

Содержание

| | |
|--|-----|
| Предисловие..... | 8 |
| I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ..... | 9 |
| II. ИННОВАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ..... | 11 |
| 2.1. Характеристика современной экономики..... | 11 |
| 2.2. Инновации..... | 12 |
| 2.3. Научное изделие..... | 17 |
| 2.4. CALS-технологии..... | 19 |
| III. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В МАШИНОСТРОЕНИИ..... | 25 |
| 3.1. Системы..... | 25 |
| 3.2. Кибернетические системы..... | 29 |
| 3.3. Самоорганизующиеся системы..... | 32 |
| 3.4. Интеллектуальные системы..... | 40 |
| 3.5. Информационные системы в управлении предприятием..... | 43 |
| 3.6. Системы автоматизированного проектирования..... | 50 |
| 3.6.1. CAD/CAM/CAE-системы..... | 53 |
| 3.7. Подготовка предприятия к внедрению систем..... | 57 |
| IV. ТЕХНОЛОГИИ НАУКОЕМКОГО МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 58 |
| 4.1. Механообработка..... | 58 |
| 4.1.1. Высокопроизводительная механообработка..... | 59 |
| 4.1.2. Высокоскоростная обработка..... | 62 |
| 4.1.3. Наноразмерная обработка..... | 69 |
| 4.2. Электрофизические и электрохимические методы обработки..... | 74 |
| 4.2.1. Электроэрозионная обработка..... | 75 |
| 4.2.2. Электроалмазное шлифование..... | 77 |
| 4.2.3. Магнитоимпульсная обработка..... | 78 |
| 4.2.4. Ультразвуковая обработка..... | 80 |
| 4.2.5. Электронно-лучевая обработка..... | 81 |
| 4.2.6. Фотоника или плазмоника..... | 84 |
| 4.2.7. Лазерные технологии..... | 85 |
| 4.2.7.1. Нано-, пико- или фемтотехнологии..... | 89 |
| 4.2.8. Плазменная обработка..... | 91 |
| 4.2.9. Электрохимические методы..... | 97 |
| 4.3. Порошковая металлургия..... | 102 |
| 4.3.1. Нанопорошки..... | 106 |
| 4.4. Быстрое прототипирование или аддитивные технологии..... | 107 |
| 4.5. Функциональные покрытия..... | 113 |
| V. СБОРКА МАШИН..... | 119 |
| 5.1. Особенности сборки..... | 120 |
| 5.2. Технологические процессы сборки..... | 120 |
| 5.3. Служебное назначение машины и технические требования..... | 122 |

| | |
|--|------------|
| 5.4. Соответствие технических требований и норм точности служебному назначению машины | 123 |
| 5.5. Выбор методов и средств достижения требуемой точности замыкающих звеньев..... | 124 |
| 5.6. Анализ технологичности сборки | 126 |
| 5.7. Анализ действующей технологии изготовления, сборки и контроля | 127 |
| 5.8. Проектирование технологического процесса сборки | 129 |
| 5.9. Выявление операций, оказывающих наибольшее влияние на качество собираемых изделий..... | 130 |
| 5.10. Теоретические положения автоматической сборки..... | 131 |
| 5.11. Выбор сборочного оборудования | 132 |
| 5.12. Высокопроизводительные сборочные комплексы..... | 133 |
| 5.13. Автоматизация сборки и регулировки манометров..... | 134 |
| VI. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ | 139 |
| 6.1. Технологическая наследственность в машиностроении | 139 |
| 6.2. Технологическое обеспечение точности изделий..... | 140 |
| 6.3. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств..... | 148 |
| 6.4. Технологическое обеспечение качества поверхностного слоя..... | 150 |
| 6.5. Развитие системы качества в машиностроении | 154 |
| VII. МЕТОДЫ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 167 |
| 7.1. Научные исследования в машиностроении | 167 |
| 7.2. Экспериментальные исследования в машиностроении..... | 169 |
| 7.3. Автоматизированные системы научных исследований | 171 |
| VIII. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ | 177 |
| 8.1. Особенности наукоемкого производства | 177 |
| 8.2. Новые материалы..... | 180 |
| 8.2.1. Конструкционные и функциональные материалы | 180 |
| 8.2.2. Аморфные материалы | 195 |
| 8.2.3. Наноматериалы | 197 |
| 8.2.4. Инструментальные материалы | 209 |
| 8.2.4.1. Покрытия режущего инструмента..... | 220 |
| 8.2.5. Абразивные материалы | 233 |
| 8.3. Станочные системы..... | 243 |
| 8.4. Структура и инфраструктура предприятия..... | 251 |
| 8.5. Логистика | 253 |
| 8.6. Управление производством | 256 |
| 8.7. Создание самоорганизующейся системы предприятия | 260 |
| 8.8. Кластеры..... | 262 |
| 8.9. Управление персоналом..... | 263 |
| 8.10. Управление знаниями | 266 |

| | |
|---|------------|
| 8.11. Бережливое производство..... | 271 |
| 8.12. Инжиниринг и реинжиниринг | 276 |
| 8.13. Аутсорсинг, аутстаффинг, краудсорсинг | 280 |
| IX. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ | |
| МАШИНОСТРОЕНИЯ В XXI ВЕКЕ | 285 |
| Список литературы..... | 290 |

Список сокращений

| | |
|------------------|--|
| АРМ | – автоматизированное рабочее место |
| АСНИ | – автоматизированная система научных исследований |
| АСТПП | – автоматизированная система технологической подготовки производства |
| АСУ | – автоматизированная система управления |
| АСУП | – автоматизированная система управления предприятием |
| АСУТП | – автоматизированная система управления технологическими процессами |
| АЦП | – аналого-цифровой преобразователь |
| БД | – база данных |
| БЗ | – база знаний |
| ВВП | – валовой внутренний продукт |
| ВСО | – высокоскоростная обработка |
| ВТ | – вычислительная техника |
| ГАП | – гибкое автоматизированное производство |
| ГИС | – гибридная интеллектуальная система |
| ГПС | – гибкая производственная система |
| ЖЦ | – жизненный цикл |
| ИВК ₁ | – измерительно-вычислительный комплекс |
| ИВК ₂ | – информационно-вычислительный комплекс |
| ИИ | – искусственный интеллект |
| ИИС ₁ | – измерительная информационная система |
| ИИС ₂ | – интеллектуальные информационные системы |
| ИЛП | – интегрированная логистическая поддержка |
| ИПИ | – информационная поддержка (жизненного цикла) изделия |
| ИС | – информационная система |
| КИС | – корпоративная информационная система |
| ЛВС | – локальная вычислительная сеть |
| НИОКР | – научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа |
| НОТ | – научная организация труда |
| НПО | – научно-производственное объединение |
| ОС | – операционная система |
| ППД | – поверхностное пластическое деформирование |
| ПТК | – программно-технический комплекс |
| РВЭ | – работа выхода электрона |
| САК | – система автоматического контроля |
| САПР | – система автоматизированного проектирования |

| | |
|-------|---|
| СМК | – система менеджмента качества |
| СОТС | – смазочно-охлаждающие технологические среды |
| СПО | – система распознавания образов (идентификация) |
| СТД | – система технической диагностики |
| СТМ | – сверхтвердые материалы |
| СТО | – средства технологического оснащения |
| СУБД | – система управления базой данных |
| СУЗ | – система управления знаниями |
| ТРИЗ | – теория решения изобретательских задач |
| ЧПУ | – числовое программное управление |
| ЭС | – экспертная система |
| | |
| CAD | – Computer-Aided Design |
| CAE | – Computer Aided Engineering |
| CALS | – Continuous Acquisition and Life Cycle Support |
| CAM | – Computer-Aided Manufacturing |
| CAN | – Controller Area Network |
| CAPP | – Computer Aided Production Planning |
| CNC | – Computer Numerical Control |
| CPM | – Corporate Performance Management |
| CRM | – Customer Relationship Management |
| EAM | – Enterprise Asset Management |
| ECM | – Enterprise Content Management |
| EDMS | – Electronic Document Management |
| ERP | – Enterprise Resource Planning |
| HRM | – Human Resource Management |
| HSC | – High Speed Cutting |
| KQML | – язык запроса и манипулирования знаниями |
| LOM | – Laminated Object Manufacturing |
| MES | – Manufacturing Execution System |
| MPM | – Manufacturing Process Management |
| NURBS | – Non-Uniform Rational Bezier Spines |
| OMV | – контроль точности непосредственно на станке с ЧПУ |
| PDM | – Product Data Management |
| PLM | – Product Lifecycle Management |
| SCADA | – Supervisory Control and Data Acquisition |
| SCM | – Supply Chain Management |
| SLS | – Selective Laser Sintering |
| STEP | – Standard for the Exchange of Product Model Data |

Предисловие

Эффективность машиностроительного производства и экономики страны определяется степенью внедрения инновационных технологий и развитием высокотехнологичных наукоемких производств.

Современное наукоемкое машиностроительное производство характеризуется определенной структурой и инфраструктурой, управлением, применением и переплетением различного вида информационных и разнородных обрабатывающих технологий, образованием кластеров, связью и взаимосвязью с мировым машиностроением, созданием транснациональных корпораций.

Создание сложной наукоемкой продукции требует привлечения значительных интеллектуальных и финансовых ресурсов, их высокой концентрации, новых знаний, системных решений, реорганизации всего производства, внедрения высокоэффективных информационных технологий.

Основной прирост наукоемкой продукции и наукоемких технологий происходит за счет освоения направлений пятого и шестого технологических укладов.

В данном пособии с позиции системного подхода представлены элементы технологий, новые материалы и способы повышения их эксплуатационных характеристик, методы обеспечения качества выпускаемой продукции, организации и управления высокотехнологичными наукоемкими механообрабатывающими производствами.

I. Технологические уклады

В 20-е годы прошлого столетия русский экономист Н.Д. Кондратьев выдвинул теорию больших циклов развития мировой экономики (рис. 1.1).

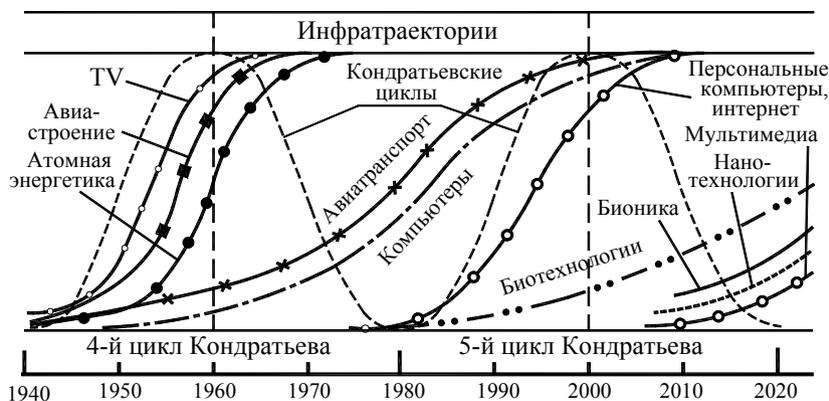


Рис. 1.1. Естественный цикл развития макротехнологий по Н.Д. Кондратьеву

Материально-технической основой смены Кондратьевских циклов является смена преобладающих технологических укладов, определяющих уровень конкурентоспособности продукции и реализующих кластер базисных инноваций. Эту концепцию поддерживают и современные экономисты С.Ю. Глазьев, Г.Г. Малинецкий, Д.С. Львов.

Технологические уклады – комплекс, освоенных революционных технологий, инноваций, изобретений, лежащих в основе количественного и качественного скачка в развитии производительных сил общества.

Первый технологический уклад характеризовался использованием энергии воды в текстильной промышленности, водных мельниц, приводов разнообразных механизмов.

Второй технологический уклад. Начало XIX – конец XIX века – использованием энергии пара и угля: паровая машина, паровой двигатель, паровоз, пароходы, паровые приводы прядильных и ткацких станков, паровые мельницы, паровой молот. Происходит постепенное освобождение человека от тяжелого ручного труда. У человека появляется больше свободного времени.

Третий технологический уклад. Конец XIX – начало XX века. Использование электрической энергии, тяжелое машиностроение, электротехническая и радиотехническая промышленность, радиосвязь, телеграф, бытовая техника. Повышение качества жизни.

Четвертый технологический уклад. Начало XX – конец XX века. Использование энергии углеводородов. Широкое использование двигателей внутреннего сгорания, электродвигатели, автомобили, тракторы, самолеты, синтетические полимерные материалы, начало ядерной энергетики.

Пятый технологический уклад. Конец XX – начало XXI века. Атомная энергетика, электронная промышленность, оптико-волоконная техника, информационные технологии, геновая инженерия, начало нано- и биотехнологий, освоение космического пространства, спутниковая связь, видео- и аудиотехника, Интернет, сотовые телефоны. Глобализация с быстрым перемещением продукции, услуг, людей, капитала, идей.

Шестой технологический уклад. Начало XXI – середина XXI века. Космическая техника, термоядерная энергетика, высокотемпературная сверхпроводимость, фотоника, микромеханика, нано- и биотехнологии, наноэнергетика, молекулярная, клеточная и ядерная технологии, нанобиотехнологии, биомиметика, нанобионика, нанотроника и другие наноразмерные производства; новые медицина, бытовая техника, виды транспорта и коммуникаций, инженерия живых тканей и органов, восстановительная хирургия и медицина.

Развитые страны уже делают задел для шестого уклада. «В США, например, доля производительных сил пятого технологического уклада составляет 60 %, четвертого – 20 %. И около 5 % уже приходится на шестой технологический уклад. Доля технологий пятого уклада у нас в России пока составляет примерно 10%, да и то только в наиболее развитых отраслях: в военно-промышленном комплексе и в авиакосмической промышленности. Более 50 % технологий относится к четвертому уровню, а почти треть – и вовсе к третьему. О шестом технологическом укладе нам говорить еще рано» (академик РАН Е.Н. Каблов, 2010).

Если общество, бизнес, политики запаздывают в осознании необходимости отказа (сначала частично, а затем почти полного) от действующего и необходимости поворота общества к освоению нового технологического уклада, возникают экономические кризисы.

Последний экономический кризис – глобальный, поскольку мир глобализован, интегрирован. Для выхода из кризиса, прежде всего, необходимо осознание цикличности развития, неизбежности смены парадигмы развития. Кризис является расплатой за инерцию в смене технологической и, как следствие, экономической парадигмы.

Для выхода из кризиса необходимо освоение прорывных, революционных технологий.

II. Инновации в машиностроении

2.1. Характеристика современной экономики

XX век характеризуется завершением эпохи машинной индустрии. Постиндустриальному информационному обществу свойственен особый тип экономики, в котором информация выступает определяющим производственным ресурсом, производство услуг – главной сферой занятости, а научное знание и методы его рационального использования – главной формой общественного богатства.

К числу основных черт информационной постиндустриальной экономики относятся [89]:

- превращение в процессе научной революции, новых знаний, информации, методов их рационального и эффективного использования в основную форму общественного богатства;
- технологическая революция, связанная с переходом к пятому технологическому укладу, комплексно-автоматизированному и компьютеризованному производству;
- возрастание роли человеческого капитала, всестороннего развития способностей и инициативы работников, их отношения к труду в качестве главного производственного ресурса;
- непрерывное обновление ассортимента продукции, технологии, организации производства, труда и управления;
- структурные сдвиги, связанные с превращением сферы услуг и наукоемких отраслей производства в главную сферу занятости и производства ВВП;
- глобализация и интернационализация производства, создание мирового рынка товаров, услуг, капиталов, информации и технологий, рабочей силы, а также выбросов в окружающую среду.

Научная революция означает переворот во взаимосвязанных областях, дифференциацию и синтез различных наук; переход к созданию мегатеорий, объясняющих закономерности развития материи в целом на различных ее уровнях; поворот от натуральных экспериментов при изучении процессов и явлений к исследованию их компьютерных моделей.

Техническая революция – это переход к использованию принципиально новых средств производства во всех отраслях и сферах человеческой деятельности: не только в промышленности, транспорте и связи, но и в сельском хозяйстве, торговле, сфере услуг, здравоохранении, просвещении, в управлении данными сферами. Современная техническая революция преобразует не только средства, но и предметы труда, а также способы их соединения – технологию производства.

Научно-техническая революция представляет собой одновременный, взаимосвязанный и ведущий свое начало от фундаментальных научных открытий переход к новому технологическому укладу.

2.2. Инновации

Инновация – это результат инвестирования интеллектуального решения в разработку и получение нового знания, ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей (технологии; изделия; организационные формы существования социума, такие как образование, управление, организация труда, обслуживание, наука, информатизация и т. д.) и последующий процесс внедрения (производства) этого, с фиксированным получением дополнительной ценности (прибыль, опережение, лидерство, приоритет, коренное улучшение, качественное превосходство, креативность, прогресс).

Инновации классифицируют по глубине вносимых изменений, по технологическим параметрам, по типу новизны для рынка, по времени выхода на рынок (рис. 2.1).

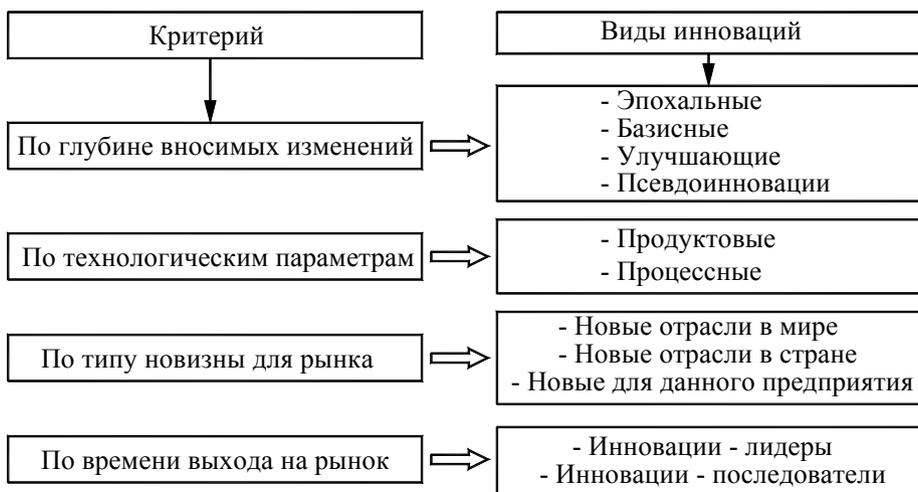


Рис. 2.1. Классификация технологических инноваций (по Иващенко Н.П.)

Й. Шумпетером сформулированы основные положения *теории инноваций и теории предпринимательства*, раскрывающие сущность инноваций и новую роль предпринимателя в инновационном процессе. «Инновации – это одновременное проявление двух миров, а именно мира техники и мира бизнеса» [148].

Когда изменение происходит только на уровне технологии, Й. Шумпетер называет его **изобретением**, а когда к изменениям подключается бизнес, они становятся **инновациями**. Образно говоря, с точки зрения Й. Шумпетера, инновация – это встреча идеи и предпринимателя.

Инновации должны обладать следующими характеристиками:

- стратегией – обеспечивать конкурентные преимущества и успешную корпоративную деятельность на рынке в долгосрочном периоде;
- креативностью – большой новизной и полезностью;
- реализацией – быть реализуемыми в виде конкретных товаров и услуг;
- прибыльностью – повышать до максимума ценность конечного продукта для потребителей, предприятия и общества в целом.

Вводя в научный оборот понятие инновации и давая его характеристику, Й. Шумпетер выделил «пять типичных изменений»:

1. Использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства (купля-продажа).
2. Внедрение продукции с новыми свойствами.
3. Использование нового сырья.
4. Изменения в организации производства.
5. Появление новых рынков сбыта.

Необходимо учитывать то, что инновации в сфере производства понимаются как качественные изменения не только техники и технологии, но и организации производства, являющиеся результатом сознательной деятельности предпринимателя. По словам Й. Шумпетера, инновация – это новое соединение («новая комбинация») условий и факторов производства, осуществляемое предпринимателем.

Базисные инновации. Стратегии технического развития фирм предполагают создание основополагающих инноваций, которые реализуют открытия, крупные изобретения и становятся основой формирования новых поколений и направлений развития техники и технологии (рис. 2.2).

Методы генерирования инноваций. Практика, используемая передовыми фирмами в области создания инноваций, основывается на создании отдельных групп сотрудников с высокой степенью автономности, склонностью к неординарному мышлению и разнообразным профессиональным составом. Это обеспечивает исследованиям известный уровень независимости. Внутри таких групп создается творческая атмосфера, которая чаще и быстрее приводит к положительным результатам. Процесс решения проблем тесно связан с направлением мышления вообще. Изоб-

ретательность – необходимое условие возникновения новых идей – базируется на различных подходах, среди которых можно выделить [18]:

- морфологический анализ и синтез;
- метод контрольных вопросов;
- матричное структурирование;
- синектический метод (на основе аналогий с природными явлениями);
- метод фокальных объектов;
- метод инверсии (метод противоположный обычному взгляду на проблему и ее решение);
- метод «мозгового штурма»;
- метод свободных ассоциаций;
- использование информационных технологий и баз знаний;
- алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). АРИЗ базируется на системном подходе, основу которого составляет специальная программа (алгоритм). Цель – выявление в технической системе недостатка, порождающего противоречие, и поиск решения через устранение этого противоречия. При этом реализуется стратегия логического направленного поиска.

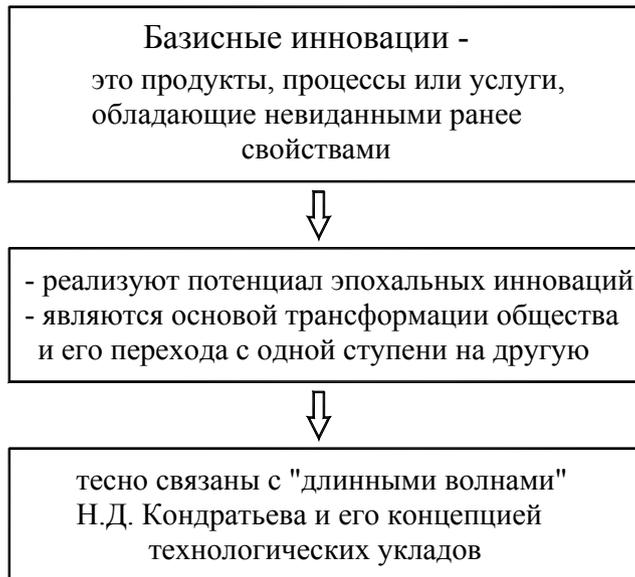


Рис. 2.2. Базисные инновации

Системные инновации. В условиях новых стратегий совершенствования для создания инноваций необходимо подходить с позиции системного подхода, привлекая к творчеству не только своих сотрудников, но и всех внешних игроков: покупателей, поставщиков, инвесторов, сообщества. Если раньше инновации создавались одиночками-изобретателями, позже инновация представляла собой линейную траекторию разработки от знания к продукту, то сегодняшние инновации – не отдельные явления и не линейные цепочки, они системны (табл. 2.1). Они возникают в результате сложных взаимодействий между многими людьми, организациями и средой.

Таблица 2.1

Эволюция инноваций [71]

| | Линейные (старые) | Системные (новые) |
|-----------|-------------------|------------------------------|
| Объект | Технология | Вся бизнес-система |
| Двигатель | Технолог | Кросс-функциональные команды |
| Лидер | Узкий эксперт | Системный синергетик |
| Процесс | Периодический | Непрерывный |

Если фирма формирует инновационную стратегию развития, то согласно системным законам, все ее составляющие должны отвечать системным признакам, то есть быть инновационными (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Взаимосвязь областей инновации [71]

Корпоративное управление инновациями (по В. Котельникову) включает научные исследования, изобретательство, венчурное управление инновационными проектами и их венчурное финансирование, управление интеллектуальной собственностью, производство иннова-

ционных продуктов, маркетинг как инновационных идей внутри компании, так и инновационных продуктов на внешнем рынке, и управление ожиданиями как спонсоров, так и покупателей. Если хотя бы одно звено в этой цепочке будет слабым или отсутствовать, то эффективность всей инновационной цепочки, определяемая прочностью ее самого слабого звена, будет либо очень низкой, либо вообще равной нулю.

Технологическая взаимозависимость. Усложнение новых технологий и усиление зависимости успеха фирм от применения новых технологий привели к появлению ряда различных форм взаимозависимости между компаниями [71]:

- взаимосвязь между промышленностью и научно-исследовательскими институтами и другими внешними источниками исследований;
- взаимосвязь внутри технологической цепочки – цепочки поставок, производства, отношений с покупателями, – приводящая к тому, что применение новой технологии в одном из звеньев вызывает изменения в операциях других;
- взаимосвязь технологических прорывов, фокусирующихся то на продукты, то на бизнес-процессы;
- совместная разработка новых продуктов и/или услуг несколькими компаниями посредством проведения совместных исследований или на основе соглашений о технологическом сотрудничестве или стратегическом альянсе;
- аутсорсинг некоторых фаз разработки нового продукта, таких как дизайн продукта или быстрая разработка макета, специализированным фирмам;
- интегрирование различных функций фирмы, таких как разработка, производство, маркетинг и продажи;
- перехлестывание и слияние технологий, приводящее к взаимозависимости ранее независимых отраслей.

Непрерывное развитие всех составляющих элементов инноваций приводит к созданию новой формы предприятия, фирмы, организации – непрерывно совершенствующаяся фирма.

Непрерывно совершенствующиеся фирмы имеют следующие отличия от обычных фирм:

- применение гибкости производства в качестве основной конкурентной стратегии;
- достижение гибкости производства благодаря широкому набору навыков каждого сотрудника фирмы;

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru