. И хотя в целом для этих типов моделей существуют значительные проблемы с организацией вывода, фреймовые системы многими были оценены как перспективные благодаря

возможностям подведения под них достаточно строгих логических и математических оснований. Продукционный и фреймовый подходы объединяются иногда под общим названием эвристического, или когнитивного, подхода.

Эти подходы в представлении знаний достаточно тесно связаны с развитием когнитивной психологии. Однако само это направление сложилось под влиянием «компьютерной метафоры», когда познавательные процессы стали рассматриваться по аналогии с работой вычислительных машин. Неудивительно поэтому, что происходящее в ИИ оказывало и оказывает заметное воздействие на когнитивную психологию (как и на еще более молодое направление – когнитивную лингвистику). Это справедливо и в отношении собственно представления знаний. И фреймовые, и сетевые модели основываются на соответствующих концепциях структур человеческого восприятия и памяти. Вместе с тем эта концепция имеет самостоятельное значение как концепция психологическая и эпистемологическая и используется в исследовании проблем, выходящих за рамки собственно разработок компьютерных систем.

В книге «Философия компьютерной революции» А.И. Ракитов выдвигает концепцию «информационной эпистемологии». «Возникновение интеллектуальной технологии» и жгучий интерес к природе и возможностям машинного мышления, порожденный компьютерной революцией, – пишет он, – привели к формированию нового, нетрадиционного раздела эпистемологии – эпистемологии информационной. Она исследует не те или иные виды научного знания, а знания вообще, но под особым углом зрения, с позиции переработки и преобразования информации в ее высшую форму – знания. Информационная эпистемология исследует различные способы представления и выражения знаний и возможности построения знаний с помощью технических систем». Процесс познания и мышления, считает А.И. Ракитов, рассматривается в информационной эпистемологии под углом зрения «инженерного фундаментализма», как процесс машинной трансформации информации. К основным проблемам информационной эпистемологии он относит следующие: «что такое информация; как она передается, трансформируется; каковы функции и соотношения сигналов и кодов; какова эпистемическая функция компьютеров, могут ли они мыслить; как из информации создаются знания; как соотносятся информация, смысл и значение; каковы способы машинного представления знаний; какова связь информации

и языка; как осуществляется машинное понимание и взаимопонимание машины и человека; можно ли редуцировать мыслительные процессы к вычислительным функциям или представлять через них; в чем сущность инженерного подхода к познавательной деятельности; и, наконец, каково соотношение компьютера и мозга?».

Очевидно, что в круг перечисляемых А.И. Ракитовым проблем входят как технологические, так и экзистенциальные вопросы о знании. Соотнесенность между собой этих вопросов обусловлена тем, что все они так или иначе связаны с проблемами компьютерной переработки информации. Для осмысления происходящего в разработке компьютерных систем с позиций эпистемологии характерно также наличие тенденции к определенной трансформации эпистемологии с учетом потребностей компьютерной революции.

Исследование знания в контексте ИИ особенно остро поставило вопрос о неявной, личностной компоненте знания, а также о культурных предпосылках общения людей при посредстве ЭВМ. Заполнение базы знаний, осуществленное инженером в результате работы с экспертом, предполагает, конечно, формулировку правил, которые входят в базу знаний и необходимы для выполнения системой ее функций. Однако существенная часть этих правил может быть недоступна самому эксперту для рефлексии в силу их неявности. Либо может быть затруднена вербализация этих правил.

В принципе, утверждение о существовании невербализуемого, неявного личностного знания не противоречит утверждению о возможности вербализации или иного рода экспликации той части неявного знания, которая это допускает. Существуют две крайние точки зрения на знание, одна из которых предполагает принципиальную эксплицируемость всей познавательной деятельности человека, а другая – принципиальную неэксплицируемость того, что не эксплицировано на данный момент.

Другой важной группой технологических вопросов о знании, изучаемых ИИ, являются вопросы приобретения знаний – т.е. способы получения и ввода в ЭВМ информации, необходимой для наполнения структур представления знаний конкретным содержанием. Источниками этой информации могут быть как тексты (книги, статьи, архивные документы или уже созданные базы знаний, которые могут считаться текстами в широком смысле этого слова), так и не зафиксированные в текстах (или даже неартикулированные) знания, которыми обладает человек (специалист, эксперт). В некоторых случаях систе-

ма может приобретать знания непосредственно благодаря наблюдению за окружающей средой. Многие исследователи считают, что ключевой проблемой при построении экспертных систем является получение знаний от экспертов.

Существуют разнообразные методики так называемого извлечения знаний из эксперта. Ранее других возникли и наиболее распространены методики интервьюирования экспертов. Режим интервью, когда инженер по знаниям ведет активный диалог с экспертом, предполагает как предварительное ознакомление его с предметной областью, для работы в которой создается система, так и ознакомление эксперта с некоторыми вопросами построения ИС. От интервью отличаются такие способы взаимодействия инженера по знаниям с экспертом, как протокольный анализ и игровая имитация. Протокольный анализ предполагает фиксацию действий (видеозапись) или «мыслей вслух» (запись на магнитофонную ленту) эксперта в ходе решения проблемы. Эта запись впоследствии подвергается анализу. В случае игровой имитации инженер по знаниям наблюдает за поведением эксперта в искусственно созданных ситуациях, моделирующих те, которые действительно имеют место в работе эксперта. Однако и эти способы требуют диалога инженера с экспертом. Такой диалог бывает необходим при анализе полученной информации, для ее уточнения, восстановления картины работы эксперта в том объеме, который требуется для построения ИС. Работа с экспертом может быть в значительной степени автоматизирована, когда функции инженера по знаниям выполняет ИС.

Так или иначе, методы извлечения знаний, как и методы их представления, нередко базируются на когнитивно-психологических и эпистемологических соображениях, в том числе на экзистенциальном взгляде на когнитивную структуру экспертного знания (иногда вместо выражения «экспертное знание» предпочитают употреблять выражение «опыт эксперта»).

Трудности приобретения знаний – это в значительной степени трудности изучения структуры экспертного знания и механизмов его функционирования. Рефлексия эксперта над собственным знанием не может решить этой проблемы, поскольку, во-первых, не все эксперты обладают достаточно развитой способностью к рефлексии, во-вторых, далеко не всегда могут осуществлять ее в тех концептуальных рамках, которые обеспечивают возможность заполнения базы знаний, и, в-третьих, известны случаи, когда эксперты в силу каких-

либо соображений не желают делиться информацией с инженером знаний. Кроме того, имеются трудности принципиального характера, связанные с вербализацией неявного знания, в том числе «знания, как». Некоторые исследователи придают большое значение интуиции эксперта-человека, возможностям ее учета или «компенсирования» при разработке ИС. Проблема «знание и компьютер», таким образом, оказывается связанной с вопросами явного и неявного, вербализуемого и невербализуемого знания, а также с проблемой интуиции.

Вопросы для самоконтроля

1. Цель инженерии знаний.
2. Что такое «сверхсознание»?
3. Что такое «предмышление»?
4. В чем заключается компьютерное моделирование мышления?
5. Подходы к исследованию знаний.
6. В чем заключается «технологический подход» к знанию?
7. Модели представления знаний.
8. Методики извлечения знаний.

3. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

3.1. Управление жизненным циклом изделия

Изделием в машиностроении называют предмет производства, подлежащий изготовлению на предприятии.

Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) – это совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния изделия от формирования исходных требований к нему до окончания его эксплуатации или потребления. Каждый из указанных процессов связывают с определенным этапом ЖЦИ (рис. 3.1) [2].

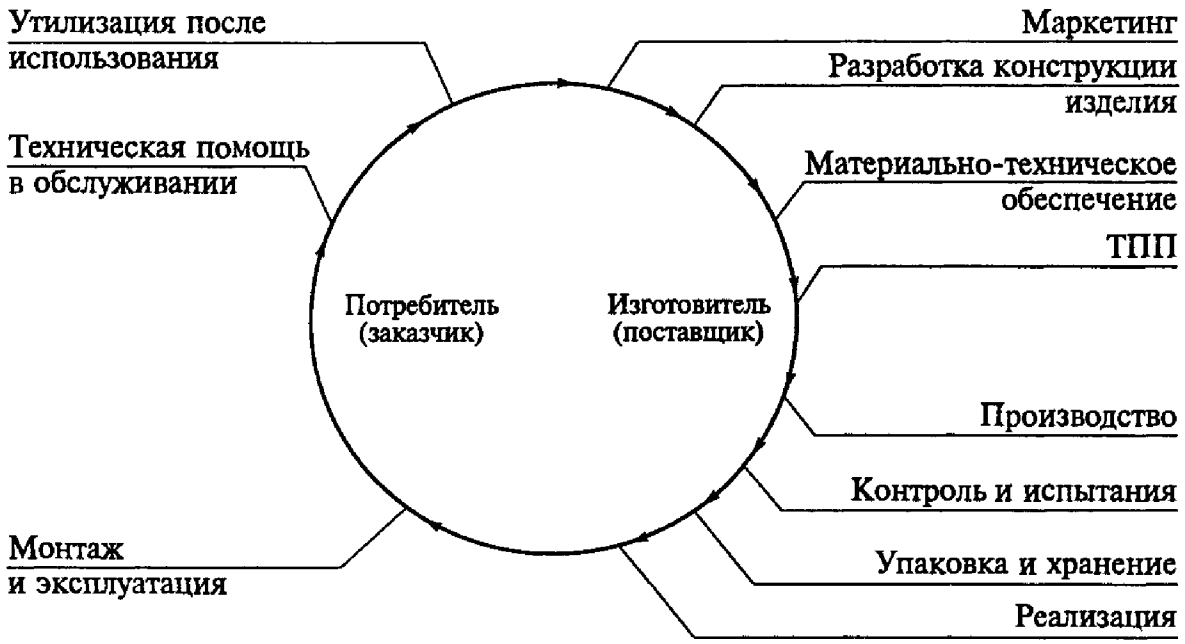


Рис. 3.1. Структура жизненного цикла изделия машиностроения

На этапе маркетинга анализируют состояние рынка соответствующей машиностроительной продукции. Устанавливают наличие текущей или перспективной потребности в изделиях данного функционального назначения. Определяют основные требования потребителей к этим изделиям. Устанавливают состав и значения основных показателей эксплуатационного качества (мощность, производительность, КПД, показатели надежности и т.д.). Разрабатывают общее описание конкурентоспособного изделия. В нем указывают условия эксплуатации и показатели эксплуатационного качества изделия, потребительские предпочтения в отношении эргономических, эстетиче-

ских и других характеристик продукции, требования к условиям поставки. Ориентировочно определяют предполагаемый объем выпуска изделия (емкость рынка).

На основе требований, содержащихся в описании конкурентоспособного изделия, оформляют техническое задание на его конструирование и разрабатывают конструкцию изделия. При этом возможно создание различных вариантов конструкций, проведение необходимых расчетов, изготовление и исследование (отработка) опытных образцов изделия.

Все данные, необходимые и достаточные для изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта разрабатываемого изделия, указывают в рабочей конструкторской документации (ГОСТ 2.103–68 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки»). Порядок разработки, оформления и обращения конструкторской документации установлен комплексом государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

На этапе материально-технического обеспечения определяют перспективные потребности производства в различных ресурсах. Под производственными ресурсами понимают совокупность средств производства, а также трудовые, природные, финансовые, материальные, энергетические и информационные ресурсы, вовлеченные в процесс производства. Приобретают необходимые ресурсы для организации планирующегося выпуска разработанного изделия.

Под технологической подготовкой производства (ТПП) понимают совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства (ГОСТ 14.004–83 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий»). Последняя определяется наличием на предприятии полных комплектов рабочей, конструкторской, технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для обеспечения заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Организацию и управление ТПП регламентируют государственные стандарты Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Под производством понимают организацию и осуществление изготовления продукции. Производство товарной (предназначенной для реализации на рынке) продукции называют основным. Производство

принято разделять по типу (единичное, серийное и массовое), виду (литейное, сварочное, механосборочное и т.д.), уровню автоматизации (неавтоматизированное, автоматизированное и автоматическое), базовому принципу организации (непрерывно-поточное, переменно-поточное и непоточное). Высшую форму развития производства на основе сочетания информационных технологий и технологий материального производства называют компьютеризированным интегрированным производством (Computer integrated manufacturing – CIM).

Каждый из послепроизводственных этапов ЖЦИ имеет конкретную цель, для достижения которой создают необходимые условия и выделяют необходимые ресурсы.

Общей целью для всех этапов ЖЦИ является обеспечение высокого качества изделия при его производстве и эксплуатации. Этого добиваются путем выполнения на каждом этапе комплекса соответствующих мероприятий, поэтому в технической литературе структуру ЖЦИ (см. рис. 3.1) иногда называют «петлей качества».

Изготовитель (поставщик) и потребитель (заказчик) являются участниками единого ЖЦИ. Для обеспечения высокого качества изделия и достижения своих целей они должны тесно сотрудничать и постоянно взаимодействовать друг с другом.

Технологическим процессом называют часть производственного процесса, содержащую целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (изделия).

При изготовлении заготовок производятся целенаправленные действия по превращению материала в заготовки. В процессе термической обработки осуществляются структурные изменения в материалах заготовок. При изготовлении деталей производится последовательное изменение геометрических форм, размеров, точности и качества поверхностного слоя. Технологический процесс сборки связан с изменением взаимного положения собираемых деталей путем их соединения.

Основной составляющей технологического процесса является технологическая операция. *Технологическая операция* – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Технологическая операция может состоять из одного или нескольких технологических переходов. *Технологическим переходом* называется законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах.

Технологический переход может осуществляться за один или несколько рабочих ходов. Под *рабочим ходом* понимается законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменениями формы, размеров, качества поверхности или свойств заготовки.

При выполнении технологической операции необходимо часто перезакреплять и изменять положение заготовки относительно рабочих органов станка или инструмента. Для этого введены понятия «установ» и «позиция». Под *установом* понимается часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или сборочной единицы.

Позиция – это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижных частей оборудования.

Технологические процессы (ТП) классифицируются на единичный, типовой и групповой.

Единичный ТП разрабатывается индивидуально, на конкретное изделие.

Типовой ТП создают для группы изделий, обладающих общими конструктивными и технологическим признаками.

Групповой ТП – это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

В последние годы создаются *модульные технологические процессы*, которые базируются на единстве технологических методов обработки элементарных поверхностей (модулей) различных деталей.

Степень детализации описания технологического процесса определяется серийностью производства и экономическими соображениями.

В единичном производстве осуществляется *маршрутное описание технологического процесса,* которое заключается в сокращенном описании всех технологических операций в последовательности их выполнения, без указания переходов и технологических режимов.

В мелкосерийном и серийном производствах, а для ответственных изделий – в единичном производстве, осуществляется *маршрутно-операционное описание технологических процессов,* при котором

даются сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте и полное описание ответственных операций, формирующих качество изделий.

В серийном, крупносерийном и массовом производствах, а для ответственных изделий – в мелкосерийном производстве, осуществляется *операционное описание технологических процессов,* которое сводится к полному описанию всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

При трудоемком операционном описании технологических процессов гарантируется качество изделий. Значительна роль качества и при эксплуатации и утилизации изделий, особенно при текущем и капитальном ремонтах. Технологическая подготовка занимает более 50 % времени всей технической подготовки производства, и в условиях жесткой конкуренции, когда время на подготовку производства исчисляется днями и неделями, а не годами, необходимость использования новейшей вычислительной техники и программ для технологической подготовки производства является объективной реальностью.

Технологическая составляющая в жизненном цикле изделия является основной и в его производстве, где реализуются разработанные технологические процессы, производятся их корректировка, совершенствование и контроль.

Это говорит о целесообразности объединения технологических аспектов всех этапов жизненного цикла изделия в единый технологический процесс.

3.2. Функциональное назначение изделий машиностроения

Каждая *машина* предназначена для выполнения определенных функций при заданных условиях эксплуатации. Определение этих функций базируется на научном анализе и маркетинге. При этом необходимо добиться следующего [2]:

1) конкурентоспособности и экологичности технологического процесса, для реализации которого предназначена проектируемая машина;

2) конкурентоспособности и перспективности продукции и услуг, для производства и реализации которых предназначается данная машина.

После этого вырабатываются требования к служебному назначению машины. К ним относятся:

1. Вид продукции или услуг, для которых предназначена машина.
2. Производительность машины.
3. Уровень автоматизации.
4. Технологичность машины.
5. Условия эксплуатации машины (температура, влажность и агрессивность среды и т.д.).
6. Безотказность и долговечность машины.
7. Удобство управления машиной, безопасность работы и обслуживания.
8. Дизайн машины.

Учитывая многообразие машин, для каждого их наименования эти требования уточняются и конкретизируются.

Сборочная единица, как правило, предназначается для передачи и увеличения силы, преобразования движения и осуществления других действий, необходимых для выполнения машиной своих функций. Исходя из этого, все сборочные единицы должны удовлетворять требованиям к своему служебному назначению, перечисленным для машины.

Свое функциональное назначение машина и сборочные единицы выполняют с помощью *связей*, действующих между исполнительными поверхностями отдельных деталей. Эти связи могут быть; размерными, кинематическими, динамическими, гидравлическими, пневматическими, электрическими, магнитными, световыми, звуковыми и др. Проектирование машины и сборочных единиц начинают с выбора такого сочетания связей, которое позволяет им выполнять свое функциональное назначение с наивысшим КПД.

Наиболее широкими функциями обладают цилиндрические и резьбовые соединения деталей машин.

Цилиндрические соединения используют как для ориентированного перемещения (осевого и вращательного) одной из сопрягаемых деталей относительно другой, так и для передачи осевых нагрузок и крутящего момента от одной сопрягаемой детали к другой.

Функциональное назначение резьбовых соединений представлено на рис. 3.2 [2].

Анализ показывает, что резьбовые соединения в наилучшей степени позволяют обеспечить сборку и разборку неподвижных соеди-

нений деталей и сборочных единиц машины, увеличение передаваемого усилия, а также точность линейного перемещения одной детали относительно другой.

Деталь представляет собой комплекс взаимосвязанных поверхностей, выполняющих различные функции. Исполнительные поверхности бывают соприкасающимися и функциональными. Соприкасающиеся поверхности детали машины или сборочной единицы контактируют с соответствующими поверхностями других деталей. Функциональные поверхности детали предназначены для выполнения определенных функций при эксплуатации машины.

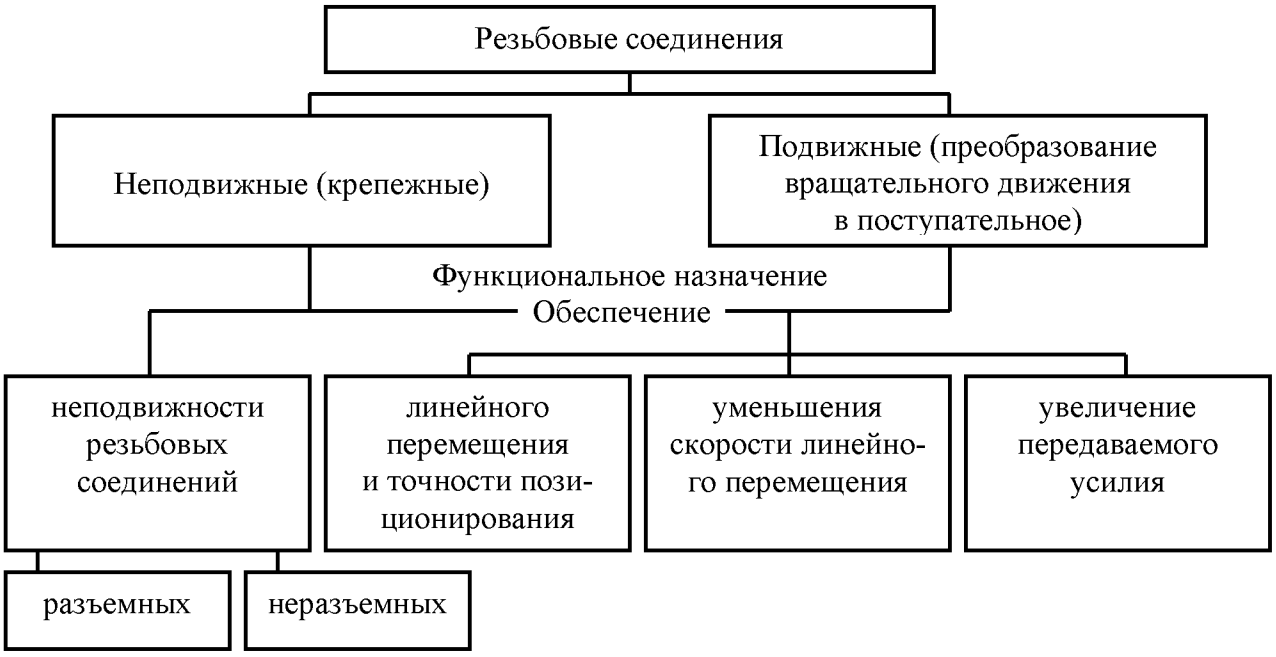


Рис. 3.2. Функциональное назначение резьбовых соединений

На каждую деталь в машине или сборочной единице возлагается исполнение определенных функций, вытекающих из общего функционального назначения машины или сборочной единицы. Например, корпусные детали, станины, кронштейны и т.п., выполняя несущую роль, служат для крепления других деталей и сборочных единиц; валы используют для передачи крутящего момента и установки на них деталей, с помощью которых передается крутящий момент; зубчатые колеса передают крутящий момент.

Безотказность и долговечность исполнения своих функций изделием машиностроения определяются рядом эксплуатационных свойств деталей и их соединений: статической и усталостной прочностью, поверхностной контактной статической и динамической проч-

ностью, коррозионной стойкостью, контактной жесткостью, герметичностью, износостойкостью, прочностью посадок и др. Все эти эксплуатационные свойства в значительной мере зависят от качества поверхностного слоя деталей, так как все разрушения (статические, усталостные, контактные, коррозионные и др.) начинаются с поверхности.

3.3. Влияние технологии на обеспечение надежности изделий

Технологический процесс изготовления, сборки и контроля изделия должен с минимальными затратами средств и времени обеспечивать требуемый уровень надежности. Вместе с тем взаимосвязь технологического процесса с надежностью готового изделия довольно сложная и, кроме того, требования надежности, как правило, вступают в противоречие с такими основными требованиями к технологическому процессу, как его производительность и экономичность.

Технологу обычно трудно обосновать то или иное мероприятие, связанное с повышением надежности изделия, так как его результаты скажутся не сразу, а лишь через длительный промежуток времени в процессе эксплуатации. Вместе с тем вся организация производства данного изделия, применяемые технологические процессы и методы контроля оказывают решающее влияние на показатели надежности.

Зависимость показателей надежности от уровня технологического процесса можно представить следующей схемой (рис. 3.3) [2].

Все компоненты технологического процесса – методы обработки и применяемое оборудование, последовательность операций, режимы обработки, методы контроля – определяют показатели качества изделия, указанные в ТУ, его точность, качество поверхности, механические свойства и т.п.

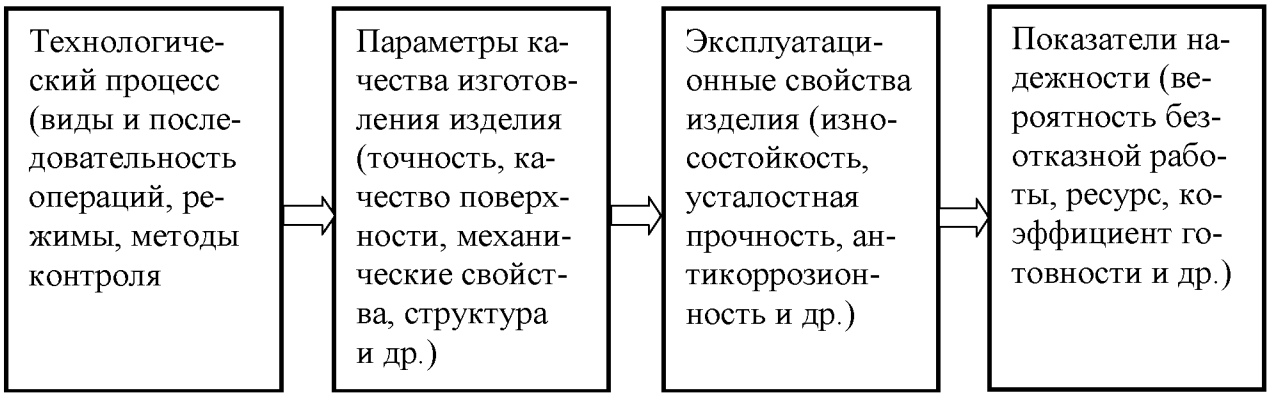


Рис. 3.3. Схема зависимости показателей надежности от уровня технологичности

Показатели надежности связаны с выходными параметрами технологического процесса. Эксплуатационные свойства изделия определяются износостойкостью, усталостной прочностью, коррозионной стойкостью, теплостойкостью и т.п.

Зависимость эксплуатационных свойств изделия от показателей качества готового изделия весьма сложна по следующим причинам: во-первых, процесс потери работоспособности изделия подчиняется закономерностям случайных функций из-за переменности условий эксплуатации и нестабильности технологического процесса; во-вторых, из-за сложности большинства технологических процессов и возникающих побочных явлений трудно выявить все те параметры процесса, которые действительно влияют на эксплуатационные свойства изделия.

Раскрытие зависимостей между качеством изделия и его эксплуатационными свойствами базируется на изучении физических процессов разрушения материалов.

Таким образом, технологический процесс оказывает непосредственное и существенное влияние на показатели надежности, хотя эти связи сложны, многоэтапны и не являются очевидными.

Совершенство технологического процесса во многом определяет и достигнутый уровень надежности изделия, так как именно в процессе изготовления обеспечивается заложенная конструктором надежность. Технологические методы обеспечения надежности имеют такое же решающее значение, как конструктивные и эксплуатационные.

3.3.1. Влияние параметров технологического процесса на износостойкость поверхностей

Показатели качества изготовления изделий, как следствия принятого технологического процесса, оказывают непосредственное влияние на такое эксплуатационное свойство, как износостойкость поверхности. Во-первых, на износостойкость влияют химический состав, структура и механические характеристики материалов, которые зависят от металлургических или других процессов получения материалов, от термических и термохимических видов обработки поверхностей. Во-вторых, износостойкость зависит от геометрических и физико-химических параметров поверхностного слоя. При этом откло-

нения формы деталей увеличивают период макроприработки, а шероховатость поверхности влияет на период микроприработки.

Следует иметь в виду, что связи между технологическими и эксплуатационными параметрами имеют стохастическую (вероятностную) природу из-за рассеивания состава материала, положения детали при обработке, жесткости технологической системы и других причин, определяющих точность и стабильность процесса обработки. Например, на износостойкость детали наиболее существенное влияние оказывает твердость материала и шероховатость поверхности.

3.3.2. Влияние параметров технологического процесса на усталостную прочность деталей

На усталостную прочность оказывают влияние как характеристики материала, так и состояние поверхностных слоев и наличие дефектов.

Например, возникающие в поверхностном слое при механической обработке растягивающие остаточные напряжения обычно снижают предел выносливости; сжимающие же, наоборот, могут улучшить прочностные характеристики. Это влияние особенно сказывается на деталях, работающих при знакопеременных нагрузках и высоких температурах.

Известно также, что параметры шероховатости поверхности оказывают существенное влияние на сопротивление усталости. В общем случае предел усталости повышается с улучшением качества поверхностного слоя. Кроме того, на него влияет направление следов обработки: при совпадении с действием главного напряжения предел усталости выше.

Финишная обработка поверхности, которая в основном определяет конфигурацию микроскопических рисок и механические свойства поверхностного слоя, существенно влияет на предел выносливости даже при одинаковом классе шероховатости. Например, сопротивляемость усталостному разрушению образцов из стали 9ХМФИ9Х [2] при шлифовании кругами из синтетических алмазов повышается на 20...45 % при контактных нагрузках и до 30 % при изгибе. Это связано с характеристикой слоя поверхности, когда число царапин на единицу поверхности и их глубина значительно меньше при алмазном шлифовании, чем при абразивном, а рельеф поверхности более гладкий.

3.3.3. Влияние технологического процесса на коррозионную стойкость изделий

Для защиты металлов от коррозии широко применяются различные виды покрытий – электролитические, химические, полимерные и др.

Коррозионная стойкость этих покрытий, находящихся под воздействием агрессивных сред, зависит не только от вида покрытия, но и от режимов их нанесения, условий, в которых осуществляется технологический процесс, возможностей регулирования и контроля его протекания.

Коррозионная стойкость связана с такими показателями, как сплошность, однородность покрытия по составу, стабильность по толщине.

При нанесении полимерных покрытий их часто делают многослойными. В этом случае технологический процесс может обладать большим диапазоном условий обработки, что приводит к рассеиванию начальных параметров изделий и их существенной зависимости от режима обработки.

Более надежными являются покрытия, которые помимо коррозионной стойкости должны быть также износостойкими или обеспечивать сопротивляемость усталостному разрушению. Правда, для таких покрытий технологические процессы становятся более сложными и дорогими.

Интенсивные коррозионные разрушения характерны для конструкций, работающих в жидких средах, вызывающих электрохимическую коррозию. Особенно опасный вид разрушения – коррозионное растрескивание – возникает при одновременном действии коррозионной среды и статических или повторно-статических нагрузок. Определяющее влияние на интенсивность растрескивания оказывает получение качественного сварного соединения без дефектов шва. Коррозионное растрескивание можно предотвратить снятием остаточных напряжений, например, механическим деформированием. Известно, что накатанная резьба обладает более высокой стойкостью к коррозионному растрескиванию, чем нарезанная.

Последовательность технологических операций, применяемые методы и режимы обработки оказывают непосредственное влияние

на износостойкость, прочность, коррозионную стойкость, теплостойкость, стабильность механических и физических свойств и другие эксплуатационные показатели изделий.

3.4. Особенности технологической системы с позиций надежности

Технологический процесс – это сложная техническая система, в которой в единый комплекс объединены оборудование, средства контроля и управления, вспомогательные и транспортные устройства, обрабатывающие инструменты, объекты производства (заготовки, полуфабрикаты, готовые изделия) и, наконец, люди, осуществляющие процесс или управляющие им.

Трудности в обеспечении надежности технологического процесса связаны с большой сложностью технологических систем, наличием многочисленных и разнообразных взаимосвязей, с высокими требованиями к его надежности.

Проведем гипотетический расчет. Пусть современная сложная машина состоит из $n = 10^4$ деталей. Каждая деталь при обработке подвергается большому числу операций и переходов, при этом одновременно контролируется в среднем 100 параметров. Тогда у машины в процессе ее изготовления должно выдерживаться и контролироваться 10^6 параметров. Примем, что только один параметр из 1000 влияет на надежность, тогда с надежностью машины связано 10^3 параметров. Если на каждой операции, связанной с обеспечением данного параметра (точности, шероховатости, твердости, химического состава, жесткости, прочности и т.п.), будет возникать один отказ на 1000 изделий (значения параметра вышли за пределы допуска), то вероятность безотказности технологического процесса на данной операции будет $P(t) = 0{,}999$. В этом случае каждая машина в среднем будет иметь один недопустимый отказ, связанный с технологическим процессом.

Таким образом, достаточно высокая надежность осуществления технологического процесса на отдельной операции приводит к недопустимой надежности технологического процесса изготовления машины, что говорит о высоких требованиях, которые должны предъявляться к надежности осуществления технологического процесса.

Вместе с тем технологические системы обладают свойствами, которые облегчают задачу обеспечения высокой надежности техноло-

гического процесса. Это, во-первых, возможность изменять структуру системы и ее элементы – вводить дополнительный контроль, разбивать операции на ряд переходов, ужесточать требования к отдельным операциям, изменять режимы работы – что непосредственно отражается на надежности технологического процесса; во-вторых, технологические системы могут обладать свойством саморегулирования и при изменении условий, в которых протекает технологический процесс, автоматически или за счет целенаправленных действий людей изменять свои параметры, обеспечивая требуемый уровень надежности.

Особенность технологического процесса состоит в том, что высокое качество изделия вступает в противоречие с повышением производительности, поэтому надежность технологического процесса должна быть обеспечена как по качественным, так и по количественным показателям.

Под надежностью технологического процесса понимается его свойство обеспечивать изготовление изделий в заданном объеме, сохраняя установленные требования к качеству.

Таким образом, технологическая система должна быть работоспособна как по показателям качества, так и по производительности. Надежность технологических систем должна оцениваться только по тем параметрам и показателям качества изделия, уровень которых зависит от технологии изготовления. При расчете надежности технологических систем следует исходить из того, что конструкторской документацией однозначно заданы номинальные значения и показатели качества готового изделия. Задача технолога – оценить, насколько процесс изготовления обеспечивает соблюдение установленных требований, не рассматривая технический уровень самих изделий. Поэтому технологический процесс может обладать высокой надежностью, хотя получаемая при его реализации продукция будет относиться к низкой категории качества или морально устаревать.

Показатели, которыми оценивается надежность технологического процесса, те же, что и для оценки надежности любой системы. При этом под безотказностью данного процесса понимается вероятность нахождения его технологических параметров в допускаемых пределах в течение рассматриваемого периода времени.

Отказы технологических систем могут быть внезапными и постепенными. Постепенные отказы связаны с процессами износа технологического оборудования, инструмента, оснастки и средств контроля,

с температурными деформациями, химическими воздействиями и т.п. Внезапные отказы могут быть вызваны ошибками людей (наладчика, контролера), быть следствием дефектов в заготовках и комплектующих изделиях, недостаточного входного контроля и т.п.

3.5. Методы обеспечения надежности технологического процесса

В ряде случаев, особенно при освоении новых образцов машин, отказы, связанные с технологией, возникают потому, что ее уровень не соответствует возросшим требованиям к изделию, не создан запас надежности и параметры технологического процесса близки к предельным. Технологическое оборудование, методы контроля, организация технологического процесса перестают удовлетворять требованиям, предъявляемым к изготовлению изделий с более высокими показателями качества и надежности. Например, при повышении сложности и прецизионности изделий большое значение приобретают допуски не только на точность размеров, но и на точность формы и взаимное положение отдельных поверхностей.

Уровень технологического процесса должен обеспечивать выполнение задач по достижению требуемых показателей качества и надежности. *Старые методы уже не позволяют изготовить изделие с повышенными требованиями к его выходным параметрам надежности.*

Наблюдая тенденции развития современных технологических процессов, можно отметить такие характерные направления, как повышение прецизионности процесса, развитие методов упрочняющей технологии, применение покрытий, получение сверхчистых и однородных материалов с высокой сопротивляемостью к внешним воздействиям, получение высокого качества поверхностного слоя и другие, которые являются необходимым условием для выпуска изделий высокой надежности.

Технологические процессы при ремонте изделий также должны соответствовать уровню технологических процессов при их изготовлении. Анализ отказов изделий показывает, что их интенсивность повышается при проведении ремонта. Это связано с тем, что в результате ряда причин (отсутствие соответствующей технологическом оснастки, недостаточная квалификация рабочих, отсутствие ремонтной документации, специфические условия ремонта и т.п.) технологиче-

ские процессы при ремонте изделий не обеспечивают выполнение всех требований ТУ при изготовлении изделий.

Большое влияние на надежность технологического процесса оказывает его автоматизация, которая создаст условия для более стабильного протекания технологического процесса, чем при участии человека. Так, например, из-за утомляемости возможно изготовление станочником неточной детали и пропуск брака контролером. Автоматизация технологического процесса, когда все операции осуществляют механизмы без непосредственного участия рабочего, не только способствует повышению производительности процесса, но и улучшает качество продукции. Технологический процесс становится более стабильным и не подвержен в такой степени, как при ручной обработке, опасности редких отклонений от установленного уровня качества. Наибольший эффект может быть достигнут, если процесс обладает функциями самонастройки (адаптации),

Повышение надежности технологического процесса можно обеспечить за счет введения специальных видов обработки, повышающих износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость изделий. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, придающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки (закалка, цементация, азотирование, цианирование и др.), так и упрочняющая технология, основанная на поверхностном пластическом деформировании.

При применении методов поверхностной пластической деформации к результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Эффективность наклепа таких деталей, как листовые рессоры, повышается при обработке их в напряженном состоянии, совпадающем с тем, которое имеет место при эксплуатации.

Высокая твердость, износостойкость, теплопроводность инструмента, а также сравнительно низкий коэффициент трения пары алмаз – металл обеспечивают высокую эффективность использования алмазного выглаживания. Наиболее целесообразно применять выглаживание для достижения параметра шероховатости Ra = 0,04...0,2 мм. При выглаживании происходит упрочнение поверхностного слоя на глубину 0,5…1.5 мм со степенью наклепа

15...200 %. Следует отметить, что при выглаживании деталей их поверхностный слой свободен от абразивных включений, что улучшает эксплуатационные характеристики деталей машин. В поверхностном слое при выглаживании обычно возникают сжимающие остаточные напряжения, повышающие предел текучести материала.

Методы чистовой обработки поверхностей (чистовое точение, шлифование, полирование и др.) также упрочняют поверхностный слой.

В машиностроении широко применяются различные антифрикционные и антикоррозийные покрытия, нанесенные методами наплавки, металлизации, напылением, электрохимическим или другими способами. При помощи этих методов поверхностному слою придаются практически любые свойства, независимо от характеристик исходного материала. Широко распространены методы хромирования, никелирования, борирования, осталивания и др. Они, как правило, существенно повышают сроки службы деталей машин. Например, покрытие хромом дает возможность значительно увеличить срок службы цилиндров двигателей внутреннего сгорания и сопряженных с ними нехромированных поршневых колец.

В практике машиностроения находят также применение такие методы поверхностного упрочнения, как плазменное напыление и плазменная наплавка сверхтвердыми материалами, в том числе карбидами, окислами и др. Они позволяют до пяти и более раз увеличивать срок службы деталей. Возможно применение различных комбинированных методов упрочнения, например, сочетание плазменного напыления с последующей термической обработкой тонкого поверхностного слоя.

Применяют упрочнение трением, электроискровым методом, а также различного рода облучением (электронным, дейтронным, ионным).

Весьма эффективны методы упрочнения деталей машин путем нанесения на трущиеся поверхности тонкого слоя из карбидов титана, вольфрама и некоторых других элементов. Толщина упрочненного слоя составляет сотые доли миллиметра, а износостойкость деталей увеличивается в десятки раз.

Прогрессивным способом является применение антифрикционных материалов в виде комбинации тонкого слоя антифрикционного материала со сравнительно тонкой конструкционной стальной основой. Такие материалы изготавливаются в виде ленты непрерывными

технологическими процессами (сталь-баббиты – заливкой на ленту, сталь-алюминиевые сплавы – совместной прокаткой, сталь-свинцовые или бронзы – заливкой и спеканием порошков на ленте и т.п.). Из комбинированных материалов штампуются полувкладыши, втулки, упорные кольца и другие детали подшипников двигателей.

3.6. Контроль стабильности технологических процессов и оценка их надежности

Технологическая отработка ряда деталей, узлов и сложных сборочных единиц заканчивается достаточно быстро. Одна-две принципиальные технологические доработки приводят к желаемому результату, т.е. изделие можно считать практически освоенным и готовым к серийному выпуску.

Освоение конструктивно-технологических узлов и других сборочных единиц, имеющих отработанную технологическую документацию, подкрепленную обширными научными и экспериментальными исследованиями, выполняется высококвалифицированными инженерно-техническими и научными работниками на хорошо оснащенной экспериментальной базе.

Процесс технологической отработки изделий затягивается, если в них, наравне с хорошо освоенными типовыми конструктивно-технологическими сборочными единицами, используют оригинальные. Это связано с тем, что по оригинальным сборочным единицам нормативно-техническая документация отработана не в полной мере, поэтому необходимо осваивать новые технологические процессы. Иногда при разработке сложных изделий не вполне оправданно игнорируют использование типовых конструктивно-технологических сборочных единиц и применяют оригинальные решения, что приводит к серьезному затягиванию этапа серийного освоения выпуска изделий.

В ходе выполнения технологических процессов, как при освоении выпуска продукции, так и при установившемся производстве, возможны различные отклонения от требований нормативно-технической документации в готовой продукции. Причины таких отклонений многочисленны. Существуют две группы факторов, которые приводят к этим отклонениям [2].

К первой группе факторов можно отнести:

– отсутствие на рабочих местах чертежей и необходимых инструкций на выполнение технологических операций;

– незакрепленность конкретных видов работ (операций) за определенными исполнителями;

– несоблюдение последовательности выполнения работ, заданных в технологических маршрутных картах;

– несвоевременное предъявление на контроль первой детали (операции);

– использование технологической оснастки, режущего и мерительного инструмента, испытательного оборудования и т.д., не указанных в маршрутных картах;

– применение материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, не предусмотренных технологическими процессами;

– несоблюдение установленных нормативно-технической документацией приемов, методов и режимов отработки изделий и их испытаний;

– использование неаттестованных средств контроля и средств технологического оснащения с просроченными сроками годности; неудовлетворительное состояние средств технологического оснащения, ремонтной базы, испытательного оборудования и т.д.

Перечисленные выше факторы носят случайный характер и их устраняют в процессе организационно-технических мероприятий.

Ко *второй группе факторов,* которые также носят случайный характер, относят различные отклонения, вызванные разбросом:

– характеристик (физических, геометрических, массы и т.д.) материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий;

– характеристик параметров и средств технологического оснащения, измерительных приборов, режущего и мерительного инструмента, стендового и испытательного оборудования и т.д.;

– допусков (случайные неблагоприятные их сочетания) в размерных технологических цепочках.

Вторая группа факторов описывается определенными статистическими законами (преимущественно нормальным законом), которые могут быть учтены при исследовании стабильности технологического процесса.

Общий подход к оценке стабильности технологических процессов основывается на оценке точности изготовляемого изделия. При этом точность изготовления оценивают как по мгновенному, так и по интегральному рассеянию параметров за некоторый промежуток времени.

В практике изготовления сложных изделий машиностроения с целью статистического регулирования производственного процесса вводят *контрольные карты,* которые наглядно отражают ход производственного процесса и выявляют нарушение технологии. Различают контрольные карты по измеряемым (количественным) и неизмеряемым (качественным) признакам качества – в зависимости от того, поддается ли признак количественному измерению или же допускает только качественную оценку.

Для сложных изделий машиностроения используют в основном *контрольные карты индивидуальных значений параметров.* Это вызвано тем, что детали, узлы или механизмы этих изделий изготавливают малыми партиями, а контролю подвергают наиболее ответственные параметры, влияющие на работоспособность изделий. Для карты индивидуальных значений характерно то, что измерение параметра проводят для каждого узла, механизма или детали, которые изготовляют на станке или другом оборудовании. Полученное значение параметра заносят в карту в виде точки, крестика или звездочки. Карту индивидуальных значений применяют, главным образом, для наблюдения за технологическим процессом. Эта карта имеет тот недостаток, что по ней нельзя сразу сделать вывод о причине нарушения технологического процесса по одному-двум выбросам за контрольные границы.

Контрольные границы карты индивидуальных значений определяют, исходя из нормального распределения отклонений измеряемого параметра (рис. 3.4).

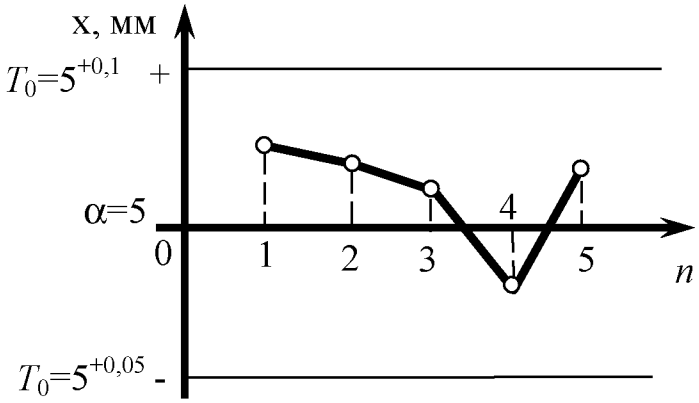


Рис. 3.4. Контрольная карта индивидуальных значений измеряемого параметра, где *n* – число проверенных деталей или сборочных единиц

Контроль стабильности технологических процессов с помощью карт индивидуальных значений измеряемых параметров позволяет обеспечить высокое качество деталей, узлов и механизмов изделия. Так, например, карты индивидуальных значений измеряемых параметров вводят для самых ответственных деталей, входящих в исполнительные узлы и механизмы, такие как, например, подъемные механизмы, домкраты, силовые редукторы, блокировки, гидроцилиндры, гидроклапаны и т.д.

В практике изготовления деталей серийного и массового производства с целью обеспечения стабильности технологических процессов широкое распространение получил *метод выборочного контроля.* Этот метод основан на проверке качества определенного числа готовых деталей, узлов или механизмов из некоторой партии (например, месячной, квартальной, полугодовой и годовой) выпущенных деталей, узлов или механизмов.

3.7. Дефекты и неисправности изделий в процессе серийного производства

На этапе серийного изготовления сложных изделий машиностроения систематически собирают сведения обо всех дефектах и неисправностях, выявленных в процессе изготовления и приемосдаточных испытаний для всех паспортных деталей и сборочных единиц. По всем цехам – изготовителям деталей и сборочных единиц выписывают паспорта о дефектах и принятых мерах по их устранению. Статистические данные оформляют в виде перечня дефектов и неисправностей по форме табл. 3.1 и направляют его для анализа в службу надежности.

К анализу дефектов и разработке мероприятий по их устранению привлекают все отделы и службы предприятия. Перечень статистических данных систематически составляет каждый цех-изготовитель не реже одного раза в квартал.

Систематизация дефектов и неисправностей, выявленных при изготовлении и приемосдаточных испытаниях, позволяет устранить их непосредственной заменой или восстановлением отказавших элементов и не монтировать их неисправными на изделие, что способствует обеспечению надежности изделий в эксплуатации. Анализ динамики неисправностей и дефектов включает их систематизацию: по типам изделий, сборочных единиц и деталей, характеру неисправностей

с классификацией на производственные, конструкционные и комплектующие элементы. Выполняют также сравнительный анализ динамики дефектов по цехам-изготовителям (%), характера неисправностей и причин их возникновения. В анализе приводят: систематизацию повторяющихся дефектов и характер этих дефектов; сведения о рекламированных узлах, выявленных на входном контроле и в процессе эксплуатации, с классификацией их отказов на производственные, конструктивные, эксплутационные и отказы комплектующих элементов.

Таблица 3.1

Статистические данные дефектов и неисправностей при изготовлении изделия и его испытаниях

Наименование и обозначение детали или сборочной единицы, заводской номер. Наработка при испытаниях (ч, км, циклы)	Дата выявления неисправности или дефекта и их внешнее проявление	Причина дефекта или неисправности, обнаруженных при изготовлении или испытаниях	Ф.И.О. виновного в появлении дефекта	Принятые меры по устранению дефекта, неисправности
Гидроцилиндр, сб. 21-01, зав. №3815, 10 ч на стенде	19.02.2008. Подсекание масла через манжету	Забоина на внутренней поверхности гидроцилиндра. Нарушение технологии покрытия поверхности	Иванов И.И.	Повторное нанесение покрытия на внутреннюю поверхность гидроцилиндра. (Иванова И.И. лишить премии за февраль)

Проведенный в процессе производства и эксплуатации анализ динамики дефектов служба надежности постоянно представляет действующей на предприятии комиссии по качеству, которая ежеквартально рассматривает итоги работы цехов и отделов по качеству выпускаемой продукции. Особое внимание комиссия уделяет рассмотрению неисправностей, обнаруженных на местах эксплуатации. Для их устранения, как правило, принимают срочные меры. В частности, для более точного определения причины отказа назначают комиссию

из компетентных специалистов и направляют ее на место эксплуатации, где произошел отказ, для выяснения его причины.

По результатам представленного анализа динамики дефектов составляют *протокол,* в котором перечисляют все выявленные недостатки, причины их возникновения и указывают конкретных виновников этих причин. В протоколе записывают мероприятия по устранению выявленных дефектов, конкретных исполнителей и сроки исполнения. Протокол постоянно действующей комиссии по качеству утверждает руководитель предприятия. В дальнейшем, на основании этого документа осуществляют намеченные мероприятия по поддержанию на требуемом уровне качества и надежности выпускаемой продукции. Такие протоколы являются ежеквартальными и отчетными документами предприятия о качестве выпускаемой продукции перед потребителем.

Вместе с текущей информацией о качестве и надежности изделий и принимаемых мерах по их поддержанию на нужном уровне служба надежности составляет *итоговый отчет по приемосдаточным испытаниям изделий.* Сведения о результатах этих испытаний для каждого изделия заносят в *нулевую сборку* (Сб. 00), в которой указывают все виды испытаний и их объемы, необходимые для проверки работоспособности изделия на соответствие требованиям ТУ. В процессе приемосдаточных испытаний в объеме 2...3 % назначенного гарантийного ресурса выполняют систематический учет неисправностей и отказов непосредственно в нулевой сборке, по форме табл. 3.1. В нулевой сборке по каждой неисправности описывают также принятое техническое решение, намечают определенные мероприятия или способы устранения неисправности. Все выявленные в процессе приемосдаточных испытаний дефекты устраняют непосредственно в цехе.

Изделие поступает на отгрузку в эксплуатацию только после устранения всех неисправностей и дополнительной его проверки на работоспособность. Таким образом, приемосдаточные испытания позволяют отсеять дефекты и неисправности изделий производственного характера и тем самым обеспечить качество и надежность выпускаемой продукции па требуемом уровне.

На основании этих же приемосдаточных испытаний составляют *отчет о надежности* по годовой партии выпускаемых изделий. В отчете приводят полную статистическую информацию по объему испытаний и неисправностям, выявленным на всех изготовленных за

этот период изделиях. Дают количественные показатели надежности, описывают принятые мероприятия по устранению выявленных дефектов и неисправностей, а также представляют рекомендации по дальнейшему повышению качества и надежности изделий.

Следующим этапом проверки качества и надежности изделий в процессе серийного производства являются *периодические испытания,* которые проводят на одном изделии от годовой партии в объеме 10 % гарантийного ресурса. Программа периодических испытаний включает все виды работ, предусмотренные эксплуатационной документацией. В процессе испытаний проверяют соответствие изделия требованиям ТУ изготовленной годовой партии. При проведении периодических испытаний всю статистическую информацию записывают в *журнал испытаний.* Полученные сведения по результатам испытаний объединяют с данными приемосдаточных испытаний и используют в итоговом годовом отчете о надежности изделий.

Заключительным этапом подтверждения качества и надежности изделий в процессе изготовления являются *ресурсные испытания.* Поскольку сложные технические системы в большинстве случаев являются дорогостоящими изделиями машиностроения, то ресурсным испытаниям подвергают, как правило, не сами изделия, а наиболее ответственные узлы, механизмы, системы, блоки и пульты. Объем испытаний сборочных единиц соответствует гарантийному ресурсу. Результаты испытаний отмечают в журнале испытаний. Полученные сведения по ресурсным испытаниям объединяют со сведениями о приемосдаточных и периодических испытаниях и используют в *итоговом отчете о надежности изделий.*

Таким образом, систематизация дефектов и неисправностей в процессе изготовления, приемосдаточных, периодических и гарантийных испытаний и разработка комплекса мероприятий и рекомендаций на основе полученной информации позволяют обеспечить качество и надежность изделий машиностроения на заданном уровне.

Анализ результатов периодических и гарантийных испытаний дорогостоящих изделий позволяет сделать заключение – эти испытания практически не влияют на обеспечение надежности в процессе серийного производства. Техническая нецелесообразность этих испытаний состоит в том, что они не позволяют выявить конструктивные дефекты, а также контролировать стабильность производства, т.е. качественное изготовление изделий, так как количественная оценка показателей надежности практически не может измениться от добавления объема этих испытаний к объему периодических испытаний.

На определение таких показателей, как ремонтопригодность, долговечность и сохраняемость изделия, периодические и гарантийные испытания практически не влияют. С целью определения этих показателей вместо проведения периодических и гарантийных испытаний достаточно выделить два изделия от серийной партии и проводить на них испытания до полного их износа, а по результатам испытаний оценить перечисленные показатели надежности.

Затраты на проведение этих испытаний значительно меньше по сравнению с затратами на проведение периодических и гарантийных испытаний. Так, например, если выпуск серийных изделий продолжается в течение трех лет, то затраты, связанные с определением ремонтопригодности, долговечности и сохраняемости, сокращаются примерно в 2 раза по сравнению с затратами на приведение периодических и гарантийных испытаний за этот период. В случае появления повторяющихся отказов в процессе эксплуатации отдельных сборочных единиц или систем необходимо назначить их периодические и гарантийные испытания в цеховых условиях от соответствующей серийной партии изготовляемых изделий.

3.8. Управление жизненным циклом изделия в компьютерно-интегрированном производстве

Конструкции машин непрерывно совершенствуются, а условия их эксплуатации – усложняются. Требования потребителей к качеству изделий машиностроения растут. За XX век точность изготовления некоторых элементов машин увеличилась почти в 2000 раз. Качество современных машиностроительных изделий характеризуют, например [2]:

– точность размеров основных поверхностей деталей – до 3-го квалитета;

– допустимые отклонения формы поверхностей деталей: от плоскостности 0,2...2,0 мкм, от круглости 0,2... 1,0 мкм;

– шероховатость поверхностей деталей Ra 0,1... 0,0075 мкм.

Усложнение конструкций изделий машиностроения, рост требований к их качеству, усложнение условий их эксплуатации, необходимость сокращения длительности ПТЦ требуют принятия сложных и эффективных решений в минимальные сроки. Это возможно лишь при организации компьютерно-интегрированного производства.

Компьютерно-интегрированные производства (КИП) – это организационно оформленные, компьютерно-интегрированные предприятия, работающие по замкнутому производственному циклу в комплексе с новыми информационными технологиями (ИТ) и компьютерными сетями безотносительно к их географическому расположению. При этом обеспечивается выпуск товарной продукции в условиях меняющегося рыночного спроса с функционированием при ограниченном числе работающих. КИП создаются на сочетании прогрессивной техники, технологии производства, информационной технологии и компьютерного управления с качественно новой квалификацией персонала. КИП обеспечивают решение всех задач жизненного цикла (ЖЦ) изделия: маркетинга, проектирования и разработки изделия, планирования и разработки технологического процесса, материального обеспечения и подготовки производства, производства продукции, ее реализации, эксплуатации изделия, обслуживания изделия, утилизации.

К формам КИП относят: гибкое автоматизированное производство (ГАП); компактное интеллектуальное производство (КИПр); виртуальную производственную корпорацию (ВПК) с тремя главными особенностями [2].

Первая особенность – это обеспечение гибкости, способность быстрого перехода с выпуска одного вида изделия на другой при минимальных простоях оборудования и гарантия стабильного качества продукции и ее конкурентоспособности в условиях рынка. Вторая – создание нового класса «думающих» машин (технологических, транспортных, складских и т.д.), способных решать интеллектуальные задачи на базе информационных технологий, выбирать оптимальный режим обработки, определять неисправности и автоматически переходить на новую, ранее не выпускавшуюся продукцию; всеми функциями управляет ЭВМ. Третья особенность – ведение сложнейших интеллектуальных процессов с применением новой наукоемкой технологии, организующих производство: маркетинг, подготовку производства (конструкторскую и технологическую) с помощью компьютерной сети. Используются новые информационные технологии и Интернет, что облегчает информационное взаимодействие предприятий-партнеров.

Для КИП характерна комплексная автоматизация основных для данного производства технологических переделов, соединенная с ав-

томатизацией интеллектуальной деятельности, включающей экономическую, организационную и техническую подготовку производства, управленческую и финансовую деятельность.

Существенное повышение уровня автоматизации производственных процессов в машиностроении связано с появлением систем числового программного управления (ЧПУ) и гибких автоматизированных систем (ГАП), оснащенных системами автоматизированного проектирования (САПР; CAD/CAM). Гибкость становится одним из основных (хотя и не единственным) факторов «выживания» в промышленности.

Важнейшие организационно-технические решения, связанные с внедрением ГАП, поставили на повестку дня вопрос создания в дальнейшем опытных системно-интегрированных производств (КИП) с высоким уровнем гибкости и автоматизации производства с преимущественным акцентом на наукоемкую и технически сложную продукцию. Производственным оборудованием ГАП является ГПС (гибкие производственные системы) различного технологического назначения: для механической обработки, сборки, контроля и т.д. Все это оборудование связано в единый производственно-информационный комплекс материальными и информационными потоками, что предопределяет синтез производственных и информационных технологий. Высокий уровень автоматизации и информации управления производством изменяет и требования к работникам-операторам, инженерам, бухгалтерам, научным работникам. Вместо тяжелой физической нагрузки в неавтоматизированном производстве здесь существенно возрастает психологическая нагрузка, связанная с ответственностью и необходимостью принятия решений. Создание ГАП явилось концентрированным результатом прогресса в науке и технике. Это должно органически входить в проекты создания новых КИП.

С внедрением ГАП появились большие возможности увеличения доходов на инвестированный капитал для предприятий, склонных к инновации. Наоборот, неудачи в использовании ГАП приводят предприятия к потере конкурентоспособности (пример – неудачное внедрение ГАП в конце 80-х годов на АЗЛК).

ГАП стало рассматриваться не просто новым производственным процессом, который дает резкий толчок повышению производительности, а новой концепцией, которая коренным образом изменяет все методы работы предприятий – от закупок материалов и оформления

заказов до распределения и сбыта готовой продукции. С внедрением ГАП становится практически осуществимым сочетание высокой производительности с малыми размерами партий изделий и коротким периодом освоения их производства, что выводит стратегию производства на качественно новый уровень.

Стабильная точность продукции ГАП обеспечивается системой автоматизированного контроля (САК) в ГПС и традиционными метрологическими средствами, например, координатно-измерительными машинами (КИМ), приборами технических измерений факторов точности, поддержкой постоянных температуры и влажности воздуха в помещениях, идеальной чистотой в производственных помещениях, а самое главное – технологией производства. Наметились три различных подхода в развитии ГАП:

– глобальный, с одновременной перестройкой действующих производств по всем направлениям;

– последовательный, с созданием фрагментов автоматизации в виде индивидуальных ГПС и полигонов с последующей их интеграцией;

– смешанный, из сочетаний элементов первого и второго подходов в различных комбинациях.

Продукция ГАП эксплуатируется во многих странах, и для них характерна комплексная автоматизация основных для данного производства технологических переделов, соединенная с автоматизацией интеллектуальной деятельности, включающей экономическую, организационную и техническую подготовку производства, управленческую и финансово-сбытовую деятельность.

Главные причины создания ГАП в машиностроении:

– усиливающаяся индивидуализация запросов потребителей на различные виды продукции, своевременное удовлетворение которых возможно лишь при высокой гибкости производства, достигаемой путем автоматизации всех функций управления жизненным циклом изделий;

– ужесточающиеся требования к качеству, что находит свое выражение в расширении практики сертификации продукции и разработке международных стандартов, удовлетворить которые возможно лишь при использовании программно-управляемого оборудования с автоматическим контролем технологического процесса на всех его этапах (УК, ВСТИ);

– рост потребности в наукоемкой продукции, выпуск которой возможен лишь при высоком уровне автоматизации высоких технологий в технике.

Основные предпосылки, стимулирующие создание ГАП:

– появление интеллектуальных программируемых контроллеров относительно невысокой стоимости, обладающих малыми габаритами и высокой надежностью;

– широкое распространение локальных вычислительных сетей (ЛВС) и стандартизация их архитектуры и протоколов;

– повышение работоспособности оборудования благодаря использованию новых конструкционных материалов и встроенных микропроцессорных систем диагностики, в результате чего становится возможной работа оборудования без сбоев в течение всего срока морального старения при условии осуществления упреждающей диагностики и ремонта;

– появление сравнительно недорогих супермикрокомпьютеров, позволяющих строить экономически целесообразные системы и рабочие станции для проектирования и управления;

– широкое распространение развитых персональных ЭВМ (ПЭВМ), которыми можно оснастить практически все рабочие места и реализовать интеллектуальный интерфейс в системе управления.

Важнейшим фактором ускорения и удешевления передачи и получения информации при создании ГАП является использование системы Интернет. При этом выделяют основные направления и виды доступа к научно-технической информации, а также средства эксплуатационной поддержки и мониторинга оборудования. Информационную интеграцию предприятий ГАП обеспечивают следующие информационные системы (ИС):

– автоматизированная система управления предприятием (АСУП);

– интегрированная система управления производством (ИАСУ);

– CALS/ИПИ технологии.

CALS *(Continuous Acquisition and Life Cycle support)* – это технологии непрерывной поддержки и повышения эффективности бизнес-процессов, выполняемых в ходе жизненного цикла (ЖЦ) продукции за счет информационной интеграции всех его этапов – от маркетинга до утилизации. Информационная поддержка изделий (ИПИ) – русскоязычный вариант CALS. Возможность совместного использования CALS с другими ИС показана на рис. 3.5 [2]. Это составляет основу развития промышленных производственных систем по принципу «перегонять, не догоняя». CALS рассматривается как стратегия выживания предприятий в рыночной среде, позволяющая расширить

области их деятельности (рынков сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями. Использование системы Интернет выводит информационное взаимодействие партнеров на новый уровень, делая непринципиальным их географическое расположение. Новые возможности позволяют строить взаимодействие предприятий-партнеров в формах «компактного интеллектуального производства» (КИПр) и «виртуальной промышленной корпорации» (ВПК).

Новые компьютерные технологии при минимальных капиталовложениях обеспечивают предприятиям-производителям плавный переход от концепции гибкого автоматизированного производства (ГАП) к развивающей и дополняющей ее концепции – компактного интеллектуального производства (КИПр), которое, по сути своей, является производством «быстрого реагирования», способным оперативно перенастраиваться на выпуск новой продукции высокого качества.

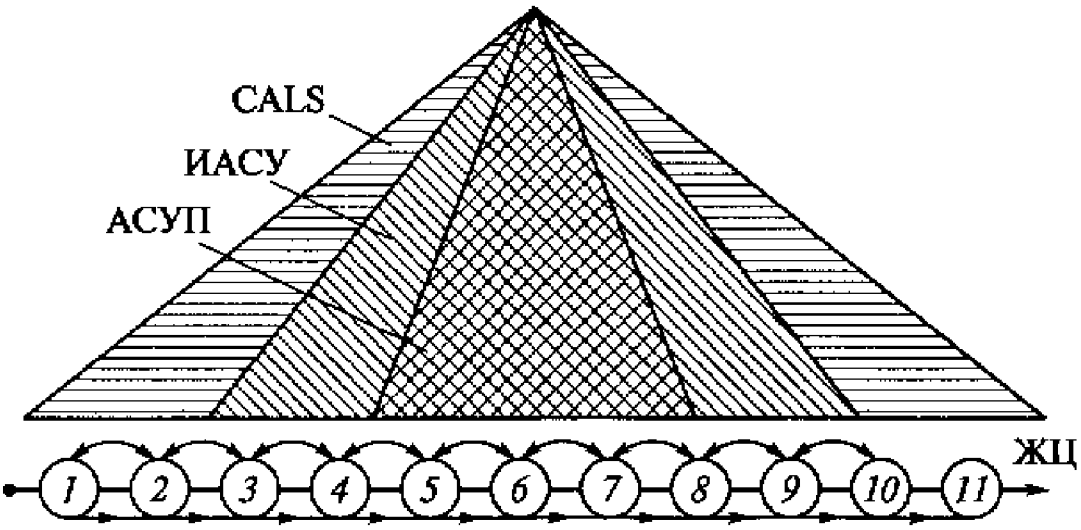


Рис. 3.5. Совмещение информационных технологий по стадиям жизненного цикла:
1 – маркетинг и изучение рынка; *2* – проектирование и разработка продукции; *3* – проектирование и разработка процессов; *4* – закупка комплектующих; *5* – производство; *6* – упаковка и хранение; *7* – реализация; *8* – установка и ввод в эксплуатацию; *9* – техническая помощь и обслуживание; *10* – эксплуатация и потребление; *11* – утилизация

Использование систем КИПр в комплексе с новыми информационными технологиями (ИТ) и компьютерными сетями (Internet) облегчает информационное взаимодействие предприятий-партнеров, когда их географическое расположение становится непринципиаль-

ным. Новые возможности позволяют организовать кооперацию предприятий отрасли в форме «виртуальной производственной корпорации» (ВПК) (рис. 3.6). В этом случае кооперация предприятий становится полезной не только при серийном выпуске продукции – на уровне поставки готовых компонентов, но и на стадии производственной подготовки, при проектировании и производстве оснастки, а также при производстве опытных образцов изделий новой техники. Повышается эффективность и управляемость бизнес-процессов, выполняемых в течение всего жизненного цикла продукта, сокращаются издержки производства за счет лучшей сбалансированности всех звеньев производственной системы; обеспечивается преемственность результатов работы в комплексных проектах; возможность изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов; за счет информационной интеграции сокращаются затраты на бумажный документооборот, исключается повторный ввод и обработка информации.

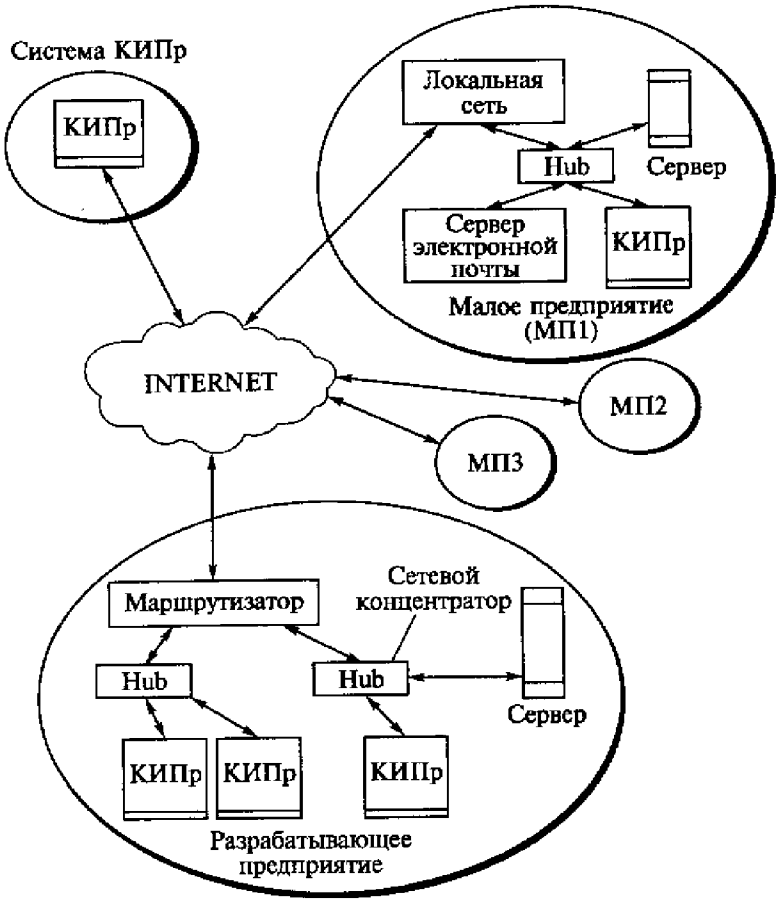


Рис. 3.6. Ускорение разработки и постановка изделий на производство с помощью КИПр

3.9. Автоматизация поддержки жизненного цикла изделий машиностроения. CALS-технологии

CALS-технологии – это современные информационные технологии, обеспечивающие автоматизированную поддержку решений на отдельных этапах ЖЦИ, а также информационную интеграцию всех его этапов. Впервые концепция CALS возникла в середине 70-х гг. XX в. в оборонном комплексе США в связи с необходимостью повышения эффективности управления и сокращения затрат на информационное взаимодействие в процессе заказов, поставок и эксплуатации средств вооружения. Доказав свою эффективность, CALS-технологии начали активно применяться в промышленности, расширяясь и охватывая все этапы ЖЦИ – от маркетинга до утилизации. В этом качестве они также стали называться PLM-технологиями (технологиями управления жизненного цикла изделия). Сегодня концепция CALS является глобальной стратегией повышения эффективности процессов, выполняемых на этапах ЖЦИ, за счет информационной интеграции и преемственности информации, порождаемой на всех этапах. Средствами реализации этой стратегии являются CALS-технологии, в основе которых лежит набор интегрированных информационных моделей – самого ЖЦИ и выполняемых в его ходе процессов, продукта (изделия), производственной и эксплуатационной среды и пр. Возможность совместного использования информации обеспечивается применением компьютерных сетей и стандартизацией форматов данных. Используют единую интегрированную модель изделия и его ЖЦИ, выступающих в роли источника информации для любых выполняемых в ЖЦИ процессов. CALS-технологии состоят из набора приемов, методических и программных инструментов. К методическим инструментам относят прежде всего комплект международных и национальных стандартов, регламентирующих представление изделия и его ЖЦИ на концептуальном и логическом уровнях. Использование стандартов обеспечивает интеграцию данных, относящихся к различным этапам ЖЦИ, за счет унификации их представления.

Чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных, автоматизированных и информационных систем, требуется создание единого информационного пространства не только на отдельных предприятиях, но и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство создается бла-

годаря унификации как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

Унификации формы достигают путем использования стандартных форматов и языков представления информации при документировании и межпрограммных обменах. Унификация содержания, понимаемая как однозначная правильная интерпретация данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, обеспечивается разработкой приложений, закрепляемых в прикладных CALS-протоколах. Система международных CALS-стандартов весьма обширна и разветвлена. Центральное место в ней занимает стандарт ISO 10303 (STEP), определяющий средства описания (моделирования) промышленных изделий на всех этапах жизненного цикла.

Единообразная форма описаний данных о промышленной продукции обеспечивается использованием в STEP языка EXPRESS, инвариантного к приложениям. Созданы единые информационные модели целого ряда приложений, получившие название прикладных протоколов.

Стандарт ISO 10303 состоит из ряда документов (томов), в которых описаны его основные принципы и язык EXPRESS, приведены методы реализации, модели и ресурсы, как общие для приложений, так и некоторые специальные (например, геометрические и топологические модели, описание материалов, процедуры черчения, метод конечно-элементного анализа и т.п.), а также прикладные протоколы, отражающие специфику моделей в конкретных предметных областях, методы тестирования моделей и объектов. Удовлетворению требований создания открытых систем уделяется основное внимание – специальный раздел посвящен правилам написания файлов обмена данными между разными системами, созданными в рамках CALS-технологии.

Семейство отечественных CALS-стандартов значительно малочисленнее. Среди принятых можно отметить группу стандартов «Системы автоматизации производства и их интеграция», включающую в себя:

– ГОСТ Р ИСО 10303-1–99 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы»;

– ГОСТ Р ИСО 10303-21–99 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена»;

– ГОСТ Р ИСО 10303-41–99 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 41. Интегрированные обобщенные ресурсы. Основы описания и поддержки изделий»;

– ГОСТ Р ИСО 10303-11–2000 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 11. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS»;

– ГОСТ Р ИСО 10303-12–2000 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 12. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS-1»;

– ГОСТ Р ИСО 10303-45–2000 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 45. Интегрированные обобщенные ресурсы. Материалы».

Соблюдение CALS-стандартов устанавливает известные ограничения на принципы создания и применения программных средств, использующихся на различных этапах ЖЦИ: указанные средства должны быть CALS-совместимыми, т.е. разработанными на общей (единой) методической базе. CALS-технологии не отвергают, в принципе, автоматизированные системы проектирования и управления, а являются средством обеспечения их эффективного взаимодействия. Поэтому интеграция автоматизированных систем на современных предприятиях должна быть основана на CALS-технологиях. Их внедрение требует освоения имеющихся технологий и CALS-стандартов, развития моделей, методов и программ автоматизированного проектирования и управления.

Системы автоматизации, использующиеся на различных этапах ЖЦИ, весьма разнообразны и включают соответствующие программные компоненты:

– CAE – Computer Aided Engineering (автоматизированные расчеты и анализ);

– CAD – Computer Aided Design (автоматизированное проектирование изделий);

– CAM – Computer Aided Manufacturing (автоматизированная технологическая подготовка производства);

– CAPP – Computer Aided Process Planning (автоматизированное проектирование технологических процессов);

– CAAP – Computer Aided Assembly Planning (автоматизированное проектирование процессов сборки);

– PDM – Product Data Management (управление проектными данными о продукте (изделии));

– PLM – Product Life Cycle Management (управление жизненным циклом изделия);

– ERP – Enterprise Resource Planning (планирование и управление предприятием);

– MRP-2 – Manufacturing (Material) Requirement Planning (планирование производства);

– MES – Manufacturing Execution System (производственная исполнительная система);

– SCM – Supply Chain Management (управление цепочками поставок);

– SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление производственными процессами);

– CNC – Computer Numerical Control (компьютерное числовое управление);

– CRM – Customer Relationship Management (управление взаимоотношениями с заказчиками);

– S&SM – Sales and Service Management (управление продажами и обслуживанием);

– CPC – Collaborative Product Commerce (совместный электронный бизнес).

Современные САПР К (или системы CAD; CAE/CAD), обеспечивающие сквозное проектирование сложных изделий или, по крайней мере, выполняющие большинство проектных процедур, имеют модульную структуру. Модули различаются своей ориентацией на те или иные проектные задачи применительно к тем или иным типам устройств и конструкций.

Системы САМ призваны решать отдельные задачи проектирования ТП (построение операций; выбор оборудования, инструмента; оснастки и т.п.), а также обеспечивать подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ. Модули системы САМ часто входят в состав развитых (интегрированных) САПР, называемых системами

CAD/CAM, или CAE/CAD/CAM. Основные функции современных систем CAM сосредоточены в основном на автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Проектирование ТП изготовления деталей обеспечивают системы CAPP, а сборки – системы CAAP. Системы CAM, CAPP, CAAP относят к САПР ТП. Системы CAPP и CAAP могут входить в интегрированные САПР, например, системы CAE/CAD/CAM/ CAPP.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения применяют системы управления проектными данными об изделии – системы PDM. Они либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР, например, CAD/CAM/CAPP/PDM.

Функции управления на промышленных предприятиях выполняют автоматизированные системы на нескольких иерархических уровнях. Автоматизацию управления на верхних уровнях от корпорации (производственных объединений предприятий) до цеха осуществляют системы ERP или MRP-2.

Наиболее развитые системы ERP выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п. Системы MRP-2 ориентированы главным образом на функции, непосредственно связанные с производством. Они контролируют и используют данные, характеризующие состояние технологического оборудования и протекание ТП. Их чаще всего называют системами промышленной автоматизации. Для выполнения диспетчерских функций (сбора и обработки данных о состоянии оборудования и ТП) и разработки программного обеспечения для встроенного оборудования в состав рассматриваемых систем вводят систему SCADA. Для непосредственного программного управления технологическим оборудованием используют системы CNC на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), встроенных в технологическое оборудование.

На этапе реализации продукции данные системы выполняют функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводят анализ рыночной ситуации, определяют спрос на планируемые к выпуску изделия. Эти задачи решают с помощью систем CRM. Маркетинговые функции и управление обслуживанием иногда возлагают на систему S&SM.

На этапе эксплуатации применяют специализированные компьютерные системы для проведения ремонта, контроля и диагностики эксплуатируемых изделий. Обслуживающий персонал может использовать интерактивные учебные пособия и технические руководства, а также программы автоматизированного поиска неисправностей, средства дистанционного консультирования и программы автоматизированного заказа деталей взамен отказавших.

Функции некоторых автоматизированных систем часто перекрываются. В частности, это относится к системам ERP и MRP-2. Управление маркетингом может быть «поручено» как системе ERP, так и системе CRM или S&SM.

На решение оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом ориентированы системы MES. По некоторым выполняемым функциям они близки к системам ERP, PDM, SCM, S&SM и отличаются от них оперативностью, принятием решений в реальном времени, причем важное значение придается оптимизации этих решений с учетом текущей информации о состоянии оборудования и процессов. Перечисленные автоматизированные системы могут работать автономно, и в настоящее время так обычно и происходит. Однако эффективность автоматизации будет заметно выше, если данные, генерируемые в одной из систем, будут доступны другим системам, поскольку принимаемые в них решения станут более обоснованными.

Обеспечивая информационную поддержку и интеграцию решений, принимаемых и реализующихся на различных этапах ЖЦИ, методический и программный инструментарий CALS-технологий прямо и непосредственно участвует в обеспечении качества изделий, как в ПТЦ, так и в ЖЦИ в целом.

В основу разработки эффективных систем автоматизации ТПП должны быть положены следующие базовые принципы:

– комплексный подход к выполнению основных функций и решению основных задач ТПП;

– открытость системы, информационная интеграция с другими системами автоматизированной поддержки ЖЦИ, соответствие разрабатываемой системы CALS-стандартам;

– системы должны создаваться как совокупность ряда подсистем, работа которых подчинена общей цели. Подсистемы при работе взаимодействуют друг с другом, и, следовательно, каждая из них не должна разрабатываться независимо от других;

– система должна быть развивающейся, а развитие направлено на повышение ее эффективности путем сокращения сроков, повышения качества и экономии средств при разработке новых конкурентоспособных изделий.

Автоматизированные системы ТПП, в полной мере отвечающие представленным принципам и требованиям пользователей, в настоящее время еще не разработаны. Их создание представляет серьезную, актуальную научно-техническую проблему, которая еще не решена.

Состояние поддержки решений, принимаемых при выполнении отдельных функций и задач ТПП, различно. Наибольшие усилия прилагаются для автоматизации поддержки проектных технологических решений, связанных прежде всего с проектированием ТП и средств технологического оснащения, что нашло отражение в создании и промышленном применении соответствующих систем автоматизации: САПР ТП и САПР К.

Недостаточно высокий общий уровень современной автоматизации ТПП объясняется тем, что технологические решения, подчиняясь общим закономерностям принятия решений, имеют ряд особенностей, обусловленных:

– преобладанием в предметной области технологии машиностроения описательных форм представления знаний при минимальном числе вскрытых строгих аналитических зависимостей;

– сложной логикой суждения, взаимными влияниями различных факторов и большой размерностью задач, например, для автоматизации выбора режима резания необходимо определить более 1000 переменных различных типов;

– большой ролью знаний, полученных из опыта (эмпирических знаний), и наличием скрытых объективных законов;

– необходимостью взаимодействия при принятии решений со сложными информационными потоками, состоящими из большого числа переменных различных типов, раскрывающих сущность технологии (характеристики оборудования, инструмента, оснастки; параметры режимов резания; данные о свойствах материалов и т.д.);

– итерационным характером процесса принятия технологических решений: решение обычно формируется путем последовательного приближения к наиболее приемлемому для заданных условий результату.

3.10. Комплексный метод анализа параметров процессов и управление лезвийной обработкой конструкционных материалов

Достоверность и экономическую целесообразность инноваций желательно прогнозировать, в частности, для технологического проектирования. Это предопределяет получение конкретных численных параметров обработки, существующих лишь в виде новой идеи. Такая возможность позволяет задолго до реального воплощения инноваций выбрать наиболее целесообразное направление технологических вариантов обработки, значительно снизить экспериментальные затраты.

В области лезвийной обработки конструкционных материалов широкое применение нашел «Комплексный метод анализа и прогнозирования» [10, 11]. Начало разработки метода относится к 1982 году [8, 9]. За более чем трехдесятилетний период практического применения метода было получено множество результатов, подтвержденных впоследствии экспериментальными исследованиями и производственными внедрениями. [5, 6, 7].

Процессы резания сопровождаются сложными и разнообразными по своей природе физическими явлениями, точное математическое описание которых (особенно процесса износа инструментов) представляет собой практически невыполнимую задачу. Поэтому для изучения процессов резания применяются сочетания теоретических и экспериментальных методов исследования: метод подобия и положений учения об инженерии поверхности [3]. Это сочетание соединяет в себе положительные качества обоих методов исследования – хорошую достоверность результатов экспериментального метода и большую общность теоретического исследования. Однако основные положения этих исследований были связаны с формообразованием при осуществлении конкретных технологических переходов или операций.

Классификационные системы способов механической обработки, не использующие или не применяющие пространственные представления о схемах срезания припуска, совмещенные с численными методами теоретико-экспериментального анализа процессов резания, не смогли объяснить и спрогнозировать появление больших групп инструментов, например, таких как гибридные, комбинированные, а также численно обосновать введение неформообразующих лезвий в конструкцию инструмента.

Для идентификации процесса обработки применяется схема, в которой всякая реальная поверхность может быть представлена как след, оставляемый одной производящей геометрической линией, называемой образующей линией, при ее движении по другой производящей геометрической линии – направляющей [3]. Под следом понимается поверхность, образуемая как непрерывное множество последовательных геометрических положений движущейся образующей линии. Производящие линии реальных поверхностей могут быть созданы линией или точкой лезвия режущего инструмента. В этом случае образующая производящая линия может быть получена методами копирования, касания, следа, обката, а направляющая производящая линия – методами следа, обката и касания.

При методе копирования образующая производящая линия может быть получена только линией, причем эта линия является материальной – режущим лезвием, – форма и размеры которого полностью соответствуют форме и размерам образующей линии. Направляющая производящая линия при лезвийной обработке резанием методом копирования получена быть не может. *При методе обката* образуемая линия является огибающей семейства положений режущей кромки. При методе следа движущаяся материальная точка оставляет след, являющийся образующей линий. При движении материальной точки можно получить и метод касания, когда движение точки является касательным к образуемой поверхности, а сама поверхность получается как сочетание касательных линий.

Таким образом, имеется 12 возможных сочетаний образования реальной поверхности лезвийными инструментами. Сочетание *след – след* объединяет ряд методов обработки, у которых форма срезаемого слоя материала определяется формой режущего лезвия инструмента и остается постоянной в процессе работы. Отношение толщины и ширины слоя зависит от режимов работы и размеров технологического припуска. Оно легко корректируется либо изменением режима резания, например, увеличением числа проходов и подачи при точении, либо распределением ширины срезаемого слоя между отдельными режущими кромками как, например, у ступенчатых торцовых фрез. Эти методы обработки наиболее рациональны с точки зрения минимальных сил резания и простоты режущих лезвий инструмента, связанной с его стоимостью и экономичностью процесса обработки.

Методы обработки, соответствующие сочетанию *касание – касание*, имеют сложную форму срезаемого слоя с переменными значения-

ми ширины и толщины, свидетельствующую о необходимости приложения значительных усилий для отделения стружки. Конструктивное изменение ширины и толщины срезаемого слоя металла для этих методов обработки не оправдывается.

Сочетание *копирование – след* объединяет методы обработки, характерные сложной формой срезаемого слоя с переменным значением толщины вдоль режущего лезвия и большой шириной. В течение одного рабочего хода размеры среза не меняются. Непостоянство толщины отделяемого слоя определяет неодинаковую степень его деформированности, которая достигает максимальных значений в сечениях с минимальной толщиной и уменьшается до минимума в сечениях с максимальной толщиной. Непостоянство деформированности срезаемого слоя и криволинейность режущего лезвия отклоняют сходящую по передней поверхности стружку от нормали к режущей кромке и усложняют условия резания. Большая ширина стружки вынуждает к использованию при работе малых подач, и поэтому возникают большие значения удельных сил резания.

Сочетание *копирование – касание* определяет группу методов обработки, отличающихся от предыдущих непостоянством толщины отделяемого слоя за каждый рабочий ход. В этом случае, как и при получении заданной поверхности методом копирование – след, срезаемый слой имеет сложную форму, определяемую формой заданной поверхности, и переменную толщину вдоль режущего лезвия. Кроме того, в каждом сечении срезаемого слоя в течение прохода толщина изменяется с трансформацией угла контакта инструмента и детали от максимума до минимума, что значительно усложняет процесс резания. Как и в предыдущем случае, разделение срезаемого слоя по ширине с одновременным увеличением толщины для этой группы методов обработки осуществимо и дает хорошие результаты.

Наиболее сложная форма срезаемого слоя и текучесть размеров характерны для методов обработки, при которых образующая или направляющая производящая геометрическая линия получается методом обката. Так, например, при зубонарезании по методу обката каждая кромка режущего лезвия отделяет слои переменной толщины и ширины.

Для методов обработки, объединенных сочетанием *обкат-касание*, сложность формы срезаемого слоя усугубляется непостоянством сечения по мере изменения угла контакта инструмента и детали.

Всякому сочетанию образующей и направляющей геометрической линии соответствует группа методов обработки резанием и все возможные методы лезвийной обработки можно сгруппировать по методам образования заданной поверхности. Нетрудно заметить, что группа методов, соответствующая конкретному сочетанию образующей и направляющей, имеет единые характеристики срезаемого слоя. Эта система дала возможность прогнозировать траекторию главного и вспомогательного движений, более правильно выбирать метод обработки и оценивать возможности повышения его эффективности, но в ней не учитывается, что часть несхожих между собой методов обработки относится к одной схеме срезания припуска, хотя кроме характеристик срезаемого слоя общих оценочных критериев не имеет.

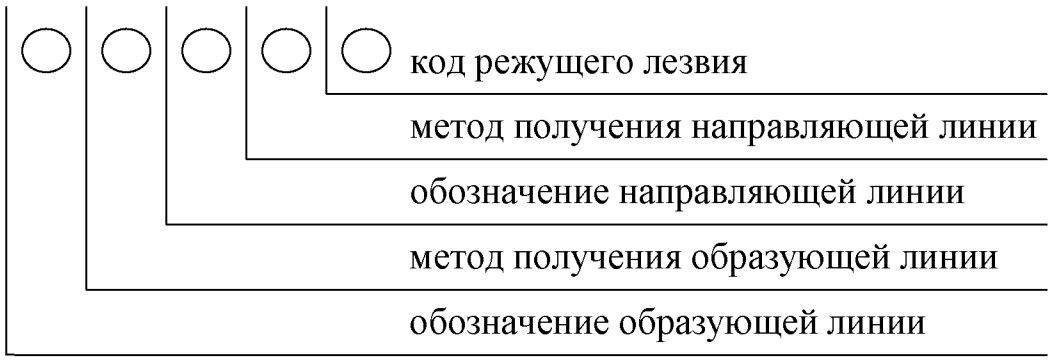
Для устранения создавшегося положения необходимо ввести новые критерии, разделяющие методы обработки, относящиеся к одному сочетанию образующей и направляющей геометрических линий. Одним из таких критериев может являться определение, какой режущей кромкой – главной или вспомогательной – образована номинальная поверхность. Сочетание этого критерия и схем срезания припуска дает три качественные оценки рассматриваемой конструкции инструмента.

Дальнейшее развитие классификационной системы дает возможность увеличить количество генерируемых вариантов. Образующая или направляющая производящая линия может быть образована не одним конкретным методом, а их сочетанием. Например, образующая касание – след, направляющая – след. Номинальную поверхность определяет главная режущая кромка. Этот вариант представляет собой четырехэлементное сочетание «касание – след – след – главное режущее лезвие». На практике этот вариант реализуется как строгание вращающейся фрезой.

Для удобства записи схем срезания припуска и облегчения их машинной обработки разработано кодированное обозначение этих схем (рис. 3.7).

В закодированном виде метод «строгание вращающейся фрезой» будет выглядеть таким образом: ОБР. КАС. – СЛД. НАП. СЛД. ГРК. Но и такая система критериев оценки не дает однозначного соответствия метода обработки конкретной схеме срезания припуска. В качестве новых оценочных критериев можно ввести профильную и генераторную схему образования номинальной поверхности. Теперь система классификации схем срезания припуска определяет обра-

зующую и направляющую производящие линии, профильную и генераторную схему образования номинальной поверхности, главную и вспомогательную режущие кромки. К этим критериям необходимо добавить классификацию движений обработки и придать каждой схеме срезания припуска полную классификацию элементарных поверхностей. В таком виде система классификации схем срезания припуска однозначно определяет метод образования номинальной поверхности. Такое определение методов обработки позволит использовать эту систему схем срезания припуска в автоматизированном проектировании для прогнозирования и создания новых конструкций инструмента и новых методов обработки.



ОБР – образующая производящая линия;
НАП – направляющая производящая линия;
ВРК – вспомогательная режущая кромка;
ГРК – главная режущая кромка;
СЛД – след;
ОБК – обкат;
КОП – копирование;
КАС – касание

Рис. 3.7. Кодовое обозначение схемы срезания припуска

Так как заданную поверхность, как правило, можно обработать несколькими методами, необходимо производить выбор оптимального вида обработки, учитывая особенности качественных показателей, уровень и тип производства. Оптимальный вариант обработки можно выбирать по таким критериям, как количество формообразующих движений, конфигурация поперечного сечения срезаемого слоя, возможность использовать при обработке несколько зубьев одновременно и др. Большое значение при выборе оптимального метода обработки оказывают параметры процесса.

Возможность самоприспосабливаемости в методе достигается дискретным изменением параметров в соответствии со специфическими особенностями каждого процесса обработки. В принципе, ме-

тод позволяет контролировать каждую точку пространства обработки, включая движение множества точек режущих лезвий в соответствии с принципами формообразования и особенностями перемещения в направлении главного движения и движений подач за дискретные отрезки времени.

Для анализа геометрических параметров процессов резания необходимо разделить формообразующее движение режущего лезвия инструмента на главное движение резания и движение подачи. В результате получаем следующие независимые параметры:

$\varphi(V)$ – параметр главного движения резания;

$\varphi(S_n)$ – параметр суммарного движения по подаче;

$\varphi(l)$ – параметр режущего лезвия.

Многовариантность системе анализа и управления методами обработки резанием придает то обстоятельство, что каждая точка исследуемого пространства в зоне обработки обладает одновременно свойствами обрабатываемой детали и инструмента, определяется своим функционально-пространственным назначением и временем, содержит в рамках системы возможность управления в соответствии с внешне задаваемыми параметрами и ограничениями. К последним могут быть отнесены качественные показатели номинальной поверхности, режимы резания, параметры установки инструмента, время обработки и стоимость формообразования.

Вводя в обобщенное математическое отображение схемы резания время τ и параметр управления u, получим:

$$\begin{aligned} x &= f(\varphi(V), \varphi(S_n), \varphi(l), \tau, u); \\ y &= f(\varphi(V), \varphi(S_n), \varphi(l), \tau, u); \\ z &= f(\varphi(V), \varphi(S_n), \varphi(l), \tau, u). \end{aligned} \qquad (3.1)$$

Параметр управления, в свою очередь, может быть функцией внешне задаваемых параметров.

В общем случае, положение плоскости резания p, изображенной на рис. 3.8, а также значения кинематических углов в каждом элементе фрактала – переднего γ, заднего α, углов наклона режущей кромки и толщины срезаемого слоя можно определить следующим образом [3].

Векторы скоростей перемещения в направлении подачи $\overline{V_S}$ и в направлении движения резания $\overline{V_V}$:

$$\overline{V_S} = \sum_{n=1}^{n} \overline{V_{S_n}}. \qquad (3.2)$$

Для подавляющего большинства процессов обработки металлов резанием количество независимых подач не превышает трех, т.е. $n = 3$.

$$\overline{V_{S_n}} = \left\{ \frac{\partial x}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} V_{x_n}; \frac{\partial y}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} V_{y_n}; \frac{\partial z}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} V_{z_n} \right\}, \quad (3.3)$$

$$\overline{V_V} = \left\{ \frac{\partial x}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} V_x; \frac{\partial y}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} V_y; \frac{\partial z}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} V_z \right\}, \quad (3.4)$$

где τ – время.

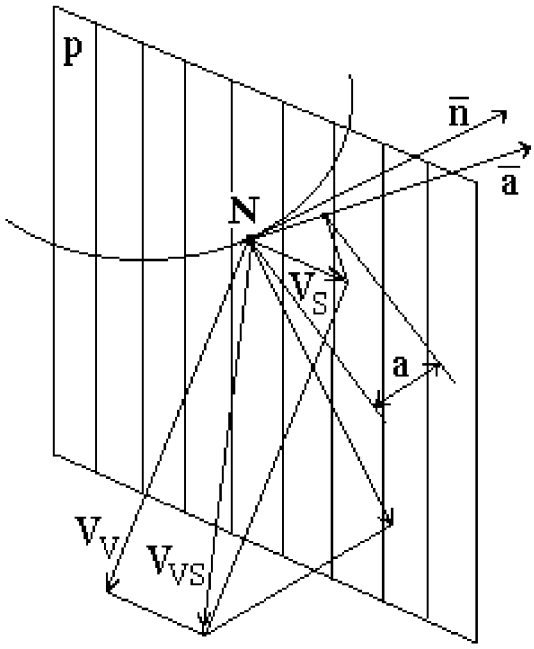


Рис. 3.8. Определение толщины срезаемого слоя

Тогда суммарный вектор

$$\overline{V_{VS}} = \left\{ \left(\frac{\partial x}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} + \frac{\partial x}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} \right) V_{x_1} \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} + \frac{\partial y}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} \right) V_{y_1} \times \right.$$

$$\left. \times \left(\frac{\partial z}{\partial \varphi(S_n)} \frac{d\varphi(S_n)}{d\tau} + \frac{\partial z}{\partial \varphi(V)} \frac{d\varphi(V)}{d\tau} \right) V_{z_1} \right\}. \quad (3.5)$$

Кинематическое изменение заднего угла в направлении наибольшего перемещения по подаче можно определить по формуле:

$$\Delta\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\left|\overline{V_S}\right|}{\left|\overline{V_v}\right|}. \quad (3.6)$$

Согласно рисунку λ, – это угол между определяемой выше плоскостью и вектором $\overline{V_{VS}}$:

$$\lambda = \arcsin\left(\frac{\overline{V_{VS}}\,\overline{n}}{\overline{V_{VS}}\left|\overline{n}\right|}\right). \tag{3.7}$$

Для вычисления толщины срезаемого слоя необходимо получить уравнение плоскости касательной к поверхности резания *p* в точке элемента фрактала *N*. Эта плоскость определяется тремя векторами:

– вектором, касательным к режущей кромке:

$$\overline{n} = \left\{\frac{\partial x}{\partial \varphi(l)}; \frac{\partial y}{\partial \varphi(l)}; \frac{\partial z}{\partial \varphi(l)}\right\}; \tag{3.8}$$

– вектором $\overline{V_{VS}}$:

$$\overline{V_{VS}} = \left\{V_{xVS}; V_{yVS}; V_{zVS}\right\}; \tag{3.9}$$

– вектором $\overline{z}$:

$$\overline{z} = \left\{x - x_N; y - y_N; z - z_N\right\}. \tag{3.10}$$

Составив определитель

$$\begin{vmatrix} x - x_N & y - y_N & z - z_N \\ V_{xVS} & V_{yVS} & V_{zVS} \\ \dfrac{\partial x}{\partial \varphi(l)} & \dfrac{\partial y}{\partial \varphi(l)} & \dfrac{\partial z}{\partial \varphi(l)} \end{vmatrix} \tag{3.11}$$

и, раскрыв его, получим уравнение плоскости *p*:

$$\begin{gathered}\left(V_{yVS}\frac{\partial z}{\partial \varphi(l)} - V_{zVS}\frac{\partial y}{\partial \varphi(l)}\right)(x - x_N) + \left(V_{zVS}\frac{\partial x}{\partial \varphi(l)} - V_{xVS}\frac{\partial z}{\partial \varphi(l)}\right)(y - y_N) + \\ + \left(V_{xVS}\frac{\partial y}{\partial \varphi(l)} - V_{yVS}\frac{\partial x}{\partial \varphi(l)}\right)(z - z_N) = 0.\end{gathered} \tag{3.12}$$

Вектор $\overline{a}$, в направлении которого измеряется толщина срезаемого слоя, должен быть перпендикулярен к плоскости p в точке N (см. рис. 3.8):

$$\overline{a}=\left\{\left(V_{yVS}\frac{\partial z}{\partial\varphi(l)}-V_{zVS}\frac{\partial y}{\partial\varphi(l)}\right);\left(V_{zVS}\frac{\partial x}{\partial\varphi(l)}-V_{xVS}\frac{\partial z}{\partial\varphi(l)}\right);\left(V_{xVS}\frac{\partial y}{\partial\varphi(l)}-V_{yVS}\frac{\partial x}{\partial\varphi(l)}\right)\right\}. \quad (3.13)$$

Спроектировав на направление вектора $\overline{a}$ вектор подачи $\overline{V_S}$, получим толщину срезаемого слоя:

$$a=\frac{\overline{a}\,\overline{V_S}}{\left|\overline{a}\right|}. \quad (3.14)$$

Кинематическое изменение переднего угла γ определяется по формуле:

$$\Delta\gamma=\operatorname{arctg}\frac{a}{\left|\overline{V_V}\right|}. \quad (3.15)$$

Математическое отображение схемы резания, например, при обработке винтовой поверхности, можно представить:

$$\begin{cases} x=\varphi(l)\cos\omega+(r_i+\Delta r)\sin\varphi(V)\sin\omega+p\varphi(S); \\ y=\left[A_\omega-(r_i+\Delta r)\cos\varphi(V)\right]\cos\varphi(S)- \\ \quad -\left[\varphi(l)\sin\omega-(r_i+\Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega\right]\sin\varphi(S); \\ z=\left[A_\omega-(r_i+\Delta r)\cos\varphi(V)\right]\sin\varphi(S)+ \\ \quad +\left[\varphi(l)\sin\omega-(r_i+\Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega\right]\cos\varphi(S), \end{cases} \quad (3.16)$$

где r_i – радиус фрезы в i-й точке;

A_ω – расстояние от оси фрезы до оси винта;

p – винтовой параметр;

ω – угол подъема винтовой линии.

Вышеупомянутое выражение одновременно соответствует фрезерованию винтовой поверхности дисковой фрезой.

Для случая обработки винтовой поверхности, охватывающей головкой математическое отображение схемы резания, примет вид:

$$\begin{cases} x = \varphi(l)\cos\omega + (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\sin\omega + p\varphi(S); \\ y = [(r_i + \Delta r)\cos\varphi(V) - A_\omega]\cos\varphi(S) - \\ \quad -[\varphi(l)\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\sin\varphi(S); \\ z = [(r_i + \Delta r)\cos\varphi(V) - A_\omega]\sin\varphi(S) + \\ \quad +[\varphi(l)\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\cos\varphi(S). \end{cases} \tag{3.17}$$

При обработке винтовой поверхности концевой фрезой осью вращения является ось Z, а угол между осями фрезы и винта равен 90^0.

$$\begin{cases} x = \varphi(l)\cos\varphi(V) + p\varphi(S); \\ y = \varphi(l)\sin\varphi(V)\cos\varphi(S) - (z_i + \Delta z)\sin\varphi(S); \\ z = \varphi(l)\sin\varphi(V)\sin\varphi(S) + (z_i + \Delta z)\cos\varphi(S), \end{cases} \tag{3.18}$$

где z_i – расстояние от i-й точки фрезы до оси симметрии.

Если вращательное движение фрезы заменить на возвратно-поступательное, то получится фрактал схемы резания для строгания винтовой поверхности:

$$\begin{cases} x = \varphi(l)\cos\omega + \varphi(V)\sin\omega + p\varphi(S); \\ y = [\varphi(l)\sin\omega - \varphi(V)\cos\omega]\cos\varphi(S) - (z_i + \Delta z)\sin\varphi(S); \\ z = [\varphi(l)\sin\omega - \varphi(V)\cos\omega]\sin\varphi(S) + (z_i + \Delta z)\cos\varphi(S). \end{cases} \tag{3.19}$$

По предлагаемой методике анализа параметров процессов резания в работе [11] приводятся формулы для определения толщин срезаемого слоя, кинематических углов режущей части инструмента вышеупомянутых методов обработки винтовых поверхностей.

В качестве примера применения анализа зубообработки рассматриваются наиболее популярные методы – зубодолбление и зубофрезерование.

Перемещение множества точек режущих лезвий долбяка можно представить в виде:

$$X = \pm a_{w0} \sin\left\{U_0\left[\varphi(S) + \frac{S_{кр}}{r_0}\left(1 + \frac{\varphi(V)}{2L_x}\right)\right]\right\} \mp$$

$$\mp \frac{r_{b0}}{\cos\alpha_{y0}} \sin\left[(1 \pm U_0)\left[\varphi(S) + \frac{S_{кр}}{r_0}\left(1 + \frac{\varphi(V)}{2L_x}\right)\right] \pm c \pm \operatorname{inv}\alpha_{y0}\right];$$

$$Y = \pm a_{w0} \cos\left\{U_0\left[\varphi(S) + \frac{S_{кр}}{r_0}\left(1 + \frac{\varphi(V)}{2L_x}\right)\right]\right\} \mp$$

$$\mp \frac{r_{b0}}{\cos\alpha_{y0}} \cos\left[(1 \pm U_0)\left[\varphi(S) + \frac{S_{кр}}{r_0}\left(1 + \frac{\varphi(V)}{2L_x}\right)\right] \pm c \pm \operatorname{inv}\alpha_{y0}\right]; \qquad (3.20)$$

$$Z = \varphi(V).$$

Верхний знак перед $c = -S / 4r_0 - \operatorname{tg}\alpha_0 + \alpha_0$ и $\operatorname{inv}\alpha_{y0}$ соответствует входному режущему лезвию инструмента, нижний – выходному. Параметр $\varphi(l)$ представлен углом α_{y0}.

Зависимость является пространственным геометрическим фракталом математического отображения кинематической схемы резания при зубодолблении. Параметрами варьирования в ней являются α_{y0}, $S_{кр}$ и $\varphi(V)$. Изменение α_{y0} дает возможность воспроизвести контур режущих лезвий зуба долбяка, изменение $S_{кр}$ и $\varphi(V)$ – перемещение этого контура в соответствии с особенностями кинематики зубодолбления. Математический анализ приведенного отображения схемы резания позволяет определить кинематические изменения заднего и переднего углов, угол наклона режущей кромки, а также толщину срезаемого слоя для любой точки профиля и в любой момент времени. Векторы скоростей перемещения в направлении подачи $\overline{V}_s$ и движения резания $\overline{V}_v$ определяются по ранее приведенной зависимостям (3.2 – 3.15).

Математическое отображение схемы резания при обработке инструментами червячного типа (червячной фрезы с произвольным числом заходов, инструмента для зуботочения) будет иметь вид:

$$x = \frac{(r_1 - \varphi(l)) \cdot \sin\varphi(S_n) - (r_1 \cdot \varphi(S_n) \mp \frac{\pi \cdot m}{4} \pm \varphi(l) \cdot \operatorname{tg}\alpha) \cdot \cos\varphi(S_n)}{\cos\varphi(V)};$$

$$y = \frac{(r_1 - \varphi(l)) \cdot \cos\varphi(S_n) \quad + \quad (r_1 \cdot \varphi(S_n) \quad \mp \quad \frac{\pi \cdot m}{4} - \varphi(l) \cdot \mathrm{tg}\alpha) \cdot \cos\varphi(S_n)}{\cos\varphi(l)};$$

$$z = [(a_\omega - r_1) + \varphi(l)] \cdot \sin\varphi(V) + S_0 \cdot \varphi(V). \qquad (3.21)$$

Верхние знаки относятся к выходной кромке, а нижние – ко входной.

Для визуализации изображения номинальных и производящих поверхностей соответственно детали и инструмента применяется стандарт OpenGL. Координаты вершин номинальных и производящих поверхностей представляются в виде двумерной матрицы. Каждая вершина (X, Y, Z) характеризуется значениями толщины срезаемого слоя, близкими к нулевым. Именно в этой точке происходит профилирование номинальной поверхности. Одновременно она является и точкой производящей поверхности. Отсюда взаимосвязь прямой и обратной задачи: когда по заданной поверхности детали рассчитывается номинальная поверхность инструмента и когда по известной производящей поверхности определяется номинальная поверхность.

Входящее в обработку вершин понятие «текстура» связано с получением микрорельефа поверхности, что, в конечном счете, дает возможность визуализировать реалистичную поверхность. Под растеризацией и обработкой фрагментов понимается преобразование трехмерного примитива в двумерный с пересылкой дополнительных параметров в определенные области памяти ЭВМ.

Графический вывод на экран монитора связан с операциями над пикселями – его единственными элементами. Интенсивность свечения пиксела может определяться предыдущими этапами программы, а также входными данными Open GL. «Подготовка списков изображений» дает возможность заранее создавать изображение или часть изображения номинальной или производящей поверхности (например, зуб инструмента или повторяющийся элемент номинальной поверхности) и затем воспользоваться им по мере формирования более сложных изображений.

Примеры визуализации номинальных поверхностей с помощью системы «Анализ и управление процессами обработки резанием» и стандарта OpenGL представлены на рис. 3.9 и 3.10.

Анализ процессов лезвийной обработки с помощью визуализации может осуществляться на любом этапе его протекания, в том

числе и по завершению. В последнем случае используется изображение номинальной поверхности с увеличением в масштабе профилями шероховатости. На рис. 3.9 представлены изображения номинальной поверхности при различных процессах обработки винтовой поверхности. При этом определяется лишь одна компонента профиля шероховатости, обусловленная кинематикой соответствующего процесса и конфигурацией режущих лезвий инструмента [3]. При необходимости можно рассчитать и остальные компоненты профиля шероховатости с использованием положений инженерии поверхности [3], и в модель визуализируемой поверхности могут быть внесены соответствующие коррективы.

Анализ процесса в ходе его реализации производится с помощью объемных картин схем резания или их сечений. Возможны два режима – статический и кинематический. В первом случае используется статическая картина схемы резания. Пример такого изображения сечения схемы резания процесса зубодолбления представлен на рис. 3.10, *а*. Сечение в целях его изучения и измерения параметров можно масштабировать (рис. 3.10, *б*). Объемное изображение схемы резания может быть не всегда в достаточной степени информативно, особенно для кинематически сложных процессов, когда на экране появляется сразу множество линий схемы резания. В этом случае рекомендуется использовать разное окрашивание линий, представляющих различные резы, производимые инструментом.

Кинематический режим дает анимированное изображение процесса и имеет большие перспективы для интерактивных систем анализа и управления процессами лезвийной обработки, а также в дидактических системах.

Применение геометрических фракталов при описании режущих лезвий инструмента для расчета сил резания позволяет использовать зависимость, характерную для инструмента с прямолинейными режущими кромками и кинематически простыми движениями, используя соответствующие математические отображения схем резания.

Выражение для определения сил резания имеет вид [10, 11]:

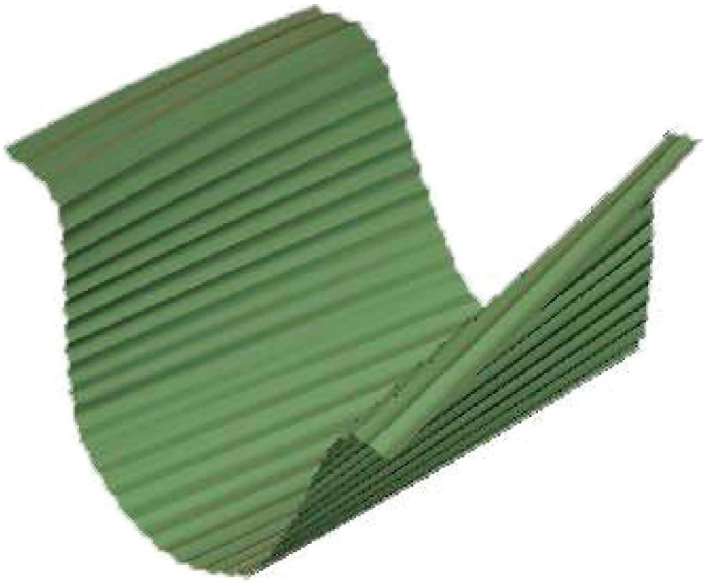
$$P_z = \sum (\Delta P_z \Delta l) K_{сл};$$
$$P_y = \sum (\Delta P_y \Delta l) K_{сл}, \qquad (3.22)$$

где ΔP_z, ΔP_y – удельная сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущего лезвия;

Δl – элемент геометрического фрактала, в пределах которого значения a, α, γ считаются неизменными;

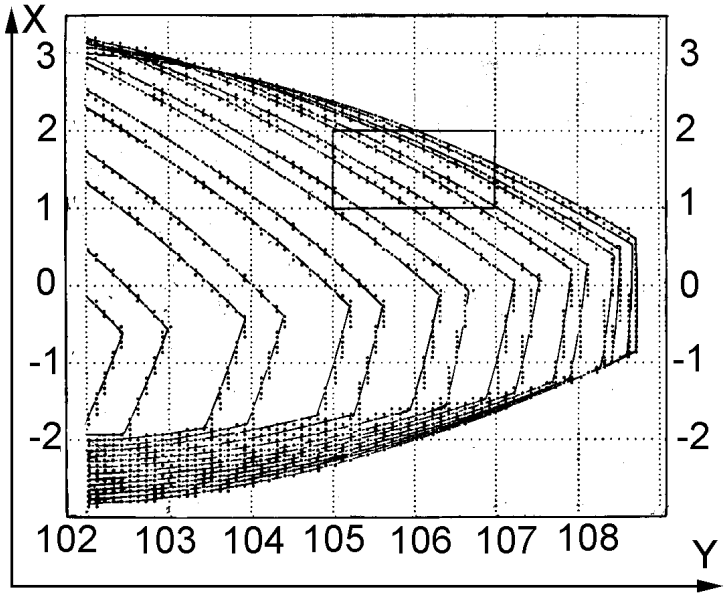
$K_{сл}$ – коэффициент сложности формирования стружки, учитывающий условия стружкообразования при несвободном резании.

а

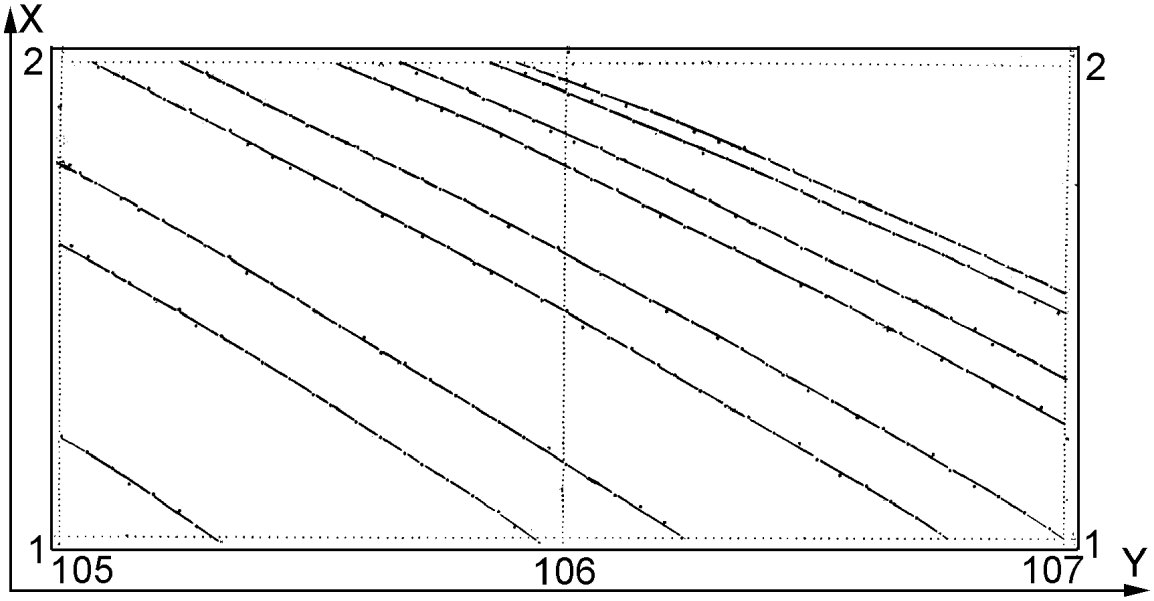


б

Рис. 3.9. Визуализация винтовой номинальной поверхности:
а – обработка дисковой фрезой; *б* – обработка строгальным резцом



а Масштаб 10:1



б Масштаб 60:1

Рис. 3.10. Визуализация и масштабирование схемы резания. Обработка впадины зубчатого колеса с внутренними зубьями (m = 3 *мм*, z_0 = 34, z_1 = 40, $S_{кр}$ = 1,5 *мм/дв. ход*):
а – М 10:1; *б* – М 60:1

Величины ΔP определяются экспериментально.

Действие силы резания при обработке винтовой поверхности вызывает изгибные динамические деформации заготовки, изгибные деформации фрезерной оправки, а также упругие отжатия заготовки и оправки вследствие конечной жесткости опор.

Закон изменения силы резания при обработке винтовых деталей дисковой фрезой, охватывающей головкой и строгальным резцом можно приближенно описать экспоненциальной зависимостью [5]:

$$P(\tau)=\begin{cases}0 \text{ при } (k-1)T+\tau_0 \le 0 < kT \\ A\tau^{-b\tau} \text{ при } kT \le \tau < kT+\tau_0\end{cases}, \qquad (3.23)$$

где $A = P_{\max}\mathrm{e}/\tau_1$; $b = 1/\tau_1$;

τ_0 – длительность импульса;

τ_1 – время нарастания импульса, то есть время, в течение которого импульс достигает максимального значения или 0,95 от максимального значения;

T – период действия силы.

При обработке винтов концевой фрезой имеет место наложение действия сил резания от всех зубьев фрезы, находящихся в работе. Так как сила резания представляет собой сумму повторяющихся импульсов, то деформацию системы можно представить в виде суммы деформаций, вызванных единичными импульсами, сдвинутыми по фазе один относительно другого.

Зависимость силы резания от времени при обработке концевой фрезой подобна полуволне синусоиды.

$$P(\tau)=\begin{cases}0 \text{ при } (k-1)T+\tau_0 \le \tau < kT; \\ P_{\max}\sin\dfrac{\pi}{\tau_0}\tau \text{ при } kT \le \tau < kT+\tau_0.\end{cases} \qquad (3.24)$$

Поперечные перемещения точки приложения силы резания при обработке дисковой фрезой, охватывающей головкой и строгальным резцом определяются по формуле:

$$f(\tau)=\frac{P_{\max}\exp\left(1-\tau/\tau_1\right)}{m\tau_1\left(\left(\omega_c^*\right)^2+\left(\xi\omega_c-1/\tau_1\right)^2\right)}\left[\tau-\frac{2\left(\xi\omega_c-1/\tau_1\right)}{\left(\omega_c^*\right)^2+\left(\xi\omega_c-1/\tau_1\right)^2}\right], \qquad (3.25)$$

где ξ – относительный коэффициент затухания колебаний;

ω_c – частота собственных колебаний;

ω_c^* – частота собственных колебаний с учетом демпфирования.

Изгибные деформации заготовки при обработке концевой фрезой:

$$f(\tau)=\frac{P_{\max}e^{\xi\omega_c\tau}}{2m}\left[\frac{\xi\cos\frac{\pi}{\tau_0}\tau+\left(\frac{\pi}{\tau_0}+\omega_c\right)\sin\frac{\pi}{\tau_0}\tau}{\xi^2+\left(\frac{\pi}{\tau_0}+\omega_c\right)^2}-\frac{\xi\cos\frac{\pi}{\tau_0}\tau-\left(\frac{\pi}{\tau_0}-\omega_c\right)\sin\frac{\pi}{\tau_0}\tau}{\xi^2+\left(\frac{\pi}{\tau_0}-\omega_c\right)^2}\right]. \quad (3.26)$$

Коэффициент динамичности μ, т.е. отношение динамического прогиба к статическому:

$$\mu=\frac{f(\tau)m\left(\omega_c^*\right)^2}{P_{\max}}. \quad (3.27)$$

При зубофрезеровании коэффициент динамичности [5]:

$$\mu=\frac{4\eta_c^2}{4\eta_c^2-1}\left(\sin\frac{2\pi}{2\eta_c+1}-\frac{1}{2\eta_c}\sin\frac{2\pi\eta}{2\eta_c+1}\right), \quad (3.28)$$

где $\eta_c=\frac{\tau_0}{T}$.

Суммарный размерный износ участка режущего лезвия за период одного реза зуба инструмента:

$$\sum\Delta h_p=\sum\left(\frac{\Delta\tau S_z h_{o.n.}k^2\mathrm{A}^2\mathrm{E}^{0,2}}{4\Delta a\sin^{0,1}\alpha}\left(1+\sqrt{1+\frac{2{,}65\mathrm{FD}^{0,3}}{k^2\mathrm{A}\sin^{0,065}\alpha}}\right)^2\right), \quad (3.29)$$

где A, E, F, D – критерии, предложенные в методе подобия С.С. Силина;

h_{on} – поверхностный относительный износ;

S_z – подача на зуб;

Δa – элемент толщины срезаемого слоя;

α – задний угол зуба инструмента в определенной точке режущего лезвия;

Δτ – отрезок времени.

В критерии A, D, E, F подставляются значения Δa, ΔP_z, α, соответствующие рассматриваемому отрезку времени Δτ.

Если считать подачу на зуб S_Z и относительный поверхностный износ $h_{о.п.}$ величинами постоянными в течение всего времени обработки, то размерный износ рассматриваемого участка зуба инструмента после N резов можно определить как:

$$h_p = N \sum \Delta h_p . \qquad (3.30)$$

Тогда, задаваясь допустимой величиной размерного износа, можно определить периоды стойкости на различных участках режущего лезвия. Если N представить как

$$N = nT_p , \qquad (3.31)$$

где n – число оборотов инструмента в минуту, то период стойкости, соответствующий величине допустимого размерного износа на рассматриваемом участке режущего лезвия, можно определить по формуле

$$T_p = \frac{(h_p)_{доп.}}{n \sum \Delta h_p} . \qquad (3.32)$$

Для того, чтобы прогнозировать текущее значение размерного износа и период стойкости инструмента, по формулам задаются значением $h_{о.п.}$.

Прогнозирование величин шероховатости обработанной поверхности производится с помощью формул второго направления учения об инженерии поверхности и метода подобия. Для расчетно-аналитической компоненты формул предлагаются зависимости, определяющие величины составляющей профиля шероховатости, обусловленной геометрией режущей части инструмента и кинематикой её перемещения относительно заготовки, для повехностей, обработанных различными методами [3].

Комплексный метод анализа параметров процессов и управления лезвийной обработкой представлен с использованием методологии SADT (рис. 3.11).

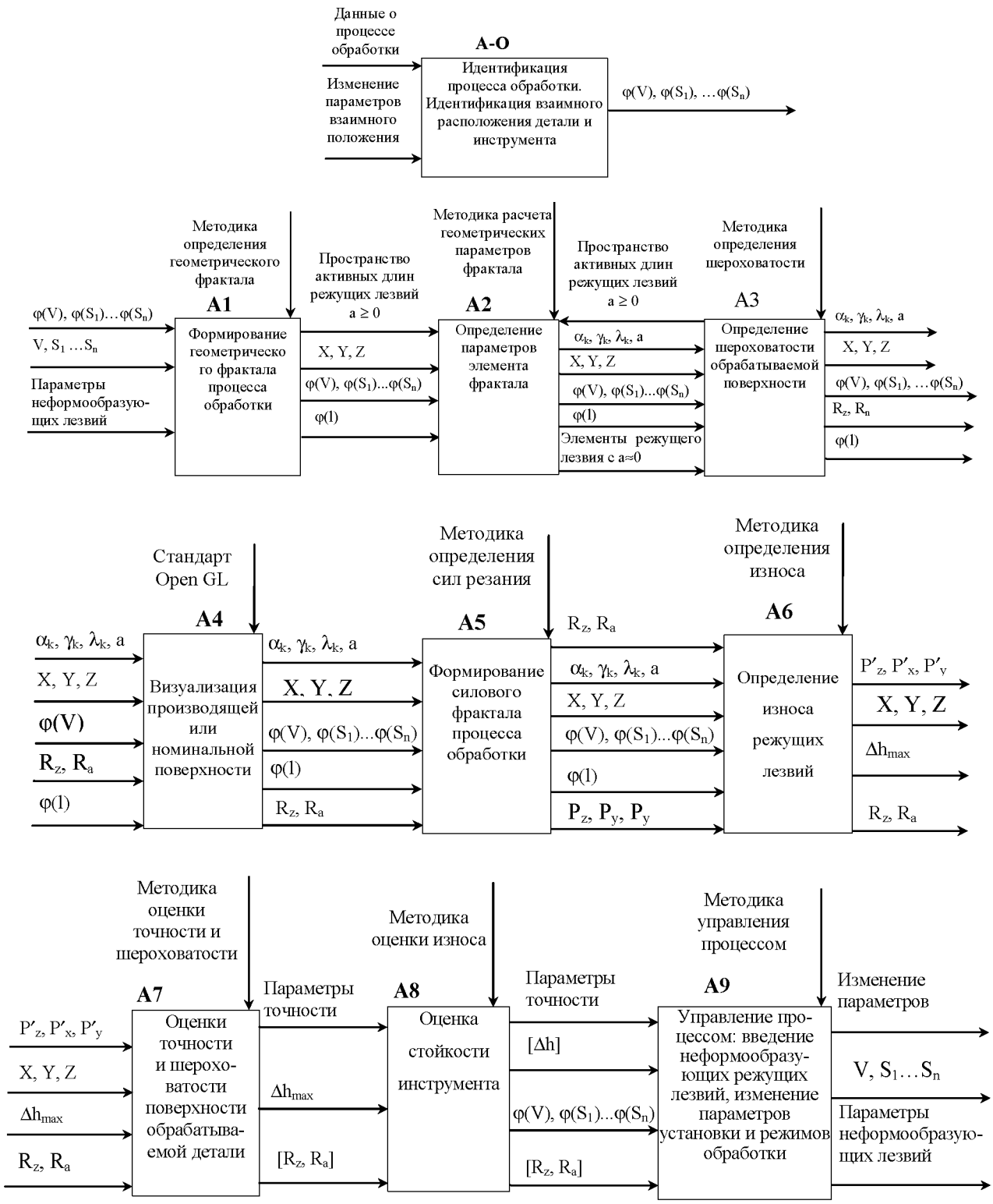


Рис. 3.11. Управление лезвийной обработкой

В качестве примера реализации комплексного метода приводится расчет параметров и анализ методов обработки винтовых поверхностей (рис. 3.12).

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

А. Заданные параметры точности, шероховатости обработанной поверхности и стойкости инструмента

1. Шероховатость (мкм)	R_z	12,5
2. Точность (мкм)	Δ_Σ	20
3. Износ инструмента (мкм)	h_c	15

Б. Свойства обрабатываемого материала

1. Обрабатываемый материал	–	18ХГТ
2. Коэффициент теплопроводности (Дж/м·с·К)	λ	40,0
3. Удельная теплоемкость (Дж/кг·К)	c	600
4. Плотность (кг/м^3)	ρ	7820
5. Сопротивление пластическому сдвигу (МПа)	τ_p	525
6. Модуль упругости (МПа)	E	$2{,}1\cdot10^5$
7. Коэффициент температуропроводности обрабатываемого материала (м^2/с)	a_l	8,53

В. Свойства материала режущей части инструмента

1. Материал режущей части инструмента	–	Т15К6
2. Коэффициент теплопроводности (Дж/м·с·К)	λ_p	27,4
3. Удельная теплоемкость (Дж/кг·К)	c_p	600
4. Плотность (кг/м^3)	ρ_p	7820
5. Коэффициент линейного расширения	β'_p	$1{,}33\cdot10^{-5}$
6. Предел прочности инструментального материала (МПа)	σ_u	475

Г. Параметры технологической системы, способ закрепления заготовки

1. Жесткость технологической системы (Н/мм)	j	25000
2. Мощность привода главного движения (кВт)	N	8,5
3. Способ закрепления заготовки	в патроне и заднем центре	

Д. Размеры и параметры винтовой поверхности

1. Длина винтовой поверхности (мм)	l	250
2. Шаг винтовой поверхности (мм)	P	110
3. Наружный диаметр (мм)	$d_н$	55
4. Внутренний диаметр (мм)	$d_в$	33
5. Угол подъема винтовой линии (рад)	ω	0,7536

Рис. 3.12. Анализ процессов и управление лезвийной обработкой

Е. Размеры инструмента, геометрия его режущей части и параметры процесса резания

1. Дисковая фреза

1. Передний угол (рад)	γ	0,1744
2. Задний угол (рад)	α	0,1744
3. Главный угол в плане (рад)	φ	1,658062789
4. Вспомогательный угол в плане (рад)	φ_1	0,261799388
5. Число зубьев инструмента	z	12
6. Радиус скругления режущей кромки (мм)	ρ_1	0,005
7. Наружный диаметр инструмента (мм)	d	264
8. Диапазон подач (мм/зуб)	S_z	0,1 – 0,3
9. Диапазон скоростей резания (м/мин)	v	60 – 120

2. Охватывающая головка

1. Передний угол (рад)	γ	0,1744
2. Задний угол (рад)	α	0,1744
3. Главный угол в плане (рад)	φ	1,658062789
4. Вспомогательный угол в плане (рад)	φ_1	0,261799388
5. Число зубьев инструмента	z	6
6. Радиус скругления режущей кромки (мм)	ρ_1	0,005
7. Минимальный диаметр инструмента (мм)	d	264
8. Диапазон подач (мм/зуб)	S_z	0,1 – 0,3
9. Диапазон скоростей резания (м/мин)	v	60 – 120

3. Строгальный резец

1. Передний угол (рад)	γ	0,1744
2. Задний угол (рад)	α	0,1744
3. Главный угол в плане (рад)	φ	1,658062789
4. Вспомогательный угол в плане (рад)	φ_1	0,261799388
5. Радиус скругления режущей кромки (мм)	ρ_1	0,005
6. Диапазон подач (мм/зуб)	S_z	0,1 – 0,3
7. Диапазон скоростей резания (м/мин)	v	60 – 120

4. Концевая фреза

1. Передний угол (рад)	γ	0,1744
2. Задний угол (рад)	α	0,1744
3. Главный угол в плане (рад)	φ	1,658062789
4. Вспомогательный угол в плане (рад)	φ_1	0,261799388
5. Число зубьев инструмента	z	4
6. Радиус скругления режущей кромки (мм)	ρ_1	0,005
7. Максимальный диаметр инструмента (мм)	d	66
8. Диапазон подач (мм/зуб)	S_z	0,1 – 0,3
9. Диапазон скоростей резания (м/мин)	v	60 – 120

Рис. 3.12. Анализ процессов и управление лезвийной обработкой
(продолжение рисунка)

Идентификация схемы резания обработки винтовой поверхности:

– дисковой фрезой – ОБР. ОБК. НАП. КАС. ГРК;

– охватывающей головкой – ОБР. ОБК. НАП. КАС. ГРК;

– строгальным резцом – ОБР. ОБК. НАП. СЛД. ГРК;

– концевой фрезой – ОБРс. ОБК. НАП. КАС. ГРК.

Генерирование нетрадиционных схем резания: направляющая формируется одновременно по методу следа и касания – ОБР. КАС. НАП. СЛД. – КАС. ГРК.

Физически этот метод может быть представлен строганием винтовой поверхности вращающимся многорезцовым блоком.

Метод позволяет вводить в конструкцию инструмента неформообразующие режущие лезвия, что позволяет управлять процессом, уменьшая нагрузку на заключительный рез. Последнее способствует повышению качества обрабатываемой детали – увеличению точности и снижению шероховатости номинальной поверхности.

Трансформация обобщенного геометрического представления схемы резания при обработке винтовых поверхностей соответствует фрезерованию винтовой поверхности дисковой фрезой:

$$\begin{cases} x = (\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\cos\omega + (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\sin\omega + p\,\varphi(S); \\ y = [A_\omega - (r_i + \Delta r)\cos\varphi(V)]\cos\varphi(S) - \\ \quad - [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\sin\varphi(S); \\ z = [A_\omega - (r_i + \Delta r)\cos\varphi(V)]\sin\varphi(S) + \\ \quad + [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\cos\varphi(S), \end{cases} \quad (3.33)$$

Обработка винтовой поверхности охватывающей головкой:

$$\begin{cases} x = (\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\cos\omega + (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\sin\omega + p\,\varphi(S); \\ y = [(r_i + \Delta r)\cos\varphi(V) - A_\omega]\cos\varphi(S) - \\ \quad - [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\sin\varphi(S); \\ z = [(r_i + \Delta r)\cos\varphi(V) - A_\omega]\sin\varphi(S) + \\ \quad + [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\omega]\cos\varphi(S). \end{cases} \quad (3.34)$$

Обработка винтовой поверхности строгальным резцом:

$$\begin{cases} x = (\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\cos\omega + (\varphi(V) + \Delta\varphi(V))\sin\omega + p\,\varphi(S); \\ y = [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (\varphi(V) + \Delta\varphi(V))\cos\omega]\cos\varphi(S) - \\ \quad - (z_i + \Delta z)\sin\varphi(S); \\ z = [(\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\omega - (\varphi(V) + \Delta\varphi(V))\cos\omega]\sin\varphi(S) + \\ \quad + (z_i + \Delta z)\cos\varphi(S), \end{cases} \quad (3.35)$$

Обработка винтовой поверхности концевой фрезой:

$$\begin{cases} x = (r_i + \Delta r)\cos\varphi(V) + p\,\varphi(S); \\ y = (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\cos\varphi(S) - (\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\sin\varphi(S); \\ z = (r_i + \Delta r)\sin\varphi(V)\sin\varphi(S) + (\varphi(L) + \Delta\varphi(L))\cos\varphi(S), \end{cases} \quad (3.36)$$

Примеры расчета геометрических параметров срезаемого слоя и кинематических параметров инструмента для отдельных фрагментов режущих лезвий:

Фрезерование винтовой поверхности дисковой фрезой

№ элемента	Параметр режущей кромки	Радиус фрезы	Кинематическое изменение заднего угла	Угол наклона режущей кромки	Толщина срезаемого слоя	Кинематическое изменение переднего угла
	$\phi(\Lambda)$	ρ	$\Delta\alpha$	λ	α	$\Delta\gamma$
1	12,577	125,536	0,001368	0,045193	-0,37282	$-2{,}27641\cdot10^{-6}$
2	11,9094	126,6563	0,001277	0,045265	-0,28047	$-1{,}69032\cdot10^{-6}$
3	11,3335	127,7228	0,001234	0,045285	-0,22767	$-1{,}3615\cdot10^{-6}$
4	10,8319	128,7548	0,001186	0,045306	-0,167	$-9{,}89869\cdot10^{-7}$
5	10,4	129,7497	0,001139	0,045326	-0,10571	$-6{,}21046\cdot10^{-7}$
6	10,1039	130,5074	0,001097	0,045342	-0,04753	$-2{,}7689\cdot10^{-7}$
7	9,8492	131,2664	0,001058	0,045357	0,008619	$4{,}98095\cdot10^{-8}$
8	9,6221	132,3138	0,001022	0,04537	0,062605	$3{,}59038\cdot10^{-7}$

Обработка охватывающей головкой

№ элемента	Параметр режущей кромки	Радиус головки	Кинематическое изменение заднего угла	Угол наклона режущей кромки	Толщина срезаемого слоя	Кинематическое изменение переднего угла
	$\phi(\Lambda)$	ρ	$\Delta\alpha$	λ	α	$\Delta\gamma$
1	9,8683	168,4713	0,0002625	-0,0245807	0,159107	$2{,}14205\cdot10^{-7}$
2	9,8132	168,0538	0,0002589	-0,0231824	0,113448	$1{,}54247\cdot10^{-7}$
3	9,7139	167,249	0,0002549	-0,0216242	0,06302	$8{,}66257\cdot10^{-8}$
4	9,6634	166,819	0,0002509	-0,0200154	0,011453	$1{,}5921\cdot10^{-8}$
5	9,5997	165,4046	0,000249	-0,0192641	-0,01246	$-1{,}74085\cdot10^{-8}$
6	8,7282	165,3346	0,0002472	-0,018529	-0,03575	$-5{,}02121\cdot10^{-8}$
7	5,8044	165,1482	0,0002438	-0,0171041	-0,08061	$-1{,}14338\cdot10^{-7}$
8	2,8977	165,037	0,0002422	-0,0164141	-0,1022	$-1{,}45647\cdot10^{-7}$

Строгание винтовой поверхности

№ элемента	Параметр режущей кромки	Расстояние от точки профиля резца до оси винта	Кинематическое изменение заднего угла	Угол наклона режущей кромки	Толщина срезаемого слоя	Кинематическое изменение переднего угла
	$\phi(\Lambda)$	ζ	$\Delta\alpha$	λ	α	$\Delta\gamma$
1	-10,9055	21,6345	0,062263	0,015697	-1,27441	-0,0010147
2	-10,5387	20,5128	0,060301	0,014677	-0,61784	-0,0004919
3	-10,2559	19,5439	0,058648	0,01389	-0,04682	$-3{,}727\cdot10^{-5}$
4	-10,1422	19,1202	0,057938	0,013574	0,204035	0,0001624
5	-10,0445	18,7391	0,057306	0,013302	0,430259	0,0003426
6	-9,8911	18,1087	0,056275	0,012875	0,805711	0,0006415
7	-9,7127	17,2131	0,054846	0,012384	1,341772	0,0010683
8	-9,649	16,6802	0,05402	0,012216	1,662223	0,0013234

Фрезерование концевой фрезой

№ элемента	Параметр режущей кромки	Радиус фрезы	Кинематическое изменение заднего угла	Угол наклона режущей кромки	Толщина срезаемого слоя	Кинематическое изменение переднего угла
	$\phi(\Lambda)$	ρ	$\Delta\alpha$	λ	α	$\Delta\gamma$
1	12,351	17,5372	0,010328	-0,18106	1,33118	0,000109
2	12,9929	18,7585	0,009817	-0,18568	1,204888	$9{,}26\cdot10^{-5}$
3	13,6978	19,8366	0,009425	-0,18908	1,09361	$7{,}94\cdot10^{-5}$
4	14,2511	21,1332	0,009012	-0,19072	0,967975	$6{,}6\cdot10^{-5}$
5	15,3434	22,5958	0,008613	-0,19173	0,825393	$5{,}26\cdot10^{-5}$
6	16,8515	24,1781	0,008244	-0,19053	0,676036	$4{,}03\cdot10^{-5}$
7	18,5478	25,841	0,007914	-0,18963	0,517545	$2{,}89\cdot10^{-5}$
8	20,0502	27,5	0,007631	-0,19317	0,346097	$1{,}81\cdot10^{-5}$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

1. Составляющие силы резания P_z и P_y (Н)

Метод обработки		Дисковая фреза		Охватывающая головка		Строгание		Концевая фреза	
S_z (мм/зуб)	v (м/мин)								
S_z =0,1	v = 60	2110	1477	1755	1229	2330	1631	2360	1652
	v = 90	2375	1663	1930	1351	2845	1992	2560	1792
	v = 120	2550	1785	2100	1470	3040	2128	2870	2009
S_z =0,2	v = 60	2250	1575	1810	1267	2700	1890	2575	1803
	v = 90	2495	1747	1980	1386	3055	2139	2760	1932
	v = 120	2720	1904	2210	1547	3290	2303	3075	2153
S_z =0,3	v = 60	2685	1880	2140	1498	3090	2163	2805	1964
	v = 90	3005	2104	2355	1649	3530	2471	2990	2093
	v = 120	3215	2251	2590	1813	3800	2660	3465	2426

2. Износ режущего инструмента ($T_р$ = 50 мин) h_c, мкм

Метод обработки		Дисковая фреза	Охватывающая головка	Строгание	Концевая фреза
S_z (мм/зуб)	v (м/мин)				
S_z =0,1	v = 60	4.49	3.02	5.96	5.84
	v = 90	6.07	4.09	7.35	7.14
	v = 120	7.52	5.14	9.53	9.47
S_z =0.2	v = 60	7.39	4.88	9.45	9.03
	v = 90	10.02	7.12	12.27	11.64
	v = 120	12.42	9.25	15.63	15.29
S_z =0.3	v = 60	10.21	8.10	13.24	12.85
	v = 90	13.74	11.25	16.75	15.70
	v = 120	17.07	13.90	21.35	20.54

3. Погрешность обработки Δ_{Σ}, мкм

Метод обработки		Дисковая фреза	Охватывающая головка	Строгание	Концевая фреза
S_z (мм/зуб)	v (м/мин)				
S_z =0.1	v = 60	5.01	4.18	6.92	7.15
	v = 90	6.61	4.91	7.74	10.97
	v = 120	8.14	6.08	8.56	17.44
S_z =0.2	v = 60	6.73	4.89	8.05	11.68
	v = 90	8.30	5.72	9.20	17.20
	v = 120	9.94	6.98	9.94	30.14
S_z =0.3	v = 60	7.57	6.00	9.75	18.64
	v = 90	9.53	7.08	11.76	32.15
	v = 120	10.87	8.34	12.29	64.49

4. Шероховатость обработанной поверхности R_z, мкм

Метод обработки		Дисковая фреза	Охватывающая головка	Строгание	Концевая фреза
S_z (мм/зуб)	v (м/мин)				
S_z = 0.1	v = 60	8.32	6.72	8.83	7.96
	v = 90	8.47	6.84	10.29	8.26
	v = 120	8.68	7.01	12.75	8.72
S_z =0.2	v = 60	21.13	16.68	19.72	18.08
	v = 90	21.39	16.87	22.30	18.93
	v = 120	21.75	17.17	24.15	20.07
S_z =0.3	v = 60	40.77	30.19	36.90	33.92
	v = 90	41.11	30.47	40.37	35.1
	v = 120	41.62	30.87	42.12	36.14

Вопросы для самоконтроля

1. Структура жизненного цикла изделия машиностроения.
2. Что регламентирует организацию и управление технологического проектирования?
3. Что называют технологическим процессом?
4. Требования к управлению машиной.
5. Как показатели надежности зависят от уровня технологичности?
6. Что такое надежность технологического процесса?
7. Какие методы обеспечивают надежность технологического процесса?
8. Формы и особенности компьютерно-интегрированного производства.
9. В чем состоит комплексный метод анализа процессов и управление лезвийной обработки конструкционных материалов?
10. Кодовое обозначение схем срезания припусков.
11. Понятие математического отображения схемы резания.
12. Алгоритм анализа и управления лезвийной обработкой.

4. КОНЕЧНЫЙ ЭТАП ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Экономическая эффективность инноваций

Продвижение – это целый комплекс мер, направленных на реализацию инновации. Он включает в себя производство и использование информации (то есть информационного продукта), рекламные мероприятия, организацию работы торговых точек (пунктов по продаже инновации), индивидуальные консультации покупателей, стимулирование продажи инновации и др.

Рекламную кампанию инновации целесообразно проводить с учетом следующих моментов: реклама должна быть систематической, чтобы охватывать как можно большее количество потребителей; быть интересной; применять все ее формы (печать, Интернет, радио и т.п.).

Диффузия инновации – это деятельность по доведению инновации до конечных потребителей. Она включает в себя выбор каналов продвижения, организацию сбытовой (торговой) сети и т.п.

Могут быть использованы три основных метода продажи инновации:

- прямой метод;
- косвенный метод;
- смешанный метод.

Прямой метод продажи заключается в непосредственном контакте между продуцентом и покупателем инновации. Здесь продажа часто сопровождается консультациями и другими условиями.

Косвенный метод продажи означает, что контакт между продуцентом и покупателем осуществляется через посредника (продавца).

Смешанный метод продажи предполагает, что в качестве посредника выступают торговые и другие предприятия, в уставном капитале которых присутствует доля средств продуцента, и, таким образом, это посредническое звено уже не является независимым.

Выбор того или иного метода продажи зависит от рыночной ситуации.

При продвижении и диффузии инновации важное значение придаётся связям с общественностью. Данная работа направлена на формирование благоприятного отношения к учреждению (продуценту или продавцу), реализующему инновацию, и в конечном счете – к самой инновации со стороны общественного мнения.

За рубежом работа по связям с общественностью называется «паблик-релейшнз».

Паблик-релейшнз (англ. *public relations*) учреждения – это деятельность по формированию благоприятного общественного мнения о продуценте или продавце инновации, являющаяся формой рекламы с широким привлечением всех средств массовой информации.

Мероприятия паблик-релейшнз направлены не на пропаганду потребительских достоинств и свойств нового продукта, а, прежде всего, на создание имиджа продуценту или продавцу, на разъяснение всех преимуществ данного нового продукта перед уже имеющимися аналогичными продуктами.

Работа по связям с общественностью предполагает установление и поддержание контактов с прессой, информирование населения о специфике работы продуцента, взаимодействие с органами власти по вопросам законодательства, консультирования, информированности.

Информация (лат. *informatio* – разъяснение, изложение) – это сообщение о чем-либо. В хозяйственной практике речь обычно идет об информационном продукте. Информационный продукт представляет собой материализованную форму сведений, являющихся объектом хранения, переработки и передачи.

Информационный продукт имеет особые свойства, отличающие его от других видов продуктов. Эти свойства состоят в следующем:

1. Тогда как материальные предметы подвержены двум видам износа (физическому и моральному), информационный продукт подвержен лишь одному – моральному.

2. Информационный продукт, в отличие от материального предмета, может быть использован одновременно несколькими людьми на разных предприятиях или в разных хозяйственных процессах.

3. Затраты на диффузию (то есть распространение, тиражирование) первой единицы информационного продукта значительно превышают затраты на производство.

4. Качество информационного продукта оказывает очень сильное влияние на всю систему управления.

Качество и эффективность любого процесса управления, в том числе и управления инновацией, во многом определяется качеством информационного продукта. Чем более расплывчата информация, тем неопределеннее решение. Качество информации должно оцениваться при ее получении, а не при передаче.

Так как информация является функцией времени, информационный продукт подвержен очень быстрому старению. Это требует его оперативного использования. Другими словами, информационный продукт не может храниться долго.

В настоящее время для сбора и хранения информации нет ничего лучше компьютера – машины, которая обладает одновременно хорошей памятью и возможностью (когда имеются хорошие программы) быстро находить нужную информацию через свою кодификацию. Информационная машина выполняет решения, но не корректирует их. Поэтому любая неправильная кодификация влечет за собой неверную классификацию информации.

Эффективность – это действенность какого-либо результата. Экономическая эффективность инновации означает, что результат, получаемый в ходе вложения инвестиций и всех ресурсов (денежных, материальных, информационных, рабочей силы) в новый продукт или операцию (технологию), обладает определенным полезным эффектом (выгодой).

Экономическую эффективность инноваций следует рассматривать в двух направлениях:

• производство и реализация инновации;

• покупка инновации.

Продуцент, производя инновацию, а продавец, продавая ее, преследуют одну и ту же цель: получить денежные средства – либо в полную собственность, либо взаймы, чтобы затем вложить их в выгодный проект.

Экономический эффект от производства и реализации инновации, приносящей денежные средства, определяется по формуле:

$$Э = В - К,$$

где $Э$ – сумма эффекта по одной инновации, руб.;

$В$ – сумма денежных средств, полученная от производства и реализации инновации, руб.;

$К$ – инвестиции в производство и реализацию инновации, руб.

Для сравнения экономической эффективности различных инноваций применяют коэффициент эффективности, который рассчитывается по формуле:

$$Э = \frac{В - К}{К},$$

где $(В – К)$ – чистый доход, руб.

Коэффициент эффективности производства и реализации инновации показывает величину чистого дохода, получаемого с одного рубля инвестиций в производство и реализацию инновации.

Для инновации в форме новой операции, используемой внутри продуцента, экономический эффект определяется по формуле:

$$Э = И_0 - И_1 - 0{,}15 \times К,$$

где $Э$ – сумма эффекта, руб.;

$И_0$ – годовые текущие затраты до осуществления каких-либо действий, закладываемых в будущую инновацию, руб.;

$И_1$ – годовые текущие затраты после осуществления этих же действий по инновации, руб.;

$К$ – инвестиции (текущие затраты) на производство и реализацию данной инновации, руб.;

0,15 – нормативный коэффициент.

В состав текущих затрат входят заработная плата работников за время осуществления операции, начисления на заработную плату, амортизационные отчисления по компьютерной технике, затраты на электроэнергию.

Экономическая эффективность покупки инновации означает получение выгоды покупателем этой инновации, то есть получение эффекта от вложения капитала.

Экономическая эффективность вложения капитала в инновацию покупателем определяется системой следующих показателей:

1) сроком окупаемости инвестиций;
2) годовой и среднегодовой рентабельностью инвестиций;
3) учетной нормой прибыли;
4) чистой текущей стоимостью;
5) внутренней нормой рентабельности инвестиций.

1. Срок окупаемости инвестиций – самый простой метод оценки инвестиций. Он показывает время, необходимое инвестору для возвращения суммы вложенного капитала, и определяется отношением величины капитала к величине среднегодовой суммы чистой прибыли (то есть прибыли, оставшейся после уплаты налогов) и амортизационных отчислений.

$$Т_{ОК} = \frac{К}{П + А},$$

где $Т_{ОК}$ – срок окупаемости инвестиций, лет;

K – сумма инвестиций, руб.;

$П$ – среднегодовая сумма чистой прибыли, руб.;

A – среднегодовая сумма амортизационных отчислений, руб.

Чем меньше срок окупаемости инвестиций, тем эффективнее вложение капитала.

2. Годовая рентабельность инвестиций оценивается процентным отношением прибыли t-го года к сумме инвестиций.

При этом целесообразно использовать значение чистой прибыли с добавлением к ней суммы амортизационных отчислений t-го года:

$$P_t = \frac{(П_t + A_t) \times 100}{K},$$

где P_t – рентабельность инвестиций в году t;

$П_t$ – чистая прибыль в году t;

A_t – амортизационные отчисления в году t;

K – сумма инвестиций.

Чем выше уровень рентабельности, тем эффективнее вложение капитала.

3. Учетная норма прибыли оценивает рентабельность путем сравнения чистой прибыли без учета величины обесценения капитала с суммой инвестиций:

$$У = \frac{П - A}{K},$$

где $У$ – учетная норма прибыли;

$П$ – чистая прибыль, руб.;

A – годовая сумма обесценения капитала (равна годовой сумме амортизационных отчислений), руб.;

K – сумма инвестиций, руб.

Чем выше учетная норма прибыли, тем эффективнее вложение инвестиций.

4. Чистая текущая стоимость представляет собой разницу между текущей стоимостью будущего денежного потока (притока денежных средств) и суммой первоначального вложения капитала.

Текущая стоимость – это стоимость будущих доходов или расходов в текущих ценах, то есть в ценах, действующих сегодня.

Текущая стоимость будущего денежного потока рассчитывается с использованием стоимости капитала или минимально необходимой

нормы прибыли в качестве процентной (учетной) ставки. При годовой серии равновеликих периодических поступлений денег текущая стоимость определяется по формуле:

$$C = \frac{K_t}{(1+n)^t}$$

или

$$C = Д\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+n)^t},$$

где C – текущая стоимость, то есть оценка величины $Д$ с позиции текущего момента, руб.;

$Д$ – доход, планируемый к получению в году t, руб.;

K_t – капитальные вложения в году t, руб.;

n – коэффициент дисконтирования (то есть стоимость капитала, норма доходности, процентная ставка доли, ед.);

T – общее число лет, ед.;

t – число лет или количество оборотов капитала, ед.;

$\frac{1}{(1+n)^t}$ – дисконтирующий множитель, ед.

Дисконтирующий множитель позволяет определить текущую стоимость (финансовый эквивалент) будущей денежной суммы, то есть уменьшить ее на доход, нарастающий за определенный период времени по правилу сложных процентов.

На практике обычно используют таблицы с заранее исчисленными значениями. Расчет чистой текущей стоимости включает в себя следующие этапы:

– *первый этап* – выбор ставки дисконта. Критерием этого выбора может быть требуемый доход или норма прибыли на вложенный капитал;

– *второй этап* – вычисление эквивалентов текущей стоимости всех потоков средств, связанных с инвестицией (после уплаты налогов и суммы этих эквивалентов для получения чистой текущей стоимости инвестиций).

Чистая текущая стоимость инвестиций показывает величину денежных средств, которую хозяйствующий субъект может получить сверх стоимости инвестиций, сохраняя безубыточность этих инвестиций. Это также текущая (дисконтируемая) стоимость всех будущих доходов, подсчитанных после всех капитальных вложений.

Чистая текущая стоимость равна:

$$Ч = С - К,$$

где $Ч$ – чистая текущая стоимость, руб.;

$С$ – текущая стоимость, руб.;

$К$ – сумма инвестиций, руб.

Инвестиция является эффективной, если величина текущей стоимости положительная.

Пример 1. Сумма вложения капитала – 20 тыс. руб. Продолжительность вложения капитала – 2 года. Годовой приток денег будет составлять 15 тыс. руб. Процентная ставка – 20 % годовых, то есть 0,2 доли единицы.

$$Ч = С - К = Д\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{(1+n)^t} - К,$$

$$Ч = 15\left(\frac{1}{1+0{,}2} + \frac{1}{(1+0{,}2)^2}\right) - 20 = 15 \times 1{,}727 - 20 = 25{,}9 - 20 = 5{,}9 \text{ тыс. руб.}$$

Для любых инвестиций можно рассчитать график чистой текущей стоимости (рис. 4.1)

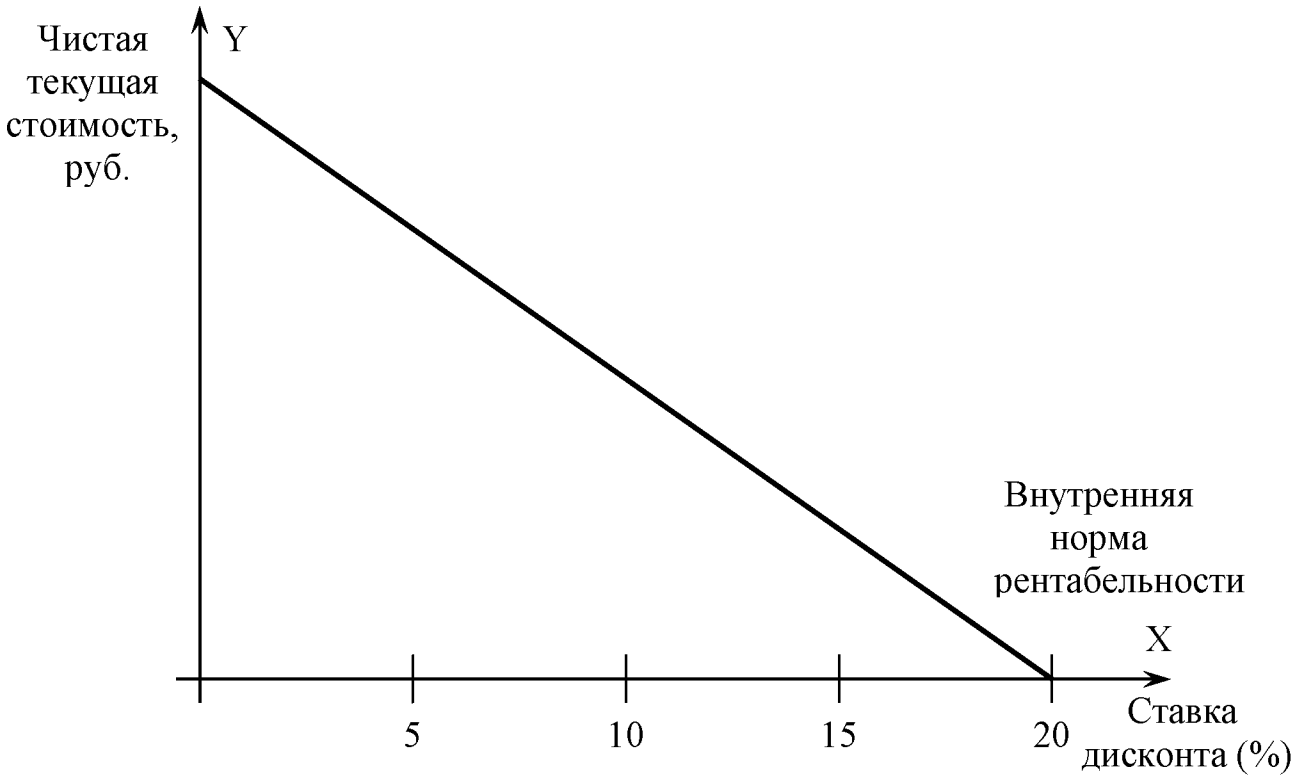


Рис. 4.1. График чистой текущей стоимости инвестиций

Методика расчета графика следующая. По оси X (абсцисса) откладывают значения ставки дисконта, а по оси Y (ордината) – значе-

ния чистой текущей стоимости для различных значений ставки дисконта. Точка пересечения графика с осью X и является внутренней нормой рентабельности инвестиций, так как чистая текущая стоимость равна 0.

5. Внутренняя норма рентабельности инвестиций характеризует интенсивность возврата денежных средств за определенный период времени после их вложения.

Для определения внутренней нормы рентабельности следует подготовить исходную информацию в форме таблицы, строки которой представляют собой показатели для отдельных лет расчетного периода (табл. 4.1)

В графе 1 приводятся номера годов. В следующие графы вносятся (по строке каждого года) показатели прибыли (доходы) и затраты капитала. По каждому году рассчитывается разность между прибылью и затратами, которая проставляется в графе 4. Затем эта разность по каждой строке умножается на коэффициент дисконтирования (графа 5).

Дисконтированные значения годовых эффектов проставляют в графе 6. Если итог графы 6, то есть суммарный интегральный эффект за период *Т* лет окажется положительным, это означает, что внутренняя норма рентабельности превышает сумму инвестиций и инвестиции являются эффективными.

Таблица 4.1

Расчет дисконтированных значений годовых эффектов

Номер года	Прибыль, *П*	Затраты капитала, *КК*	*П – КК*	Коэффициент дисконтирования, *n*	*(П – К)n*
1					
2					
3					
…					
Т–1					
Т					

Определение точного значения внутренней нормы рентабельности ведется методом последовательного приближения (при положительном интегральном эффекте *Е* последовательно увеличивается на

0,01, а при отрицательном – с тем же шагом уменьшается), пока итог графы 6 не достигнет нулевого значения или близкого к нулю положительного или отрицательного значения. Если он достигает близкого к нулю положительного или отрицательного значения, то внутренняя норма рентабельности отыскивается с помощью расчета по следующей формуле линейной интерполяции:

$$E_x = E_t + \frac{Э_t(E_{t+1} - E_t)}{Э_t + Э_{t+1}},$$

где E_x – внутренняя норма рентабельности;

E_t – норма дисконтирования, при которой интегральный эффект принимает близкое к 0 положительное (или отрицательное) значение;

E_{t+1}, – повышенная (пли пониженная) на один пункт по сравнению с E_t норма дисконтировавши, при которой интегральный эффект принимает близкое к 0 положительное (или отрицательное) значение;

$Э_t$ и $Э_{t+1}$ – интегральные эффекты соответственно при E_t и E_{t+1}.

Значения $Э_t$ и $Э_{t+1}$ принимаются абсолютными. При этом желательно, чтобы разность коэффициентов дисконтирования E_t и $E_{t+}1$ не превышала 0,01, иначе зависимость интегрального эффекта от величины коэффициента дисконтирования окажется нелинейной.

Внутреннюю норму рентабельности можно определить графическим способом (рис. 4.2).

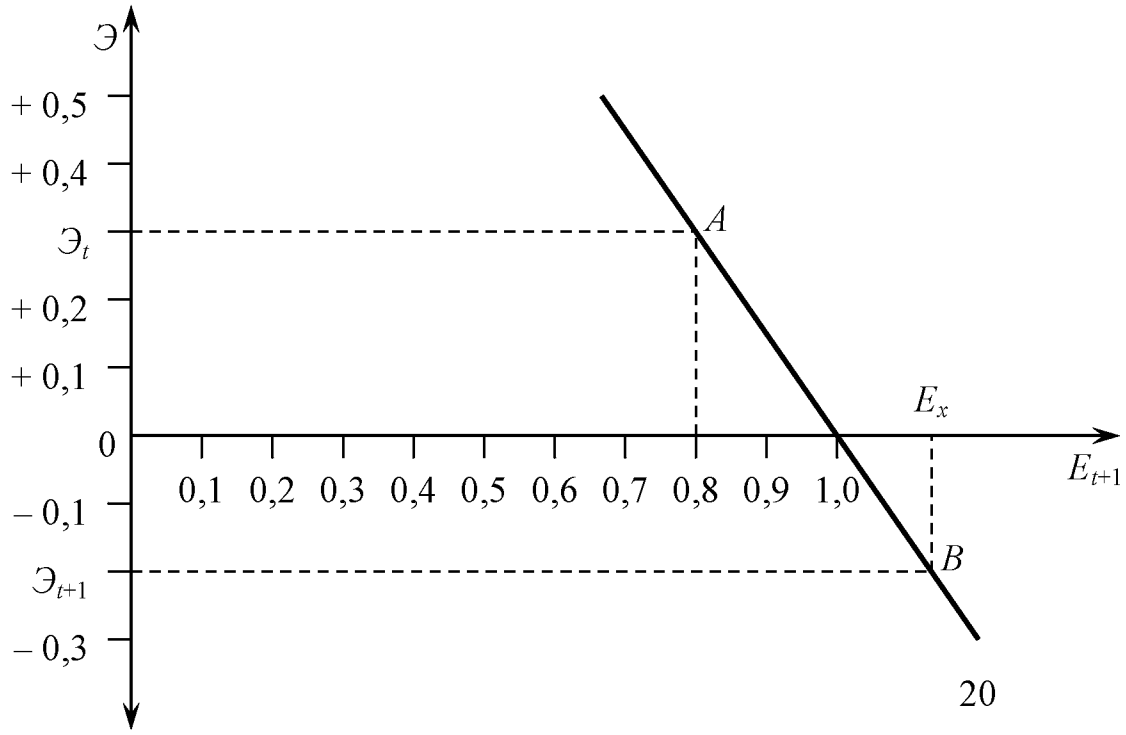


Рис. 4.2. График для определения внутренней нормы рентабельности

На графике (рис. 4.2) по оси абсцисс откладываем значения E_t и E_{t+1}, по оси ординат – значения $Э_t$ и $Э_{t+1}$ (точки A и B).

Точки A и B соединяются прямой линией, пересечение которой с осью абсцисс обозначает искомое значение внутренней нормы рентабельности (E_x).

Существует также и другой метод определения внутренней нормы рентабельности. Она находится как ставка процента, которая уравнивает сумму первоначальных инвестиций с текущей стоимостью будущего денежного потока:

$$К = С \text{ или } 4 = 0,$$

то есть инвестиции являются эффективными, если внутренняя норма рентабельности превышает сумму инвестиций.

Пример 2. Примем те же исходные данные, что и в предыдущем примере. Имеем:

$$20 = 16\sum_{t=1}^{2}\frac{1}{(1+0{,}2)^t}.$$

Тогда:

$$\sum_{t=1}^{2}\frac{1}{(1+0{,}2)^t} = \frac{20}{15} = 1{,}33.$$

Величина внутренней нормы рентабельности находится в интервале между 32 и 33 %.

При n = 32 %:

$$\sum_{t=1}^{2}\frac{1}{(1+0{,}32)^t} = \frac{1}{1+0{,}32} + \frac{1}{(1+0{,}32)^2} = 1{,}332.$$

При n = 33 %:

$$\sum_{t=1}^{2}\frac{1}{(1+0{,}3)^t} = \frac{1}{1+0{,}33} + \frac{1}{(1+0{,}33)^2} = 1{,}317.$$

Осуществляем интерполяцию:

	Текущая стоимость	
При *n* = 32 %	1,332	1,332
Внутренняя норма рентабельности	1,33	—
При *n* = 33 %	—	1,317
Разница	0,002	0,015

Следовательно, внутренняя норма рентабельности инвестиций равна 20,13 %.

Внутренняя норма рентабельности инвестиции в инновацию (20,13 %) выше, чем стоимость капитала (20 %), поэтому данное вложение капитала является эффективным.

4.2. Приемы управления инновациями

Прием означает способ воздействия. Прием инновационного менеджмента – это способ воздействия управляющей подсистемы (субъект управления) на управляемую подсистему (объект управления), которая включает в себя инновации, инновационный процесс и отношения на рынке реализации инновации. Движение инновации от ее возникновения до диффузии связано с движением инвестиций, вложенных в эту новацию.

Поэтому все приемы инновационного менеджмента основаны на денежных отношениях, возникающих в процессе движения инноваций на рынке. Таким образом, общим содержанием всех приемов инновационного менеджмента является воздействие на инновации денежных отношений, возникающих между продуцентом, или продавцом инновации, с одной стороны, и покупателем этой инновации, с другой.

Воздействие приемов инновационного менеджмента может быть направлено на область производства и/или продажи нововведения. Эти направления определяются структурой инновационного процесса.

Приемы инновационного менеджмента можно разделить на основе следующих принципов:

1. Воздействующие только на производство инновации.

2. Воздействующие как на производство, так и на реализацию, продвижение и диффузию инновации.

3. Воздействующие только на реализацию, продвижение и диффузию инновации.

Классификационная схема приемов инновационного менеджмента приведена на рис. 4.3.

Приемы, воздействующие только на производство инноваций, имеют своей единственной целью создание нового продукта или новой операции (технологии) с высокими качественными параметрами. К этим приемам относятся бенчмаркинг и способы маркетинговых воздействий на инновации, а именно способы маркетинговых исследований и планирование маркетинга инноваций.

Вторая группа приемов инновационного менеджмента охватывает такие приемы, как инжиниринг инновации, реинжиниринг инновации, бранд-стратегию инновации.

Рис. 4.3. Классификационная схема приемов инновационного менеджмента

В состав третьей группы приемов инновационного менеджмента входят ценовой прием управления, фронтирование рынка, мэрджер. Главная цель всех приемов этой группы – ускорение продажи инноваций с наибольшей выгодой и эффективностью, как в текущий момент времени, так и с большей отдачей от этих инноваций.

4.2.1. Приемы, воздействующие на производство инноваций

Бенчмаркинг (англ. *bench* – место, *marking* – отметить) представляет собой способ изучения деятельности хозяйствующих субъектов, прежде всего, своих конкурентов, с целью использования их положительного опыта в своей работе.

Бенчмаркинг включает в себя комплекс средств, позволяющих систематически находить, оценивать все положительные достоинства чужого опыта и организовывать их использование в своей работе.

Бенчмаркинг направлен на изучение бизнеса. Применительно к инновациям бенчмаркинг означает изучение бизнеса других предпринимателей с целью выявления основополагающих характеристик для разработки своей инновационной политики и конкретных видов инноваций. При бенчмаркинге важное значение имеет преодоление психологической закомплексованности руководителей и специалистов.

Психологическая закомплексованность означает:

• самоуспокоенность руководителя хозяйствующего субъекта достигнутыми результатами;

• нежелание рисковать денежными средствами, то есть нежелание тратить деньги на покупку информации, оплачивать консультации аналитиков и экспертов: экономию всех видов ресурсов и денежных затрат на маркетинговые исследования и т.п.;

• сделать лучше, чем конкурент, очень трудно или невозможно из-за больших затрат всех ресурсов, в том числе денег.

Бенчмаркинг бывает двух видов:

1) общий;

2) функциональный.

Общий бенчмаркинг представляет собой сравнение показателей производства и продажи своих продуктов с показателями бизнеса достаточно большого количества продуцентов или продавцов аналогичного продукта. Такое сравнение позволяет наметить четкие направления инвестиционной деятельности.

Параметры, используемые для сравнения характеристик продукта, зависят от конкретного вида продукта.

Функциональный бенчмаркинг означает сравнение параметров работы отдельных функций (например, операций, процессов, приемов работ и т.п.) продавца с аналогичными параметрами наиболее успешных предприятий (продавцов), работающих в похожих условиях.

Для осуществления бенчмаркинга обычно создается специальная рабочая группа.

Методология функционального бенчмаркинга состоит из следующих этапов:

1. Выбор определенной функции бизнеса продавца.

2. Выбор параметров сравнения для данной функции бизнеса. При этом может использоваться один параметр или группа параметров. Единственным, то есть однозначным, параметром сравнения функции бизнеса может являться, например, рентабельность операции, уровень затрат на операцию, продолжительность во времени активного периода использования данной функции, степень риска и т.п. Группа параметров применяется при сравнении таких комплексных функций бизнеса, как управление качеством продукта, управление наличностью и др.

3. Сбор необходимой информации по аналогичным продавцам.

4. Анализ полученной информации.

5. Разработка проекта изменений, вносимых в данную функцию.

6. Технико-экономическое обоснование предлагаемых изменений.

7. Внедрение изменений в практику организации данного бизнеса.

8. Контроль за ходом осуществления данного бизнеса и окончательная оценка качества изменения данной функции.

Маркетинг представляет собой интегральную функцию. Слово «маркетинг» происходит от английского слова «market» – 1) рынок, сбыт; 2) привести на рынок, продать или купить на рынке. Поэтому понятие «маркетинг» означает, во-первых, систему хозяйствования, ориентированную на рынок, на потребителя, на изучение его запросов и интересов, во-вторых, систему действий по купле-продаже товаров со стороны как продавца, так и покупателя.

Американская ассоциация маркетинга – AMA (American Marketing Association) в 1985 г. одобрила следующую формулировку маркетинга: «Маркетинг представляет собой процесс планирования и воплощения замысла, ценообразования, продвижения и реализации идей, товаров и услуг посредством обмена, удовлетворяющего потребности отдельных лиц и организаций». Современный маркетинг имеет довольно сложную структуру, в которой в качестве самостоятельной подсистемы можно выделить маркетинг инноваций.

Маркетинг инноваций имеет дело только с новыми продуктами и новыми технологиями (операциями).

Особенности же маркетинга инноваций обусловлены двумя факторами:

• наличием новых продуктов;

• новых операций, то есть технологий, выставляемых на продажу.

Маркетинг инноваций представляет собой системный подход продуцентов к управлению производством инноваций и посредников (продавцов) к управлению реализацией инноваций, а также покупателей к управлению купленными инновациями.

Маркетинг инновации – это процесс, который включает в себя планирование производства инноваций, исследование рынка, налаживание коммуникаций, установление цен, организацию продвижения инноваций и развертывание служб сервиса.

В маркетинге выделяют концепцию и саму маркетинговую деятельность.

Концепция маркетинга – это система взглядов или основной замысел в направлении анализа, планирования и управления производством, спросом и продажей (сбытом). Концепция маркетинга направлена на удовлетворение потребностей определенной группы потребителей (рис. 4.4).

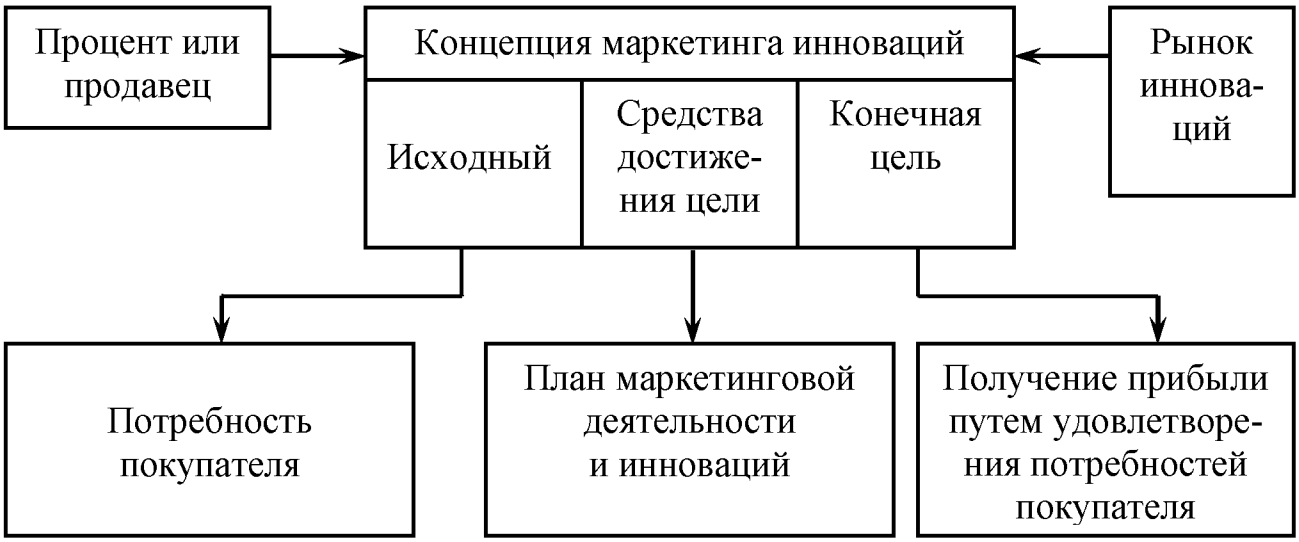


Рис. 4.4. Концепция маркетинга инноваций

Концепция маркетинга инноваций характеризует цель инновационной деятельности продуцента на рынке. Концепция требует, чтобы инновационная деятельность была бы основана на знаниях потребительского спроса на новые продукты, а также законов развития рынка и особенностей функционирования рынка данной инновации.

Продуцент производит новые продукты и/или операции с целью их быстрой продажи, то есть в расчете на конкретного покупателя (потребителя). Эта продажа позволяет ему не только получить деньги (капитал), но и, главное, усилить свой имидж, поднять рейтинговую оценку, обеспечить благополучное финансовое состояние в будущем, и, наконец, четко выявить и удовлетворить потребности своих покупателей.

Покупатели имеют различные интересы, потребности, обладают разными объемами капитала (или свободными денежными средствами) и по-разному относятся к риску. Следовательно, у них разный спрос на инновации. Спрос на инновации – это потребность в новых продуктах и операциях (технологиях). Поэтому продуцент или продавец, предлагая новый продукт или операцию к продаже, должен четко представлять, на какую группу покупателей (потребителей) рассчитаны эти новые продукты или операции и сколько может быть потенциальных покупателей с учетом цены на эти инновации и платежеспособности покупателей.

Возможны два направления финансово-коммерческой деятельности продуцентов или продавцов;

• ориентация на массовый, стабильный спрос, что предполагает относительно низкие цены (курсы, процентные ставки) на продукт или операцию, ограниченный круг услуг по обслуживанию клиентов, относительно большой охват предложением по инновации мелких покупателей;

• ориентация на нестабильный спрос отдельных относительно небольших групп покупателей. Такая ориентация предполагает относительно высокие цены (курсы, процентные ставки) на новый продукт, довольно широкий круг услуг по обслуживанию клиентов, небольшой охват предложением по инновации богатых покупателей.

Такая маркетинговая концепция означает, что, устанавливая цены (курсы, процентные ставки), необходимо ориентировать их не на какого-то осредненного (среднеплатежного) покупателя, а на определенные типовые группы.

Типология потребления инноваций является основой повышения эффективности инновационной и финансово-коммерческой деятельности продуцента и продавца.

Маркетинговая деятельность – это управление спросом. Следовательно, маркетинговая деятельность в области инноваций означает управление спросом на инновации на основе классификации спроса, анализа рыночных возможностей, разработки и применения маркетинговых комплексов (ценовая политика, коммуникационная политика, диффузия инноваций).

Маркетинговая деятельность начинается с разработки схемы классификации спроса на новые продукты и операции. Такая классификация создает основу для изучения потребностей, сегментирования рынка инноваций, отбора целевых сегментов и для позиционирования инноваций на рынке.

В основу классификации спроса можно положить, например, следующие признаки:

• интересы и привычки покупателя;

• психофизиологическую реакцию покупателя на новый продукт;

• реакцию поведения покупателя на инновации;

• степень удовлетворения потребностей покупателя.

Классификация спроса на инновации приведена в табл. 4.2.

Маркетинг инноваций как функция менеджмента:

1) направлен на эффективную реализацию инновации;

2) применяет программно-целевой метод планирования и системный подход к управлению реализацией инноваций;

3) предполагает изучение рынка, приспособление к функционированию рынка в данный момент и воздействие на него;

4) означает активные действия продуцентов, продавцов и покупателей на рынке реализации данной инновации.

Процесс маркетинга инноваций можно представить схемой (рис. 4.5).

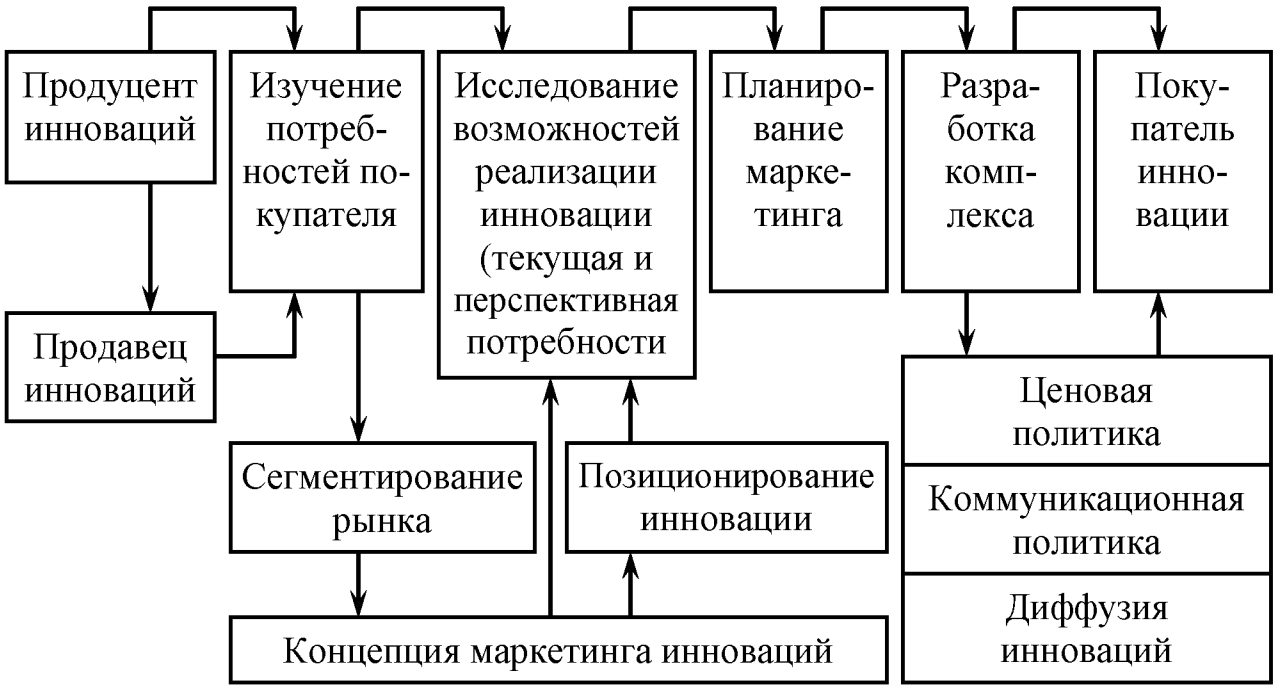


Рис. 4.5. Схема процесса маркетинга инноваций

Таблица 4.2

Классификация спроса покупателей на инновации

Классификационный признак	Вид спроса	Характеристика вида спроса
1. Интересы и привычки покупателя	1.1. На новый продукт 1.2. На новую операцию 1.3. По видам новшества	1.1. Устойчивость спроса на новый продукт 1.2. Устойчивость спроса на технологический процесс или операцию 1.3. Спрос на конкретный продукт или операцию
2. Психофизиологическая реакция покупателя на новый продукт	2.1. Фиксированный спрос 2.2. Альтернативный спрос 2.3. Импульсный спрос	2.1. Устойчивый спрос на отдельные виды инноваций, постоянно предоставляемые продавцом 2.2. Спрос на инновации, определяемый выбором покупателя, сделавшего этот выбор на основе анализа своих финансовых возможностей, соотношения уровня доходности, степени риска и других параметров
		2.3. Неожиданность спроса на инновацию означает, что покупатель, сделавший свой выбор в пользу какого-то нового продукта, под влиянием каких-либо факторов меняет свое решение в пользу другого нового продукта
3. Реакция поведения покупателя на инновации	3.1. Постоянный спрос 3.2. Случайный спрос	3.1. Устойчивость спроса на новые продукты и операции, вызванная интересами покупателя 3.2. Спрос на новые продукты и операции, вызванный действиями покупателя
4. Степень удовлетворения потребностей покупателя	4.1. Реализованный спрос 4.2. Неудовлетворенный спрос 4.3. Формирующийся спрос	4.1. Полная удовлетворенность предъявленного покупателем спроса на новый продукт или операцию 4.2. Отсутствие предложения инновации или объем спроса на нее намного превышает предложение 4.3. Спрос на инновацию нечетко выражен. Он постоянно меняется под воздействием каких-либо факторов

Маркетинговая деятельность начинается с определения потребностей покупателя инновации. Затем производится комплексное ис-

следование рынка. Это исследование целесообразно начинать с сегментирования рынка, что означает его разбивку на четкие группы продавцов и покупателей по различным признакам. Сегментирование рынка служит основой для капитального исследования рынка по секторам. Цель этого исследования состоит из выявления спроса, его емкости и рыночных возможностей, определения перспектив дальнейшего улучшения и расширения вида новых продуктов, технологий, а также позиционирования инновации.

Позиционирование означает действия по обеспечению конкурентоспособности данной инновации на рынке.

Маркетинг инноваций – это целевой маркетинг. Он основан на выборе определенного сегмента рынка с последующей разработкой инноваций и комплексов маркетинга применительно к данному сегменту.

Характерной чертой целевого маркетинга является направленность его не на весь рынок и не на отдельные звенья, а на его отдельные части (сегменты), которые заранее выбираются на основе сегментации рынка. Это позволяет сосредоточить внимание и сконцентрировать маркетинговые исследования на конкретном сегменте рынка, обеспечивающем наибольшую прибыль для продуцента, продавца и покупателя инноваций.

Важное место в этом процессе занимает план маркетинга инновации.

План маркетинга инновации представляет собой письменный документ, который включает необходимые сведения об инновации, секторе рынка, рынке инновации, конкурентах, целях и задачах продуцента и продавца в области маркетинга, а также средствах их решения (трудовые, материальные, информационные ресурсы и т.п.).

План маркетинга инновации определяет, какой вид инновации, на какой территории и по какой цене следует продавать в данный период времени.

Данный план маркетинга инновации является частью общего плана маркетинга. Он связывает между собой многие сферы внутрифирменного планирования: планируемые объемы затрат материальных ресурсов, денежных средств, рабочей силы, информационных ресурсов, объемы предполагаемых денежных поступлений и чистой прибыли.

Составление плана маркетинга начинается с разработки стратегии маркетинга, а завершается разработкой тактики маркетинга. Поэтому процесс маркетинга можно представить более упрощенно (рис. 4.6).

Рис. 4.6. Упрощенная схема маркетинга инноваций

Стратегия маркетинга представляет собой процесс анализа возможностей хозяйствующего субъекта по выпуску продукта (или операции), определение цели выпуска продукта (операции), обоснование инновации и ее характеристику, обновление маркетинговых исследований инноваций.

В стратегии маркетинга целесообразно выделить следующие концепции:

1) сегментация рынка;
2) выбор целевого рынка (то есть «ниши» рынка);
3) выбор методов выхода на рынок;
4) выбор маркетинговых средств;
5) выбор времени выхода на рынок.

Сегментация рынка представляет собой деление рынка на отдельные сегменты. Для каждого такого сегмента характерна своя специфика, особенности функционирования, свои правила совершения сделок с продуктами и т.п. На этих сегментах выступают группы потребителей, имеющие различные потребности, свой потребительский стереотип и поведение. В условиях конкуренции ни один хозяйствующий субъект не может удовлетворить все потребности рынка в определенном продукте. Поэтому он сосредоточивает все свои возможности, ресурсы и усилия на каком-то определенном сегменте рынка (то есть «нише» рынка). Этот процесс *называется выбором целевого рынка* или *выбором своей «ниши» рынка.*

После этого хозяйствующий субъект выбирает метод выхода на рынок, маркетинговые средства и время выхода на рынок.

Методами выхода на рынок могут являться либо собственное развитие хозяйствующего субъекта, либо его сотрудничество с другими хозяйствующими субъектами (совместное предпринимательство).

Маркетинговые средства представляют собою факторы, на которые хозяйствующий субъект может оказать влияние.

Время выхода на рынок предполагает исследование рынка и определяется наличием спроса на продукт, объемом спроса, экономической ситуацией в стране, позицией конкурентов и т. п.

Тактика маркетинга представляет собой конкретные приемы для достижения цели плана маркетинга. Они включают в себя рекламу, продвижение продукта на рынке, организацию работы пунктов по его продаже (или покупке) и др.

На основе плана маркетинга составляется план организационных действий, например, планируются рекламные мероприятия.

Комплекс маркетинга состоит из ценовой политики, коммуникационной политики и диффузии инноваций.

Ценовая политика – это система принципов и правил, используемых при установлении цен на инновации. Эта политика положена в основу ценового приема управления инновациями.

Коммуникационная политика представляет собой систему формализованного взаимодействия продуцента, продавца и покупателя инновации. Она включает в себя рекламу, стимулирование реализации инноваций, работу по связям с потребителями и персональную продажу инноваций.

Совокупность видов маркетинговой деятельности в области инноваций представляет собой функции маркетинга инноваций.

Такими функциями являются:

• сбор информации;

• маркетинговые исследования;

• планирование деятельности по выпуску и реализации инноваций;

• реклама;

• реализация инноваций.

Маркетинговые исследования охватывают весь процесс маркетинга от поиска новых идей и видов продуктов до их использования конечным потребителем. Поэтому маркетинговому исследованию подвергаются все виды деятельности и сферы маркетинга, а именно: сами продукты, операции (то есть технологии), покупатели, продавцы, рынки, места продажи продуктов и/или операций, реклама и т.д.

Маркетинговое исследование включает в себя целый комплекс видов деятельности:

1) изучение поведения продуцентов, продавцов и покупателей на рынке реализации данной инновации;

2) анализ возможностей рынка и его секторов;

3) изучение инноваций по их привлекательности, качеству, доходности и другим характеристикам;

4) анализ реализации инноваций;

5) изучение конкурентов;

6) выбор «ниши» рынка, т.е. наиболее благоприятного сегмента рынка для данной инновации.

4.2.2. Приёмы, воздействующие на производство, реализацию, продвижение и диффузию инноваций

Инжиниринг (англ. *engineering* – изобретательность, знание) – это инженерно-консультационные услуги по созданию новых объектов или крупных проектов.

Инжиниринг инноваций – это комплекс работ и услуг по созданию инновационного проекта, включающий в себя создание, реализацию, продвижение и диффузию определенной инновации. В этот комплекс работ и услуг входят:

1) проведение предварительных исследований рынка и выбор перспективного сегмента рынка для нововведений;

2) установление цели финансовых изменений на рынке и определение задач, встающих перед инновациями;

3) технико-экономическое обоснование инновационного проекта;

4) разработка рекомендаций по созданию нового продукта или операции;

5) определение объема затрат всех видов ресурсов и численности работников, необходимых для создания проекта, а также сроков выполнения работ по проекту и экономической эффективности инновационного проекта в целом;

6) оформление проекта в виде документа;

7) консультации работников – исполнителей мероприятий по этому проекту.

Инжиниринг инноваций ставит своей задачей получение наилучшего экономического эффекта от вложения инвестиций в новый продукт и определение будущих перспективных направлений инновационной деятельности.

Инжиниринг инноваций имеет свои специфические особенности, которые заключаются в следующем:

• воплощается не в вещественной форме продукта, а в его полезном эффекте. Этот полезный эффект может иметь материального но-

сителя в виде документации, чертежей, планов, графиков и т.п. или не иметь такого носителя, например, обучение персонала, консультации и т.п.;

• является объектом купли-продажи, поэтому он должен иметь не только материализованную форму в виде имущества или имущественных прав, но и коммерческую характеристику. Коммерческая характеристика финансовой инновации воплощается прежде всего в ее бранде;

• в отличие от франчайзинга и ноу-хау, имеет дело с воспроизводимыми услугами, то есть услугами, стоимость которых определяется общественно необходимыми затратами времени на их производство и поэтому имеющими множество продавцов их реализации.

Франчайзинг же и ноу-хау связаны с реализацией новых, в данный момент невоспроизводимых знаний, которые имеют ограниченное число продавцов.

На практике оказание инжиниринговых услуг зачастую сочетается с продажей ноу-хау. Это ведет к смешению понятий «инжиниринговые услуги» и «обмен технологиями». В действительности, инжиниринговые услуги – это способ передачи новых технологических и других знаний, а сами услуги представляют собой товар, отличный от технологии.

Стоимость инжиниринговых услуг оценивается:

1) как повременная оплата специалистов;

2) оплата фактических услуг плюс фиксированное вознаграждение;

3) процент от стоимости инновационного проекта;

4) оплата фактических услуг плюс процент прибыли от реализации инновационного проекта.

При разработке крупных инновационных проектов продуцент может привлечь к работе специалистов – либо на основе прямых переговоров с ними (заключение трудового контракта), либо путем проведения подрядных торгов (тендеров).

Тендер (англ. *tender* – предложение) представляет собой конкурентную форму проведения подрядных торгов, которые представляют собой соревнование предъявленных претендентами офферт исходя из их соответствия критериям, содержащимся в тендерной документации.

Офферта (лат. *offertus* – предложенный) означает формальное предложение определенному лицу заключить сделку с указанием

всех необходимых для ее заключения условий. Лицо, выступающее с этим предложением (то есть с оффертой), является офферентом.

В Российской Федерации порядок проведения подрядных торгов регулируется Положением о проведении подрядных торгов в Российской Федерации.

Реинжиниринг в качестве приема инновационного менеджмента затрагивает инновационный процесс, направленный как на производство новых продуктов и операций, так и на их реализацию, продвижение, диффузию. Поскольку конечной целью реинжиниринга являются нововведения (т.е. инновации), то реинжиниринг в более узком понимании есть реинжиниринг инноваций.

Реинжиниринг представляет собой инженерно-консультационные услуги по перестройке предпринимательской деятельности на основе производства и реализации инноваций.

Американский ученый М. Хаммер, вводя в научный оборот термин «реинжиниринг», дал ему такое определение: «*Реинжиниринг* – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений современных показателей деятельности компаний, таких как стоимость, качество, сервис и темпы». [13, 14]

В управлении инновацией реинжиниринг связан с определенной целью, стоящей перед инновацией: с текущей или со стратегической потребностью в нововведениях.

Исходя из этого, различают;

1) кризисный реинжиниринг;

2) реинжиниринг развития.

Кризисный реинжиниринг вызывается резким падением объема продажи продукта в связи со снижением спроса на него или в связи с падением имиджа продавца инновации. Такое положение является свидетельством тенденции к снижению конкурентоспособности товара на рынке, а возможно, и к банкротству продавца. Поэтому возникает потребность в немедленном проведении мероприятий по ликвидации наметившегося кризиса.

Основными причинами такого кризиса можно считать:

• неудовлетворенность покупателей доходностью и другими привлекательными качествами данного продукта;

• изменение политики покупателей. В частности, поворот покупателей от сиюминутной финансовой выгоды к получению доходов в перспективе от инвестиций капитала в инновации;

• устаревшую структуру организации и управления хозяйственным процессом продавца.

Обычно причиной несоответствия организации и управления хозяйственного процесса требованиям времени и рыночной ситуации являются личные недостатки руководителя предприятия, его закомплексованность, неспособность мыслить творчески и подбирать себе штат талантливых помощников;

• неэффективность бизнес-процесса инноваций.

Бизнес-процесс представляет собой действия управленческого персонала в хозяйственном процессе.

Бизнес-процесс инноваций выражается множеством видов организационно-управленческой деятельности внутри предприятия, каждый из которых имеет свой вход и выход. Иначе говоря, бизнес-процесс инноваций есть упорядоченная совокупность работ во времени и пространстве с указанием их начала и конца. Этот бизнес-процесс в упрощенном виде показан на рис. 4.7.

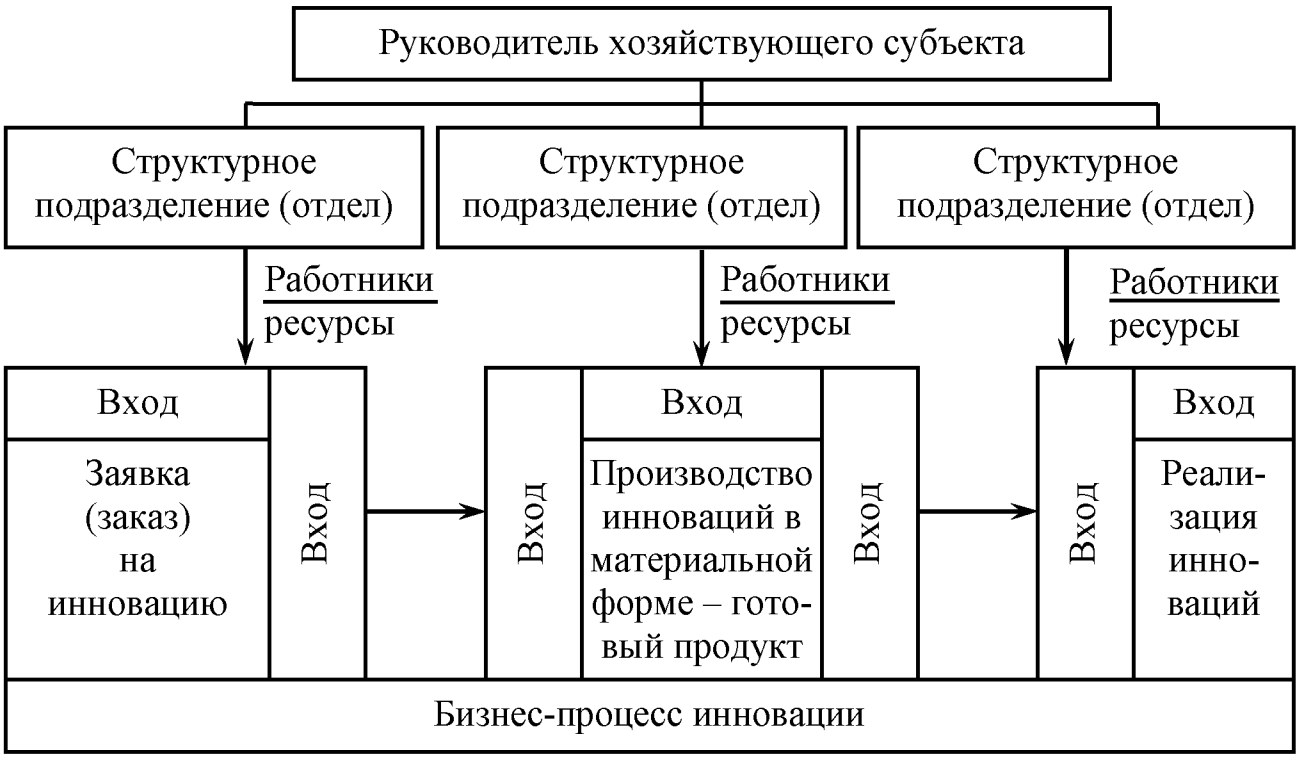


Рис. 4.7. Бизнес-процесс инноваций (упрощенный вид)

Бизнес-процесс инновации в упрощенном виде включает в себя три частных бизнес-процесса:

1) заявку на инновацию;
2) производство инновации;
3) реализацию инновации.

Бизнес-процесс заявки на инновацию начинается с четкой формулировки идеи создания данной инновации и заканчивается перечнем конкретных требований, которым должен соответствовать новый продукт или новая операция.

Бизнес-процесс производства инновации начинается с получения заказа с указанием конкретных характеристик продукта или операции и заканчивается появлением самого продукта или операции в материализованной форме, в виде вещи, готовой к продаже.

Бизнес-процесс реализации инновации начинается с выставления ее на продажу и заканчивается самой продажей, а в отдельных случаях – и послепродажным сервисным обслуживанием.

Реинжиниринг развития вызывается снижением объема продажи продукта (операции) в связи с тем, что действующая структура организации и управления хозяйственным процессом продавца по своему уровню развития уже достигла того определенного предела, выше которого продажа инновации невозможна (рис. 4.8).

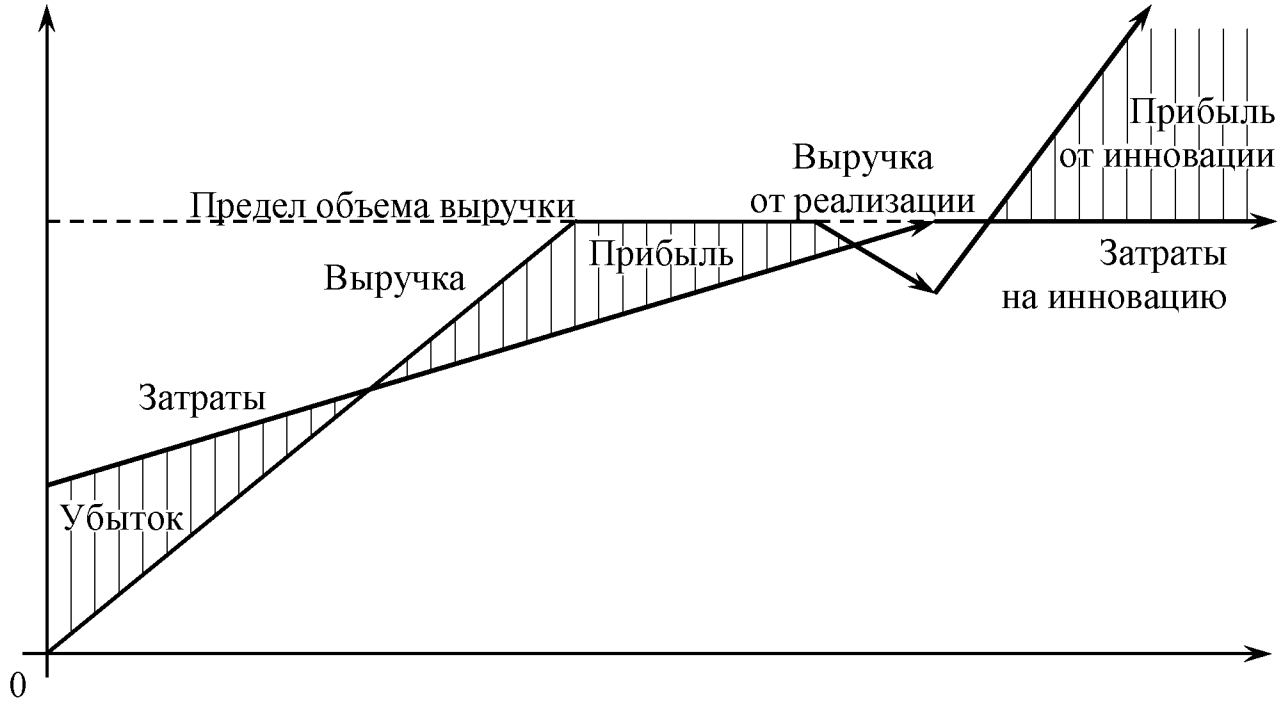


Рис. 4.8. График, характеризующий реинжиниринг развития

Реинжиниринг развития рассчитан на внедрение инновации для перспективной перестройки бизнес-процесса. Он предполагает переход от бизнес-процесса к бизнес-процесс-реинжинирингу.

Бизнес-процесс-реинжиниринг представляет собой оптимизацию и управление хозяйственным процессом.

Бпзнес-процесс-реинжиниринг инноваций целесообразно организовывать на следующих принципах:

1) ориентация на весь процесс;

2) ориентация на качественный скачок;

3) ликвидация закомплексованности в бизнесе;

4) использование эффективных технологий в бизнесе.

Первый принцип означает, что действенный результат при перестройке бизнес-процесса может быть получен только при реорганизации всего процесса в целом, а не при решении отдельных задач и аспектов этого процесса.

Принцип ориентации на качественный скачок означает, что хозяйствующий субъект при перестройке бизнес-процесса ставит своей целью не устранение каких-то отдельных недостатков в работе, а революционный прорыв (то есть скачок) в технологии производства и продаже продукта.

Принцип ликвидации закомплексованности предполагает отказ от устоявшихся правил работы, от ранее незыблемых принципов ведения хозяйственного процесса и переход к новым технологиям бизнеса.

Принцип использования эффективных технологий информационного продукта направлен на применение более результативных форм рекламы и средств массовой информации, которые соответствуют новым целям работы в современных условиях и в конкретной ситуации. Сюда можно отнести использование сети Интернет, консультации в средствах массовой информации, мини-конференции (на предприятии, по телевидению, по радио) по инновациям и др.

Ряд специалистов считает, что слово «процесс» в термине «реинжиниринг бизнес-процессов» можно удалить как избыточное, так как в будущем «реинжиниринг бизнеса» будет означать только реинжиниринг бизнес-процессов и ничего более. Как правило, реинжиниринг может осуществляться много раз до тех пор, пока большинство процессов компании не будет полностью перепроектировано. Работа, таким образом, подразделяется на фазы, каждая из которых имеет ясно определенную цель. Наиболее важная цель – достигнуть существенных улучшений в работе компании, измеряемых в критических параметрах процессов.

После того, как компания провела реинжиниринг своих процессов, они должны поддерживаться и улучшаться, что требует новых целей и новых усилий для их достижения. Обычно эти цели значи-

тельно скромнее, чем цели реинжиниринга, и работа, требующаяся для их достижения, не имеет значительного влияния на эффективность работы компании. Эта работа по изменению компании локальна и не охватывает весь бизнес. Однако усовершенствование бизнес-процессов должно продолжаться, так как это очень важно для всей компании в «беге на длинную дистанцию».

Различия между усовершенствованием и реинжинирингом бизнеса приводятся в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Различия между усовершенствованием и реинжинирингом бизнеса

Наименование параметра	Усовершенствование	Реинжиниринг
Уровень изменений	Наращиваемый	Радикальный
Начальная точка	Существующий процесс	«Чистая доска»
Частота изменений	Непрерывно/ единовременно	Единовременно
Требуемое время	Короткое	Длительное
Направление	Снизу вверх	Сверху вниз
Охват	Узкий, на уровне функций	Широкий, межфункциональный
Риск	Умеренный	Высокий
Основное средство	Статистическое управление	Информационные технологии
Тип изменения	Культурный	Культурный/ структурный

После завершения реинжиниринга компания становится объектом для усовершенствования. Таблица 4.3 также показывает, что усовершенствование осуществляется внутри одного подразделения (функции), в то время как реинжиниринг касается всей компании. Большинство каждодневных усовершенствований выполняется отдельными исполнителями в конкретных подразделениях, т.е. усовершенствование выполняется снизу вверх, в то время как реинжиниринг может быть реализован только сверху вниз, т.е. по указанию и под управлением высшего руководства фирмы.

Другой интересный аспект таблицы заключается в том, что при усовершенствовании используются средства статистического управления, объясняющие и минимизирующие источники изменений. Эти

средства не могут быть приспособлены к большим изменениям, характерным для реинжиниринга. Поэтому при реинжиниринге используются более мощные средства – информационные технологии.

Проект по реинжинирингу бизнеса обычно включает следующие четыре этапа.

1. Разработка образа (vision) будущей компании. На этом этапе компания строит картину того, как следует развивать бизнес, чтобы достичь стратегических целей.

2. Анализ существующего бизнеса. Проводится исследование компании и составляются схемы ее функционирования в настоящий момент.

3. Разработка нового бизнеса. Разрабатываются новые и/или измененные процессы и поддерживающая их информационная система. Выполняется прототипирование и тестирование новых процессов.

4. Внедрение (installing) нового бизнеса. На этом этапе новый проект внедряется в бизнес.

Необходимо подчеркнуть, что перечисленные этапы выполняются не последовательно, а, по крайней мере, частично параллельно, причем некоторые повторяются.

Реинжиниринг, как любое емкое и новое понятие, претерпевает определенные изменения во времени.

4.3. Примеры реинжиниринга

4.3.1. Опыт «IBM Credit»

«IBM Credit Corporation» является филиалом «IBM» и занимается кредитованием клиентов, которым «IBM» продает компьютеры, программы и предоставляет услуги. Это весьма доходный бизнес. Проблема «IBM Credit» состояла в том, что при существующем технологическом цикле решение вопроса о кредитовании клиента занимало в среднем шесть дней, а в сложных случаях – до двух недель. Чрезмерная длительность принятия решения приводила к потере клиента, так как он за это время мог найти (и часто находил) другой источник финансирования. Кроме того, компания при существующем технологическом цикле не могла ответить на вопрос клиента, на каком шаге обработки находится его запрос и когда будет дан ответ?

Длительность принятия решения по запросу клиента была вызвана тем, что обработка запроса осуществлялась в пять шагов, последо-

вательно выполняемых в пяти различных подразделениях компании. При этом передача запроса из одного подразделения в другое осуществлялась на бумажном носителе. Сначала компания предприняла попытку отследить текущее состояние запроса, для чего по завершении каждого шага информация об этом посылалась администратору. Это решило вопрос, на каком шаге обработки находится запрос, но увеличило время обработки запроса до семи дней.

После мучительных раздумий два старших менеджера *«IBM Credit»* решили сами пройти с несколькими запросами клиентов все пять шагов. При этом они просили исполнителей обрабатывать запросы без задержки. Эксперимент показал, что собственно на обработку запроса затрачивается всего 90 мин, а остальное время расходуется на передачу запроса из одного подразделения в другое. Таким образом, оказалось, что проблема заключена не в сути решаемой задачи и не в эффективности, с которой работают исполнители, а в структуре процесса обработки. Итак, для решения проблемы необходимо было изменить процесс, а не его отдельные шаги.

Проведенный анализ позволил выявить предположение (явно не выраженное), лежащее в основе используемого способа обработки: каждый запрос является сложной задачей, требующей для ее решения участия экспертов разных специальностей. Анализ запросов показал, что это предположение ошибочно, так как большинство запросов являются простыми и их обработка сводится к работе с базой данных, что может сделать клерк, а не эксперт. Таким образом, существующий процесс обработки был ориентирован на наиболее трудный запрос. В новом процессе всю обработку выполняет один специалист, снабженный информационной экспертной системой, обеспечивающей принятие решения и доступ ко всем необходимым данным и инструментариям. Теперь в большинстве случаев (более 90 % запросов) один специалист обеспечивает решение задачи. В трудных случаях он обращается к экспертам.

Итак, в результате реинжиниринга *«IBM Credit»* радикально перепроектировала процесс обработки и достигла скачкообразного улучшения основных показателей деятельности компании: время обработки запроса сокращено с семи дней до четырех часов, количество обрабатываемых запросов возросло в сто раз (при небольшом уменьшении количества сотрудников).

4.3.2. Опыт «Ford Motor»

В начале 1980-х гг. компания *«Ford»*, подобно многим другим компаниям Америки, искала способы сокращения административных расходов. Компания *«Ford»* верила, что расходы можно сократить в отделении оплаты счетов (account payable department). На тот момент в североамериканском отделении оплаты счетов работало более 500 человек. Руководство *«Ford»* предполагало, что использование компьютеров позволит сократить число сотрудников на 20 %. По приведенному определению, все вышеупомянутое является не реинжинирингом, а наращиваемым улучшением, автоматизирующем существующий ручной процесс.

Руководство *«Ford»* до посещения компании *«Mazda»* считало, что 20%-ное сокращение численности работающих – вполне хороший результат. Но, посетив эту компанию, руководители *«Ford»* отметили, что там оплатой счетов занимается всего 5 человек (вместо 500 человек в компании *«Ford»*), хотя *«Mazda»* меньше, чем *«Ford»*, явно не в 100 раз. В связи с этим руководство *«Ford»* приняло решение переосмыслить весь процесс, в котором участвует отделение оплаты счетов.

Начав с автоматизации работы отделения, компания *«Ford»* пришла к выводу о необходимости проведения реинжиниринга бизнес-процессов. Отделение оплаты счетов не могло быть подвергнуто реинжинирингу, так как это подразделение, а не процесс. Процесс, в котором участвует это отделение, называется «*поставки»*. Этот процесс начинается с того, что департамент заказов посылает продавцу товаров заказ на их приобретение. При этом копия заказа направляется в отделение оплаты счетов. Когда продавец отправил товары и они прибыли в компанию *«Ford»*, клерк из отдела получения товаров составляет документ получения, описывающий товары, и отправляет его в департамент оплаты счетов. Тем временем продавец посылает в отделение оплаты счетов накладную на товары (invoice).

К этому времени в отделении оплаты счетов находится три документа на эти товары: заказ на приобретение, документ получения и накладная. Если все три документа соответствуют друг другу, то клерк оплачивает счет. В большинстве случаев именно эта ситуация и имеет место.

При несоответствии документов необходимо найти источник ошибки. Основное время в своей работе клерк тратит на обработку

ситуаций, в которых документы не соответствуют. Обработка одной такой ситуации часто занимает более недели. Здесь уместно вспомнить *«правило 80:20»,* сформулированное итальянским экономистом В. Парето. Это правило утверждает, что «*80 % усилий затрачивается на 20 % работы».*

Новый процесс оплаты счетов, разработанный в компании *«Ford»* в ходе реинжиниринга, радикально отличается от старого. Клерки теперь не сопоставляют заказ на приобретение с документом получения, так как в новом процессе устранена накладная. Это привело к существенному уменьшению количества сотрудников (с 500 до 125 человек).

Новый процесс состоит в следующем. Отделение заказов посылает продавцу заказ на приобретение товаров и одновременно вводит этот заказ в базу данных. Затем продавец посылает заказанные товары в отдел получения. Когда товары прибывают в отдел получения, клерк через компьютерный терминал проверяет соответствие присланных товаров товарам, перечисленным в заказе и хранящимся в базе данных. Если соответствие есть, то клерк принимает товары и вводит информацию об этом в базу данных. Компьютер, получив информацию о прибытии товаров, автоматически отправляет продавцу чек об оплате товаров. Если соответствия нет, то клерк отвергает груз и отправляет его обратно продавцу.

Суть изменений, проведенных компанией *«Ford»*, довольно проста и состоит в авторизации оплаты, выполняемой в отделе получения. Фактически, новый процесс подводит к устранению департамента оплаты счетов.

Процесс реинжиниринга в компании *«Ford»* отменил неявно выраженное, но неукоснительно соблюдаемое правило бизнеса: «Мы платим, когда мы получаем накладную». Новое правило таково: «Мы платим, когда мы получаем товары».

Необходимо подчеркнуть, что изменения процессов, выполненные в компаниях *«Ford»* и *«IBM Credi»t*, были бы невозможны без новых информационных технологий.

4.3.3. Опыт «Kodak»

В 1987 г. основной конкурент *«Kodak»,* компания *«Fuji»,* объявил о выпуске новой 35-мм камеры. Компания *«Kodak»* не вела исследований в этом перспективном направлении. Традиционный для *«Kodak»*

цикл от начала разработки нового изделия до его производства составлял 70 недель. Такое длительное отставание от *«Fuji»* позволило бы последней получить большие преимущества на новом перспективном рынке. Для того чтобы сократить этот цикл, *«Kodak»* решил провести реинжиниринг процесса разработки нового продукта.

Разработка продукта может выполняться последовательно или параллельно. При последовательной разработке весь проект разбивается на шаги, и переход к очередному шагу осуществляется только тогда, когда полностью завершен предыдущий. Очевидно, что при последовательном подходе время разработки больше, чем при параллельном, но при этом подходе меньше объем работ, так как не приходится устранять несоответствия между компонентами, разработанными на параллельно выполняемых шагах. Как правило, несоответствия неизбежны, и их устранение может свести на нет преимущества параллельного подхода.

Компания *«Kodak»* при разработке нового изделия решила использовать последовательно-параллельный подход, т.е. некоторые части камеры разрабатывались одновременно. Для того чтобы ускорить выпуск нового изделия, компания *«Kodak»* приняла решение о реинжиниринге процесса разработки изделия, используя технологию *CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)*. Эта технология позволяет проектировать изделия непосредственно на экране компьютера, не прибегая к чертежам на бумаге, что значительно ускоряет разработку.

Использование технологии *CAD/CAM* и интегрированной базы данных (БД), хранящей текущее состояние проекта, позволило компании *«Kodak»* применить при разработке ряда компонентов камеры параллельный подход. Каждый день в БД добавлялись результаты, полученные параллельно работающими группами. Каждый вечер группа проектировщиков инспектировала БД с целью поиска несоответствий между результатами работы параллельно работающих групп. Если несоответствия обнаруживались, то они тут же исправлялись. При используемой ранее технологии разработки несоответствия могли быть обнаружены только через недели или месяцы, т.е. тогда, когда параллельно разработанные части собирались вместе.

Новый процесс разработки, использованный компанией *«Kodak»*, называется *одновременной инженерией.* Этот подход использовался ранее в космической индустрии, но компания *«Kodak»* впервые применила его для разработки товаров широкого потребления. Новый процесс разработки позволил сократить срок выпуска нового продукта

с 70 до 38 недель. Более того, так как новый процесс позволяет промоделировать сборку продукта до его изготовления, стало возможным выбирать те конструкции, которые проще и дешевле в производстве. Благодаря этому *«Kodak»* уменьшил стоимость вновь спроектированной камеры на 25 %.

4.4. Характеристики процесса реинжиниринга

Все рассмотренные выше примеры успешного бизнес-реинжиниринга соответствуют приведенному определению реинжиниринга и могут быть охарактеризованы следующими четырьмя аспектами, свойственными реинжинирингу:

1. *Ориентация на процесс.* Во всех трех случаях положительный результат получен не благодаря ориентации на узкую задачу, решаемую в предопределенных организационных границах, а благодаря рассмотрению всего процесса в целом.

2. *Амбиции.* Все компании ставили перед собой цель обеспечить качественный прорыв в решении задачи, их не устраивало улучшение на 10 – 50 %, обеспечиваемое автоматизацией.

3. *Отказ от устоявшихся правил.* Каждая компания при проведении реинжиниринга неизбежно приходила к необходимости отказаться от установленных ранее незыблемых правил ведения бизнеса.

4. *Информационные технологии.* Средствами, которые позволили каждой из рассмотренных выше компаний отказаться от устаревших правил и создать модели новых процессов, скачкообразно улучшив основные показатели, явились информационные технологии.

Причиной выхода инновации на рынок является жесткая конкуренция между хозяйствующими субъектами. Успех победы в этой конкурентной борьбе во многом определяется правильно разработанной бранд-стратегией и эффективностью ее применения.

В широком понимании бранд-стратегия означает комплексную проработку имиджа хозяйствующего субъекта на основе продвижения его брандов на рынке. В более упрощенном виде бранд-стратегия фигурирует в отечественной экономической литературе как брандинг (под которым авторы понимают только «рыночный инструмент продвижения товаров»).

В основе бранд-стратегии лежит разработка и движение бранда.

Бранд (англ. *brand* – клеймо, фабричная марка) представляет собой совокупность материальных (вещественных) и нематериальных (неосязаемых) характеристик товара (услуги), которые, соединенные воедино,

формируют сознание потребителя и определяют место хозяйствующего субъекта на рынке. Иначе говоря, бранд – это целостный маркетинговый комплекс по созданию дополнительных конкурентных преимуществ у данного предпринимателя на рынке.

Как прием менеджмента инноваций бранд-стратегия означает управление процессом реализации на рынке новых продуктов и операций на основе продвижения брандов инноваций.

Бранд инновации можно определить как систему характерных (материальных и нематериальных) свойств нового продукта или операции, которая формирует сознание потребителя и определяет на рынке место этой инновации, а также ее продуцента или продавца.

Бранд содержит материальные и нематериальные характеристики, которые в совокупности и составляют предмет продажи (то есть товар), поэтому они являются коммерческими характеристиками.

Эти материальные и нематериальные характеристики, соединенные в единый комплекс, и создают у покупателя наиболее полный образ инновации, а также производителя или продавца. Бранд заставляет покупателя выбрать именно этот продукт (операцию) из всех возможных на рынке продуктов (операций).

К материальным характеристикам относятся такие характеристики продукта, имеющего форму вещи, как его вес, внешний вид, устройство, сырье, из которого сделан данный продукт, и т.д.

Нематериальные характеристики инновации включают в себя преимущества или удобства, которые дает владельцу пользование данной инновацией, например, продолжительность операции, реклама, цена и т.п.

Бранд производителя инновации включает в себя только нематериальные характеристики: надежность, удобство, комфорт, сервисное и гарантийное обслуживание, сопутствующие (дополнительные) услуги, товарный знак, знак обслуживания, фирменный стиль, рекламу и т.п.

Бранд позволяет продавцу инновации конкретизировать данный продукт (операцию) на уровне программной версии, при которой существенными признаками являются его (ее) значение, уровень престижности, выгодность приобретения, качество гарантийного обслуживания, уровень страховой защиты и т.п.

Бранд-стратегия инновации включает в себя следующие этапы:

• анализ рыночной ситуации на рынке и выбор направления разработки инновации;

• поиск идеи и планирование выпуска инновации;

• организационные мероприятия (маркетинговые исследования, изучение спроса, проведение рекламной кампании и т.п.);

• организация выпуска инновации;

• оценка результатов инновации на рынке;

• разработка и осуществление мероприятий по продвижению и диффузии инновации.

Бранд инновации имеет определенные свойства. Под свойствами бранда понимаются функциональные и эмоциональные ассоциации, которые покупатели присваивают новому продукту или операции. При этом под ассоциацией (лат. *associatio* – соединение) понимается связь, образующаяся при определенных условиях, между ощущениями, восприятиями, представлениями, идеями и другими психологическими образованиями.

Бранд инновации обладает определенной индивидуальностью. Индивидуальность бранда означает его значение для потребителя, то есть какие-то долгосрочные обещания автора бранда тем, кто его купит.

Индивидуальность бранда инновации складывается, как правило, из трех компонентов:

• позиционирование;

• личность потребителя бранда;

• личность самого бранда.

Позиционирование бранда означает указание на то место, которое данный бранд занимает в умах покупателей этого бранда, то есть потребителя бранда.

Личность потребителя бранда выражает характер и психологические особенности покупателя как будущего владельца купленной инновации.

Личность самого бранда означает мнение потребителя данного бранда: «А что о нем думает этот бранд?». Личность самого бранда обусловлена психологией человеческого сознания. Самый яркий жизненный пример – это дарение цветов. Так, дарение роз вызывает у человека намного большие эмоций, чем дарение ему гвоздик.

Бранд инновации обладает определенным имиджем в каждый конкретный момент времени.

Под имиджем бранда инновации понимается набор тех или иных ассоциаций по новому продукту или операции, которые в данный момент времени находятся в умах потребителей. Например, депозитный счет, предлагаемый банком, имеет для вкладчика следующие ас-

социации: минимальная сумма первого вклада, минимальная сумма дополнительных взносов для начисления процентов по вкладу, величина процентной ставки, возможность ее изменения, другие преимущества депозитного счета. Все эти ассоциации выражают только то, что данный бранд означает именно в настоящий момент времени. Следовательно, бранд является сиюминутным обещанием банка вкладчику.

На рынке действует жесткая конкуренция, что вызывает резкое увеличение затрат продуцента на продвижение его продуктов, как старых, так и новых.

За рубежом многие фирмы и компании имеют в своем штате бранд-менеджера. Бранд-менеджеры имеются также и у некоторых российских предприятий. Эти менеджеры отвечают за развитие брандов, занимаются планированием выпуска отдельных продуктов, разрабатывают мероприятия по продвижению брандов, производят оценку эффективности самих брандов и мероприятий по их продвижению.

Использование предприятием эффективной бранд-стратегии дает ему многие конкурентные преимущества:

1. Бранд предприятия создает естественную преграду на пути конкурентов. Он вынуждает конкурентов к инвестированию капитала в исследование рынка, проведению маркетинговых исследований, бенчмаркингу, разработке рекламных кампаний, своего бранда и т.п.

2. Наличие эффективного бранда облегчает предприятию вывод (даже выброс) на рынок новых продуктов и операций (технологий), захват новых ниш на отечественном рынке, захват зарубежных рынков и т.п.

3. Бранд дает предприятию дополнительное время для реинжиниринга, то есть для перестройки его деятельности на рынке в условиях кризиса. Однажды сформированный эффективный бранд может защитить долю хозяйствующего субъекта на рынке без больших затрат на рекламную кампанию и без резкого снижения цен на продукт.

4.5. Приемы, воздействующие на реализацию, продвижение и диффузию инноваций

Ценовой прием управления в инновационном менеджменте представляет собой способ воздействия механизма цен на реализацию инновации.

Он включает в себя два основных элемента:

1) ценообразующие факторы, действующие на стадии производства инновации;

2) ценовую политику, применяемую при реализации, продвижении и диффузии инновации.

Эти элементы образуют структуру ценового приема управления. Структура обозначает взаиморасположение и связь составных частей какого-либо механизма или явления.

Структура ценового приема управления показана на рис. 4.9.

Рис. 4.9. Структура ценового приема управления инновацией

Ценообразующие факторы при производстве нового продукта или операции бывают внешними и внутренними. Решающее значение имеют внешние факторы по отношению к данному хозяйствующему субъекту.

Продуцент или продавец инновации ориентируется прежде всего на рынок, где цена является регулятором рыночного равновесия.

По классическому определению, цена представляет собой денежное выражение стоимости (меновой стоимости) товара. Стоимость товара есть овеществленный в товаре труд. При совпадении спроса на товар с его предложением в условиях товарно-денежных отношений цена соответствует стоимости. Цена имеет два предела: нижний и верхний. Нижним пределом цены является сумма себестоимости производства товара и издержек обращения, то есть затраты, связанные со сбытом товара. Верхний предел цены определяется спросом на данный товар.

Каждая экономическая теория дает свое определение сущности цены.

Современная теория рассматривает цену как результат функционального взаимодействия комплекса ценообразующих факторов. Результатом является получение цены равновесия, которая, с одной стороны, определяется предельной полезностью, с другой – предельными издержками.

Применительно к инновации цену следует рассматривать как сложную экономическую категорию.

Цена инновации – это многосторонняя, многопрофильная экономическая категория. Особенность этой цены обусловлена разнохарактерностью самой инновации. Инновация, выступая в качестве рыночного товара, включает в себя имущество (вещь), имущественные права, материализованные услуги, неосязаемые операции. Поэтому цена инновации включает в себя цену вещи, курс валюты или ценной бумаги, процентные ставки по банковским операциям, тарифы различных взносов.

Внешние ценообразующие факторы отражают влияние внешней среды по отношению к продуценту или продавцу инновации. К таким факторам относят оптимальный (наиболее реально реализуемый) спрос покупателей на конкретную инновацию, а также платежеспособность этих покупателей. Это дает возможность установить максимальный уровень спроса на данную инновацию и учесть его при изменении различных характеристик инновации.

Внутренние ценообразующие факторы отражают прежде всего финансовую и производственную деятельность производителя инновации или ее продавца. К таким факторам относятся: себестоимость отдельных видов продукта, имеющих вещную форму, затраты продавца на продажу инновации, объем выручки (или прибыли), который необходимо получить от реализации инновации, и др.

Следует иметь в виду, что себестоимость производства и затраты на продажу одной единицы финансовых инноваций являются очень мизерной величиной и в расчет цены не принимаются. Здесь решающая роль принадлежит запланированному объему выручки или прибыли, который, с учетом результатов маркетинговых исследований, можно получить от продажи инновации.

Ценовая политика представляет собой систему основных принципов и правил, используемых для установления цен. Основные положения ценовой политики хозяйствующего субъекта заложены в «Методических указаниях по разработке ценовой политики предприятия», утвержденных приказом Минэкономики РФ от 1 октября 1997 г. № 118.

Ценовая политика предприятия играет чрезвычайно важную роль при продвижении и диффузии инновации. Она определяет цель, которую продуцент или продавец инновации хочет достичь с помощью механизма цен.

Ценовая политика включает в себя следующие этапы:

– определение цели ценовой политики в отношении конкретной инновации;

– оценка спроса на данную инновацию в данный период времени и в перспективе с учетом изменений условий хозяйственной ситуации;

– анализ и оценка производственного и экономического потенциала предприятия;

– изучение работы конкурентов, их цен, характеристик продукта и т.п.

Изучая действия конкурентов, продавец старается выяснить: какие средства (например, систему скидок, условий, отражающих особенности инновации, систему преимуществ, доставляемых покупателю данной инновации, и др.) использует конкурент для реализации своих аналогичных продуктов.

Ценовая политика основывается на действии внешних и внутренних факторов.

К внешним факторам ценовой политики относятся: изменение спроса покупателей, их интересов и привычек, активность поведения конкурентов на рынке, изменения в экономической политике государства и в политике местных органов власти в отношении налогов, сборов, ставок и условий аренды и т.п.

Внутренние факторы ценовой политики включают в себя стремление не столько увеличить доход, сколько поднять имидж и рейтинговую оценку (то есть работа на перспективу), желанием предприятия уклониться от обвинения в монополии на рынке, заинтересованность его в увеличении своей доли на рынке, росте поступления денежных средств от реализации инноваций.

Ценовая рыночная стратегия в отношении реализации инновации может включать в себя следующие направления:

– недопущение снижения цены на конкретную инновацию ниже общей величины затрат на ее производство, реализацию и оптимальный уровень рентабельности;

– стремление к обеспечению цен ниже цен конкурентов на аналогичный вид продукта; ориентировка на цены конкурентов;

– увеличение объема реализации инноваций за счет более низких цен или лучших условий вложения капитала в них покупателями инновации и др.

Фронтирование рынка, или фронтинг (от англ. front – выходить на), – это операция по захвату рынка другого хозяйствующего субъекта или зарубежного рынка.

Фронтирование рынка связано с решением целого комплекса аналитических и операционных задач.

Выход на рынок, уже занятый другим хозяйствующим субъектом, или на зарубежный рынок продавец инновации начинает с решения главной задачи: по какой цене продавать данную инновацию? Подход с целью продать эту инновацию на каких угодно условиях, лишь бы ее купили, является наиболее ошибочным. Единственным преимуществом такого подхода может служить то, что продавец заявляет о себе, то есть представляет информацию о своем существовании.

Вышеуказанный принцип «неважно по какой цене, но лишь бы продать» ведет к крайне невыгодным сделкам и подрывает будущий престиж инвестора-продавца. Возможный покупатель инновации может усомниться в ее качестве. Кроме того, неоправданно низкая цена продукта может иметь характер прецедента. Инвестор-покупатель и в дальнейшем будет пытаться купить у этого продавца любую инновацию по низкой цене.

Второй важной задачей, решаемой при захвате рынка, является анализ будущего рынка своей инновации.

Аналитические и организационные задачи являются едиными как для внутреннего, так и для внешнего (зарубежного) рынка.

Они могут различаться лишь в мелочах: в самом подходе к решению задач, в сроках и используемых средствах решения (компьютеры, сеть Интернет, информационный продукт и системы анализа информации) и др.

Анализ будущего рынка своей инновации есть не что иное, как маркетинговое исследование.

Реализация маркетинговой политики начинается с разработки стратегии маркетинга, которая включает в себя пять концепций: сегментация рынка, выбор целевого рынка, методов выхода на рынок, маркетинговых средств, времени выхода на рынок.

Захват зарубежного рынка следует начинать с экспортного маркетингового исследования данного бизнеса.

Экспортное маркетинговое исследование данного бизнеса – это исследование возможностей реализации своих новых продуктов на зарубежных рынках.

В области инноваций данное исследование означает нахождение потенциальных покупателей за границей и включает в себя следующие этапы:

1. Изучение всех доступных внешних рынков с целью выбора наиболее перспективных.

2. Обоснование выхода на рынок конкретной страны или группы стран мировых рынков, например, западноевропейского, южноамериканского, азиатского и т.п.

3. Составление программы маркетинга при реализации своей инновации на зарубежном рынке.

Эта программа включает в себя изучение рыночного потенциала, исследование позиций конкурентов, сбор и изучение информации о покупателях и т.п. Рыночный потенциал – это емкость рынка, то есть такое количество продукта или операции (технологии), которое возможно реализовать за год на рынке при действующих ценах (курсах, процентных ставках). Позиция конкурентов характеризуется многими факторами: местом на рынке, имиджем, конкурентоспособностью и т.п.

4. Выбор метода выхода на рынок.

5. Выбор времени выхода на рынок.

Метод и время выхода инновации на зарубежный рынок зависит от конкретной ситуации на этом рынке. Существуют два метода выхода на рынок;

1) собственное предпринимательство, то есть собственные индивидуальные действия продавца;

2) совместное предпринимательство, то есть действия продавца в сотрудничестве с местными продавцами.

Изучение рынка неотделимо от инновации, предназначенной к продаже.

Перед экспортом инновации обычно ставятся три базовых вопроса:

1. Какой продукт или операция (технология) привлекает к себе внимание покупателей, т.е. нужна ли данная инновация на зарубежном рынке?

2. В каком количестве будут нужны эти инновации?

3. По какой цене (курсу, процентной ставке и т.п.) покупатели будут покупать данную инновацию? Каков может быть разрыв между низкой и высокой ценой инновации?

Ответы на эти вопросы можно получить путем сбора и обработки определенного количества информационного продукта.

Существуют две группы источников информации:

– содержащие первичную информацию;

– содержащие вторичную информацию (вторичные данные по информации).

Первичная информация – это информация, собранная впервые для какой-либо конкретной цели.

Под вторичной информацией понимается информация, которая уже существует, будучи собранной ранее для других целей.

Основными носителями вторичной информации являются документы, иначе говоря, предметы, созданные для хранения информации (машинописный текст, магнитная лента, компьютерный диск, видеопленка и т.п.). Большую пользу для изучения зарубежного рынка инновации можно извлечь из статистических сборников, справочных изданий, отчетов таможенных органов, отчетов акционерных обществ, экономических и других журналов, патентной информации, отчетов и предложений брокеров, торговых агентов, каталогов фирм, контрактов по внешнеэкономической деятельности, рекламных изданий, газет и т.п.

Поскольку вторичная информация уже существует, то исследование зарубежного рынка следует начать именно со сбора этой информации. Для аналитика вторичная информация является более доступной и обходится намного дешевле, чем сбор первичной информации.

Важное значение имеет вопрос о создании выборки информационных данных, то есть вопрос объема и количества изучаемых документов.

Если имеющиеся документы дают лишь косвенную информацию о состоянии рынка, то необходимо заранее с помощью экспертных оценок решить вопрос отбора информации и вопрос отбора документов. При решении вопроса о выборке целесообразно использовать приемы математической статистики. Исходя из анализа эффективности отдельных видов источников информации можно дать косвенную оценку эффективности источников по инновациям.

В книге Тоехиро Коно «Стратегия и структура японских предприятий» (М., 1987) приводятся данные об успехах в работе японских форм в зависимости от видов источников информации на рынке нововведений. Присвоив каждому нововведению соответствующий ранг (нем. *rang* – ряд, т.е. класс, разряд), по указанной книге можно составить зависимость степени успеха работы японских фирм от вида источника информации (табл. 4.4). Такая зависимость носит название «ранжирование».

Таблица 4.4

Зависимость степени успеха работы японских фирм от вида источника вторичной информации

Источник вторичной информации	Доля успешно действующих фирм, использующих данный источник информации, %	Ранг
Сведения об изделиях конкурентов	79	1
Патентная информация	65	2
Наблюдение за родственными товарами на выставках и в магазинах	45	3
Статьи из научно-технических журналов	44	4
Статистические сборники и справочники	39	5
Ответы о научно-технических конференциях	38	6
Отчет акционерных компаний	26	7

Материал табл. 4.4 показывает, что первое место (ранг 1) занимают фирмы, использующие в качестве источника информации сведения об изделиях конкурентов, а последнее место (ранг 7) занимают фирмы, использующие отчеты акционерных компаний.

Тенденция зависимости успеха хозяйствующего субъекта от вида источника информации в определенной степени характерна и для инноваций.

Опираясь на данные табл. 4.4, можно с достаточной степенью уверенности считать, что наиболее точным источником вторичной информации для успешной работы фирмы в сфере инноваций является получение сведений о продуктах конкурентов, об их рекламе и о самих конкурентах.

В настоящее время фронтирование широко применяется на международном страховом рынке и на рынке международных банковских услуг.

На международном страховом рынке фронтирование, т.е. фронтинг, означает операцию, в процессе которой страховая компания оформляет страховой полис, но риск (весь или часть его) передает другому страховщику, который не фигурирует в договоре.

Другими словами, фронтирование страхового рынка – это принятие на страхование (в перестрахование) рисков с целью передачи их полностью или частично другим страховым компаниям, часто – по просьбе последних, за соответствующее вознаграждение.

Осуществляется в случаях, когда страховщик желает попасть на рынок, куда он сам или его полисы не допускаются. Тогда страховщик обращается к местной страховой компании с предложением оформить за вознаграждение страховой полис, а затем переводит на себя риск и страховые взносы.

Страховая компания, выдающая по просьбе другого страховщика страховой полис от своего имени, имея в виду, что 100 % принятого риска будет перестраховано у того же страховщика, по просьбе которого выдается страховой полис, называется фронтирующей компанией, а сам страховой полис называется фронт-полисом.

Страховые компании весьма изобретательно подходят к оформлению полиса, поскольку юридическое лицо, выдавшее полис, является ответчиком в случае возможных претензий.

Фронтирование международных банковских услуг осуществляется путем проведения операций своп, или свопинга.

Например, К. Рэдхэд и С. Хыос в книге «Управление финансовыми рисками» приводят следующий пример валютного свопа. В начале 1980-х годов, когда Всемирный банк брал кредиты в Швейцарских франках, возникла ситуация по переполнению рынка долговыми обязательствами этого банка. Рынок швейцарского франка был настолько насыщен долговыми обязательствами Всемирного банка, что столкнулся с проблемой повышения процентных ставок и обошел эту проблему, взяв взаймы доллары и заключив своп с компанией «JBM». В связи с тем, что на рынке швейцарского франка было относительно мало корпоративных заемщиков из США, этим корпорациям предоставлялись кредиты под относительно низкие проценты. Компания «JBM», тем самым, имела возможность брать взаймы швейцарские франки дешевле, чем Всемирный банк. Компания «JBM» взяла кредит в швейцарских франках и осуществила своп (швейцарские франки против долларов США) с Всемирным банком на взаимовыгодных условиях.

Мэрджер (фр. *inaied*, лат. *major* – старший, большой, более поздний) означает поглощение фирмы более сильной компанией. Причиной мэрджера на рынке, как правило, является ситуация, когда продукт довольно высокого качества, предлагаемый компанией к реализации, продается медленно из-за противодействий конкурентной фирмы.

Мэрджер проводит поглощающая компания в отношении приобретаемой фирмы и включает в себя действия компании по следующим этапам.

1-й этап. Анализ финансовой устойчивости и платежеспособности фирмы, намеченной к поглощению (то есть приобретаемой фирмы).

2-й этап. Оценка перспектив развития фирмы и ее возможностей на данном рынке, а также результативности работы фирмы в выбранной области деятельности.

3-й этап. Оценка финансовых возможностей компании в отношении данной фирмы.

4-й этап. Принятие компанией решения о поглощении фирмы.

5-й этап. Выбор формы мэрджера.

6-й этап. Проведение процедуры поглощения фирмы в соответствии с выбранной формой мэрджера.

Возможны три формы мэрджера:

1. Компания покупает имущество фирмы, то есть ее здания, помещения, другие объекты недвижимости, оборудование, транспорт и другие основные фонды и нематериальные активы.

2. Компания выпускает свои акции для обмена их на акции фирмы.

3. Компания покупает крупный пакет акций фирмы, дающий ей право на управление фирмой. Сосредоточив в своих руках контрольный пакет акций фирмы, компания становится для нее материнской (или головной) компанией, а сама фирма превращается в дочернее предприятие. Таким образом создается холдинговая компания. Холдинговая компания представляет собой головную компанию, владеющую контрольным пакетом акций других акционерных обществ, специализирующуюся на управлении этими обществами (то есть своими дочерними предприятиями).

Первые две формы мэрджера означают поглощение фирмы компанией. Третья форма – это слияние фирмы с компанией в новую компанию.

Процедура мэрджера схематично представлена на рис. 4.10.

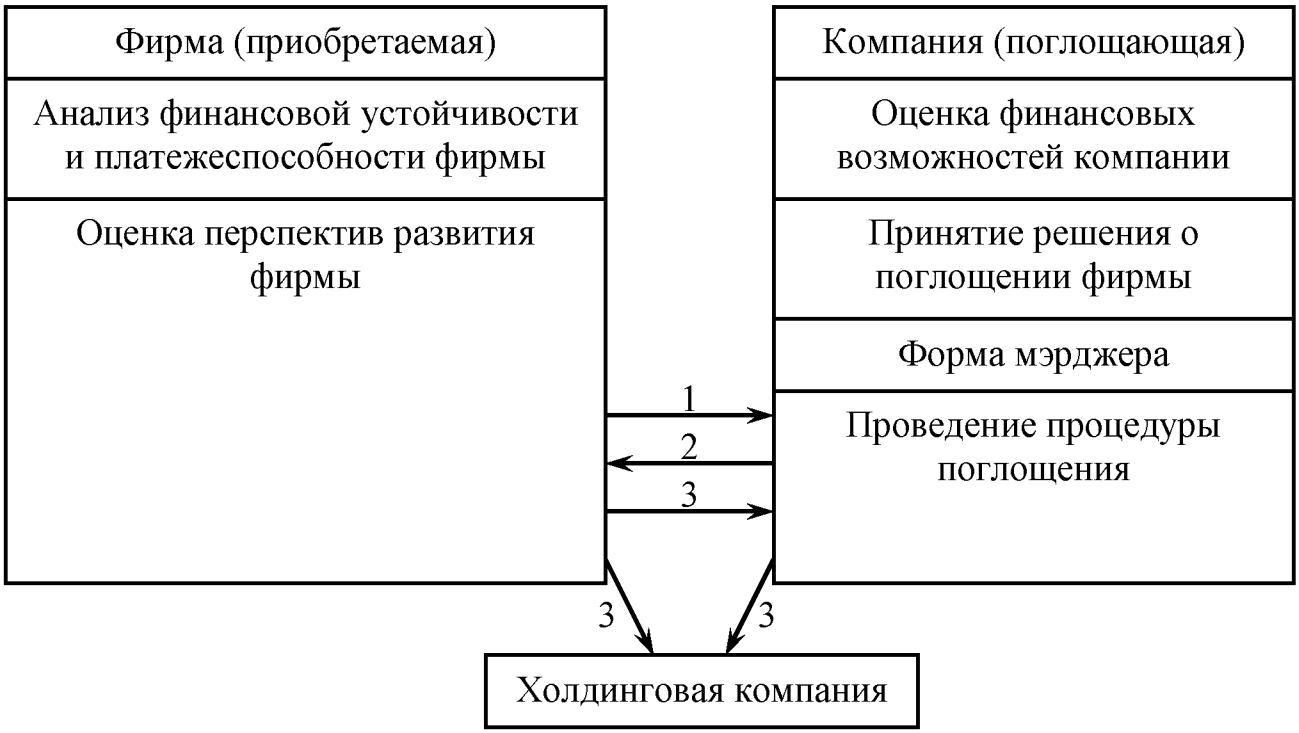


Рис. 4.10. Процедура мэрджера

1 – компания окупила основные средства фирмы (поглощение фирмы);

2 – компания обменяла свои акции на акции фирмы (поглощение фирмы);

3 – компания покупает контрольный пакет акции фирмы (слияние фирмы с компанией).

Пример 1. Компания осуществила мэрджер фирмы путем обмена своих акций на акции фирмы. Меновое соотношение равно 1: 10. У компании до мэрджера было 10 тыс. акций и годовая прибыль 2000 тыс. руб. Для обмена акций фирмы компании необходимо выпустить 6 тыс. акций (60/10). После мэрджера компания будет иметь годовую прибыль 2240 тыс. руб. (2000 + 240). Прибыль на одну акцию возрастет с 20 руб. (2000/100) до 21,13 руб. (2240/106).

Пример 2. Стоимость акций компании на рынке 45 руб., стоимость акций фирмы на рынке 6 руб. Компания предлагает акционерам фирмы выкупить их акции с премией в 50 % к рыночной цене. То есть цена покупки компанией акций фирмы составит 9 руб. (6/50 × 100). Тогда меновое соотношение по обмену акций будет равно 9/45 = 0,2.

У фирмы имеется 30 тыс. акций. Следовательно, для обмена акций фирмы на акции компании компания должна дополнительно выпустить 6 тыс. своих акций (0,2 × 30).

Важным моментом анализа финансовой устойчивости поглощаемой фирмы и оценки перспектив ее развития является определение цены фирмы и величины гудвилла на данный момент времени в динамике за последние два-три года.

Цена фирмы или цена хозяйствующего субъекта показывает доходность, перспективы развития и положение фирмы на рынке.

Цена фирмы складывается под воздействием трех факторов: чистой прибыли, стоимости активов фирмы, размера ставки банковского процента за кредит (ставки рефинансирования). Она определяется по формуле:

$$Ц = \frac{ч}{п} - К,$$

где $Ц$ – цена фирмы, руб.;

$ч$ – годовая сумма чистой прибыли, руб.;

$п$ – размер ставки банковского процента за кредит, в долях единицы;

$К$ – балансовая стоимость активов фирмы, руб.

Активы фирмы (то есть хозяйствующего субъекта) представляют собой совокупность имущественных прав, принадлежащих ей. Имущественные права – это права владения, распоряжения и пользования имуществом. Активы фирмы включают в себя основные средства, нематериальные активы, прочие внеоборотные активы, оборотные активы, оборотные средства в бухгалтерском балансе фирмы.

Пример 3. Годовая чистая прибыль фирмы составляет 10,08 млн. руб. Ставка рефинансирования (ставка банковского процента за кредит) – 28 % годовых. Стоимость активов фирмы – 25 млн. руб. Цена фирмы:

$$Ц = \frac{10{,}08}{0{,}28} - 25 = 36 - 25 = 11 \text{ млн. руб.}$$

Динамика цены фирмы за предшествующие годы характеризуется следующим направлением:

1-й год – 8,2 млн. руб.;

2-й год – 9,5 млн. руб.;

3-й год – 11,0 млн. руб.

Рост цены фирмы за три года показывает, что данная фирма имеет хорошие перспективы своего развития и занимает прочное место на рынке. За три года цена фирм увеличилась на 34,11 % (11,0/ 8,2×100 – 100).

Гудвилл (англ. *goodwill* – престиж фирмы) означает условную стоимость имиджа фирмы, ее деловых связей. Другими словами, гудвилл – это денежная оценка нематериальных активов – торговой марки, фирменного знака и т. п. Гудвилл проявляет себя при продаже фирмы.

Пример 4. Фирма была куплена за 20 млн. руб. Собственный капитал фирмы составляет 13,5 млн. руб. Стоимость основных фондов фирмы, учтенная в бухгалтерском балансе, – 3 млн. руб. При переоценке основных фондов по рыночным ценам их расчетная стоимость составила 4,5 млн. руб. Сумма добавочного капитала равна 4,5 – 3 = 1,5 млн. руб. Стоимость гудвилла составляет: 20 – 13,5 – 1,5 = 5 млн. руб.

Цель мэрджера заключается в синергизме. Синергизм (греч. synergeia – сотрудничество, содружество) означает явление в деловой практике, когда эффект общего результата превосходит сумму отдельных эффектов, входящих в этот результат.

Причинами возникновения синергизма могут быть:

1. Вертикальная интеграция хозяйственного процесса. Вертикальная интеграция означает, что и приобретаемая фирма, и поглощающая ее компания находятся на разных уровнях технологической цепочки хозяйственного процесса. Такая интеграция может обеспечить более низкие издержки обращения или более эффективное распределение ресурсов (например, поглощение и присоединение филиала к банку).

2. Горизонтальная интеграция хозяйственного процесса. Горизонтальная интеграция означает, что фирма и компания идентичны по направлению деятельности. У них имеются неиспользованные производственные ресурсы или маркетинговые возможности. Такая интеграция осуществляется в форме создания холдинга по типу наличия материнской компании и дочернего предприятия. Горизонтальная интеграция способствует сокращению производственных издержек, мобильности в распределении финансовых ресурсов.

3. Финансовые возможности приобретаемой фирмы. Приобретаемая фирма может иметь неиспользованные возможности для получения кредита или для осуществления эмиссии ценных бумаг.

4. Диверсификация. Диверсификация (лат. *diversus* – разный + + *facere* – делать) – это рассеивание инвестиционного (а в данном случае, и инновационного) риска. Диверсификация означает распределение капитала между различными объектами вложения, которые непосредственно не связаны между собой. В области инновации диверсификация направлена на снижение степени риска нововведений путем приобретения фирмы, специализирующейся в области деятельности, отличной от основной деятельности компании.

5. Недооценка фирмой своей реальной рыночной стоимости. Это проявляется в том, что она не определяет цену своей фирмы и не следит за ее динамикой. Такое положение служит, как правило, стимулом для компаний, приобретающих фирмы, и особенно для холдинговых компаний.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под продвижением инновации?
2. Что такое диффузия инновации?
3. В чем заключается сущность косвенного метода продажи инновации?
4. Что такое чистая текущая стоимость?
5. Что такое внутренняя норма рентабельности инвестиции?
6. Охарактеризуйте приемы инновационного менеджмента.
7. Принципы классификации приемов инновационного менеджмента.
8. Что такое бенчмаркинг инноваций?
9. Охарактеризуйте функциональный бенчмаркинг.
10. Охарактеризуйте маркетинговый прием управления инновациями.

11. Классификация спроса потребителей инноваций.
12. Перечислите функции маркетинга инноваций.
13. Необходимые положения стратегии маркетинга инноваций.
14. Факторы маркетинга инноваций.
15. Что такое реинжиниринг?
16. Что такое инжиниринг инноваций?
17. Чем отличается инжиниринг от ноу-хау и франчайзинга?
18. Охарактеризуйте особенности инжиниринга инноваций.
19. Охарактеризуйте реинжиниринг как прием инновационного менеджмента.
20. Охарактеризуйте кризисный реинжиниринг.
21. Каковы возможные причины кризиса бизнеса?
22. В чем заключается сущность бизнес-процесса и бизнес-процесс-реинжиниринга инноваций?
23. Что представляет собой бранд инновации?
24. Охарактеризуйте бранд-стратегию инновации.
25. Назовите свойства бранда инновации и их содержание.
26. В чем сущность и содержание ценового приема управления инновацией?
27. Что такое фронтинг?
28. Какие существуют группы источников информации?
29. Охарактеризуйте понятие мэрджера.
30. Что такое цена фирмы?
31. Что такое гудвилл?

ЛИТЕРАТУРА

1. История и методология науки в машиностроительных производствах / А.Н. Афонин, Ю.С. Степанов, А.В. Киричек, А.С. Тарапанов. – М.: Изд-кий дом «Спектр», 2010. – 212 с.

2. Современные проблемы науки в машиностроении / А.Н. Афонин, Ю.С. Степанов, А.В. Киричек, А.С. Тарапанов. – М.: Изд-кий дом «Спектр», 2010. – 264 с.

3. Научная и педагогическая подготовка магистров техники и технологии / А.Н. Афонин, Ю.С. Степанов, А.В. Киричек, А.С. Тарапанов. – М.: Изд-кий дом «Спектр», 2009. – 256 с.

4. Балабанов, И.Т. Инновационный менеджмент / И.Т. Балабанов. – Спб.: Питер, 2000. – 208 с.

5. Брусов, С.И. Комплексный анализ параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей / С.И. Брусов, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 128 с.

6. Овсянникова, И.В. Управление процессом формирования зубьев червячных и спироидных колес на основе анализа виртуальных моделей / И.В. Овсянникова, И.Н. Сухарский, А.С. Тарапанов. – М.: Изд-кий дом «Спекстр», 2013. – 187 с.

7. Полохин, О.В. Исследование и проектирование процессов зубонарезания инструментами червячного типа / О.В. Полохин, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 148 с.

8. Петрухин, С.С. Вариант определения рабочих углов интрумента и параметров срезаемого слоя с помощью ЭВМ / С.С. Петрухин, А.С. Тарапанов // Резание и инструмент. Вып. 27. – Киев: Вища школа, 1982. – С. 7 – 10.

9. Петрухин, С.С. Исследование точности обработки при контурном фрезеровании на основе математического моделирования процесса резания / С.С. Петрухин, А.С. Тарапанов, Б.К. Кичкин // Известия Вузов. – № 11. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 25 – 28.

10. Тарапанов, А.С. Анализ и управление процессами обработки резанием / А.С. Тарапанов // Известия ОрелГТУ. Машиностроение и приборостроение. – Орел: ОрелГТУ, 2000. – № 4. – С. 145 – 156.

11. Тарапанов, А.С. Математические основы виртуального представления и анализа процессов лезвийной обработки / А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов, В.С. Шоркин // Справочник. Инженерный журнал. – 2003. – № 2. – С. 12 – 17, № 3. – С. 14 – 19.

12. Тарапанов, А.С. Инновационный менеджмент / А.С. Тарапанов, А.А. Тарапанов. – Орел: ОрелГТУ, 2004. – 167 с.

13. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе/М. Хаммер, Д. Чампи. – СПб: С.-Петербургский университет, 1997. – С. 60 – 92.

14. Янч, Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. – М.: Прогресс, 1974. – 587 с.

Учебное издание

Тарапанов Александр Сергеевич
Тарапанов Андрей Александрович
Харламов Геннадий Андреевич

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

Учебное пособие

Редактор Г.В. Карпушина
Технический редактор Н.А. Соловьева

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Подписано к печати 27.02.2017 г. Формат 60×90 1/16.
Усл. печ. л. 12,2. Тираж 500 экз.
Заказ №_____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ОГУ имени И.С. Тургенева
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95.