МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

# ОРГАНИЗАЦИЯ НИОКР

***Программа «Предакселератор»***

*Рекомендовано Ученым советом Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева в качестве учебного пособия для студентов всех форм обучения*

Нижний Новгород
2017

**ББК 65.9(2Рос)-56**
**УДК 338.28**
**Л 24**

**Авторы:**
**Лапаев Д.Н., Митякова О.И.,. Мурашова Н.А., Митяков Е.С.**

Рецензенты:
доктор экономических наук, профессор *Н.С. Волостнов*

**О 64 Организация НИОКР**: учеб. пособие/ Д.Н. Лапаев [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2017. – 100 с.

ISBN 978-5-502-00981-2

Ученое пособие имеет своей целью привить студентам навыки организации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Приведены критерии оценки и отбора инновационных идей, методические аспекты организации и порядка выполнения НИР и ОКР. В пособии представлено систематизированное и достаточно полное изложение основ организации и управления процессом создания инноваций.

Данное учебное пособие разработано в рамках Программы развития НГТУ им. Р.Е. Алексеева как опорного университета (стратегический проект «Университетский центр инновационного развития Нижегородского региона»).

Рис. 19. Табл. 17. Библиогр.: 29 назв.

**ББК 65.9(2Рос)-56**
**УДК 338.28**

**ISBN 978-5-502-00981-2**

**© Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2017**
**© Лапаев Д.Н., Митякова О.И., Мурашова Н.А., Митяков Е.С., 2017**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

**Введение** 4
**1. Оценка и отбор идей** 5
1.1. Критерии, связанные со стратегией и политикой предприятия 5
1.2 Маркетинговые критерии 6
1.3. Структурные критерии 7
1.4. Научно-технические критерии 7
1.5. Организация оценки идей НИР 21
**2. Организация и порядок выполнения НИР** 24
2.1. Виды НИР и их основные этапы 24
2.2. Организация научно-исследовательских работ 27
2.3. Информационное обеспечение прикладной НИР 29
2.4. Методы оценки научно-технической результативности НИР 30
2.5. Особенности оценки эффективности НИР 34
**3. Организация и порядок выполнения ОКР** 36
3.1.Основные задачи и этапы ОКР 36
3.2. Организация конструкторской подготовки производства 38
3.3. Интегральный технический показатель качества изделия 62
3.4. Интегральный экономический показатель изделия и его технико-экономическая эффективность 64
3.5. Экономическая оценка этапов разработки ОКР 66
3.6. Управление эффективностью разработки 67
3.7. Организация и порядок выполнения проектирования 69
**Библиографический список** 98

# ВВЕДЕНИЕ

Управление научно-техническими разработками – один из наиболее важных управленческих процессов, реализуемых в стране, выбравшей инновационный путь развития: от его эффективности в значительной степени зависит успех разработки и внедрения инноваций. Только профессиональный менеджер в сфере инновационной деятельности владеет технологиями разработки, принятии и реализации решений, без которых эффективное управление предприятием в турбулентной геополитической обстановке практически невозможно.

Проекты НИОКР основывается на объективных экономических законах товарного производства и тесно связана с предпринимательством и коммерческим риском. Особенности организации научных исследований и проектирования разработок заключаются в управлении:

- научными и эмпирическими знаниями об инновационных процессах;
- целями и мотивами научно-исследовательской и научно-технической деятельности;
- жизненным циклом инноваций, продукции и товаров.

Главная задача предлагаемого учебника – изложить основы организации научных исследований и проектирования новшеств, освоение которых необходимо в современных условиях развития экономики каждому профессиональному менеджеру.

В первой главе «Оценка и отбор идей» рассматриваются процедура и критерии отбора инновационных идей. Глава вторая содержит описание видов и этапов научных исследований, методов оценки их результативности и организации их выполнения. В главе «Организация и порядок выполнения ОКР» рассматриваются вопросы организации и управления ОКР и их результатами, методы и алгоритмы оценки экономической, технико-экономической и технической эффективности.

Практическая значимость предлагаемого учебного пособия – предвидеть перспективы долгосрочного технико-экономического развития, оказывать влияние на изменения фаз деловых циклов и уменьшать периоды спада производства, содействовать подъему деловой активности предприятия.

Истоком инновационного процесса является НИОКР, где каждый этап жизненного цикла инновации нуждается в эффективном управлении. Сфера НИОКР двусторонним образом связана с маркетингом: с одной стороны – прогноз спроса и состояние рынка; с другой – направления развития научно-технического процесса, прогнозирование инновационной продукции и оценка рыночного потенциала новых изделий. Цель НИОКР – разработка новых изделий (или услуг), которые будут удовлетворять запросам потребителей и определять основную производственную деятельность организации в будущем.

В пособии представлено систематизированное и достаточно полное изложение основ организации и управления процессом создания инноваций.

# 1. ОЦЕНКА И ОТБОР ИДЕЙ

Первая стадия НИОКР – отбор идей.

**Инновационная цель** – вектор развития, инновационная стратегия, направление действий (направление использования ресурсов) по данному вектору и способы подготовки и использования ресурсов. Стратегия есть средство достижения цели.

**Оценка идей** – важнейшая процедура на начальной стадии НИР – представляет собой ряд операционных взаимодействий в рамках структуры фирмы, требует хороших межличностных и межгрупповых отношений.

**Процедура оценки** – важный элемент инновационного процесса, позволяющий учесть мнения руководителей других подразделений фирмы (кроме НИОКР) на ранних стадиях НИОКР. Это приводит к усилению их ответственности и облегчает переход проекта от стадии НИОКР к производству и маркетингу. Каждая компания сама выбирает форму и критерии оценки. Рейтинговые оценки имеют ряд преимуществ:

- легкость проведения оценок по разнородным критериям;
- возможность свертывания в единую оценку субъективных и объективных данных;
- возможность при выборе критериев оценок учета специфику фирмы.

Основные критерии, которые должны быть приняты во внимание при оценке и отборе проектов, относятся к следующим областям:

- стратегии, политика фирмы;
- маркетингу;
- структурные критерии;
- научно-технические критерии.

## 1.1. Критерии, связанные со стратегией и политикой предприятия

Критерии, связанные со стратегией и политикой корпорации:

- образ корпорации;
- отношение к риску;
- отношение к нововведениям;
- временной аспект.

Риск, присущий всему портфелю НИОКР, отражает позицию организации. Для этого оцениваются частные риски всех проектов, выполненных на предприятии. Наступательная стратегия связана с большим риском, чем защитная, но и потенциально является более прибыльной.

Отношение высшего руководства к нововведениям тесно связано с его отношением к риску. Следует отметить заблуждения в обычной аргументации против нововведений:

- сравнение обычно невысокой надежности новой техники и надежности уже осуществленных технологий, при этом не берется в расчет потен-

циал совершенствования новых технологий;

- упор на высокие первоначальные затраты без учета их относительного снижения с ростом объема выпуска благодаря накоплению опыта (кривая обучения);
- удовлетворенность эффективностью существующей технологии в сложившихся конкурентных условиях без оценки того, как конкуренция будет развиваться в будущем.

Временной аспект касается кратко- и долгосрочных оценок. Цели корпорации обычно ориентированы на длительную перспективу, однако иногда их следует подчинить краткосрочным интересам.

## 1.2. Маркетинговые критерии

Рыночные потребности переменчивы, поэтому наличие ярко выражен ной рыночной потребности при отборе НИОКР не означает, что рыночная перспектива гарантирована. Нововведение может найти свой рынок там, где ранее и не предполагалось. Варианты, из которых выбираются первоначальные области применения, иллюстрируются на рис. 1.1.

| | Большая экономия на издержках или уникальный потенциал | Минимальные экономические преимущества и низкая эффективность |
|---|---|---|
| Большой рыночный потенциал | **1** | **3** |
| Малый рыночный потенциал | **2** | **4** |

Рисунок 1.1. Варианты нововведений

Вариант *1* бывает довольно редко, чаще надо выбирать между вариантами *2* и *3*.

К маркетинговым критериям относятся:

- выявление потребностей;
- временной аспект.

Оценка перспективности рынка производится с помощью рейтинговых оценок перспектив его роста, рентабельности бизнеса в нем и его нестабильности. Объем продаж, который будет обеспечен выпуском нового продукта, следует оценивать по перспективам его роста [1, 2], а также с помощью прогнозирования тенденций потребления подобной продукции и изменений в потребительском потенциале.

**Временной аспект** – обеспечение рынка новой продукцией в сроки и в количествах, диктуемых требованиями маркетинга. Все эти вопросы следует решать исходя из состояния портфеля фирмы и портфеля НИОКР.

Новые продукты могут дополнять существующий ассортимент или полностью его замещать. Абсолютно новые продукты расширяют ассортимент, увеличивают размеры реализации и прибыль, служат условием роста корпорации. Жизненный цикл существующих продуктов рано или поздно закончится, и их все равно придется заменять. Производство нового продукта связано с неизбежной неопределенностью.

## 1.3. Структурные критерии

Структурные критерии отбора идей позволяют определить количественный и качественный состав инфраструктуры организации для дальнейшей реализации инновационной идеи:

1) состав и количество исследовательских, разрабатывающих и других научно-технических структурных подразделений (включая экспериментальные и испытательские комплексы);

2) состав и количество совместных предприятий, занятых использованием новой технологии и созданием новой продукции;

3) численность и структура сотрудников, занятых в НИОКР;

4) состав и число творческих инициативных временных бригад, групп.

## 1.4. Научно-технические критерии

Согласованность проекта со стратегией НИОКР обеспечивается сбалансированностью портфеля НИОКР, сформированного в интересах достижения целей корпорации. *Научно-технический успех* – достижение научно-технических показателей в рамках выделенных финансовых средств и в требуемые сроки.

Научно-технический успех фирмы определяется количественными и

качественными показателями, характеризующими научно-технический потенциал:

- материально-технический – уровень развития НИОКР, оснащенность опытно-экспериментальным оборудованием, материалами, приборами, оргтехникой, компьютерами, автоматическими устройствами и т.д.;
- кадровый – состав, количество, структуру, квалификацию персонала, обслуживающего НИОКР;
- научно-теоретический – результаты поисковых и фундаментальных теоретических исследований, лежащих в основе научного задела, имеющегося на предприятии;
- информационный – состояние информационных ресурсов, научно-технической информации, текущей научной периодики, научно-технической документации в виде отчетов, регламентов, технических проектов и другой проектно-конструкторской документации;
- организационно-управленческий – методы организации и управления НИОКР, инновационными проектами, информационными потоками;
- инновационный – наукоемкость, новизну и приоритетность проводимых работ, а также интеллектуальный продукт в виде патентов, лицензий, ноу-хау, рационализаторских предложений, изобретений и т.д.;
- рыночный – уровень конкурентоспособности новшеств, наличие спроса, заказов на проведение НИОКР, необходимые маркетинговые мероприятия по продвижению новшеств на рынок и т.д.;
- экономический – экономическую эффективность новшеств, затраты на проводимые исследования, рыночную стоимость интеллектуальной продукции; показатели, оценивающие стоимость как собственных, так и сторонних патентов, лицензий, ноу-хау и других видов интеллектуальной собственности;
- финансовый – инвестиции в НИОКР, нематериальные активы, источники финансирования (возможность выпуска акций и облигаций, привлечения зарубежного и частного инвестора и т.д.).

Принципиальные отличия инновационной деятельности фирмы от текущего производства заключаются в том, что оценка текущего состояния предприятия, в том числе техники и технологии, строится на выявлении условий успеха на основании прошлого опыта и сложившихся тенденций.

Оценки стоимости разработки и времени наиболее важны. Эти показатели выступают в качестве меры объема научно-технических ресурсов, вовлекаемых в проект, и длительности их использования. Важно не только наличие общего ресурса (финансирования), но и потребность в частных ресурсах, и их наличие (специалисты высшей квалификации, площади, производственные рабочие, лабораторное оборудование, производственные мощности, информационное обеспечение и т.д.). Недостаток того или

иного конкретного ресурса может стать решающим фактором в процессе выбора проекта. *SWOT*-анализ предоставляет информацию об основных отличительных преимуществах, которые следует использовать в разработке, чтобы сделать ее конкурентоспособной.

### *Экономические аспекты научных исследований*

Экономические аспекты научных исследований включают в себя:

- планирование объемов работ;
- планирование трудоемкости работ;
- планирование представительских работ;
- обоснование сметы затрат (смета себестоимости проведения НИР);
- обоснование цены НИР;
- оценку эффективности.

По каждой теме проводится организационно-экономическое обоснование и планирование сметной себестоимости. На данном этапе необходимо рассчитать затраты на реализацию стратегии инновационного развития организации с применением затратных показателей:

- удельные затраты на НИОКР в объеме продаж – характеризуют наукоемкость продукции фирмы;
- удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау;
- затраты на приобретение инновационных фирм;
- наличие фондов на развитие инициативных разработок.

На практике часто используются показатели, отражающие удельные затраты фирмы на НИОКР в объеме ее продажи и численность научно-технических подразделений.

Смета затрат на выполнение темы (сметная себестоимость) слагается из следующих типовых статей затрат:

$$S_{СМ} = S_М + Э + S_{ЗП\,осн.} + S_{ЗП\,доп} + S_{об} + S_{Нак} + S_{СВ} + S_{косв} + S_{ком} + S_{контр} + S_{лиц}, \quad (1.1)$$

где $S_М$ – прямые материальные затраты; Э – затраты на техническую электроэнергию; $S_{ЗПосн.}$ –затраты на основную заработную плату исполнителей темы (включая руководителя темы); $S_{ЗП\ доп}$ – затраты на дополнительную заработную плату исполнителей темы; $S_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования (если есть нормы, в противном случае данные затраты относятся к косвенным расходам); $S_{СВ}$ – страховые взносы; $S_{нак}$ – накладные расходы: амортизация на полное восстановление основных средств, расходы на изобретательство и рационализаторство научной организации (оплата труда рационализаторов, изобретателей и других специалистов, разрабатывающих техническую документацию, изготавливающих и испытывающих модели, выплаты вознаграждений авторам, оплата работ по проведению экспертиз), расходы на охрану труда, налоги, сборы, платежи,

расходы на подготовку и переподготовку кадров, представительские расходы (затраты научной организации по приему и обслуживанию представителей других предприятий, организаций и учреждений, включая иностранных, прибывших на переговоры с целью поддержания делового научного сотрудничества), а также участники, приглашенные на учёный совет, ревизионные комиссии и т.д.; $S_{ком}$ – командировочные расходы; $S_{контр}$ – контрагентские расходы – включают затраты, связанные с выполнением каких - либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами и субподрядчиками); $S_{лиц}$ – затраты, связанные с приобретением лицензии и патентов.

$$S_{М} = K_{М} \sum_{c}^{m} Ц_{i} N_{расх\,i}, \qquad (1.2)$$

где $K_{М}$ – коэффициент, учитывающий затраты на транспортные расходы ($K_{М}$ = 1 – 2,5%); $m$ – количество видов (компонентов), материальных ресурсов, потребляемых при выполнении темы; $Ц_i$ – цена приобретенной единицы любого вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м); $N_{расх}$ – количество материальных ресурсов $i$-го вида (планируются при выполнении темы).

Затраты по основной заработной плате исполнителей темы рассчитывается с учётом продолжительности установленной темы (договор, заказ) и занятых исполнителей при выполнении отдельных видов работ:

$$S_{ЗПосн} = \sum_{i}^{n} T_i L_{мес i} R_i, \text{ (руб.)} \qquad (1.3)$$

где $n$ – количество видов работ (категории исполнителей); $T_i$ – количество занятых по теме $i$- й категории исполнителей (мес.); $L_i$ – месячный оклад исполнителей за месяц $i$ -й категории (руб./мес.); $R_i$ – количество исполнителей $i$ -й категории для НИР, финансируемой из госбюджета; $L_{мес i}$ – значение соответствует тарифным ставкам и окладам по ЕТС (единый тарифный справочник).

Затраты на дополнительную заработную плату исполнителей темы:

$$S_{ЗПдоп} = S_{ЗПосн} \alpha, \qquad (1.4)$$

где $\alpha$ = 0,10 … 0,15 – коэффициент, учитывающий доплаты.

В этих затратах учитывается оплата отпусков, доплата за выполнение должностных обязанностей и доплаты с надбавками, предусмотренные трудовым кодексом РФ.

### *Состав и функциональные особенности научно-технических кадров*

**Кадры инновационного предприятия** (ИП) – это прежде всего активные участники процесса создания и освоения новой техники. Сложность структуры кадров обусловливается особенностями задач инноваций, а также спецификой научного и научно-технического труда. Составляю-

щими этой структуры являются кадры научных и инженерных работников, управленческий персонал, рабочие опытного производства, вспомогательный и обслуживающий персонал. Функциональное разделение труда в ИП, как и в любой другой организации, осуществляется распределением работников по профессиям, специальностям, квалификации и должностям [3, 4].

**Научные кадры** – это профессионально подготовленные специалисты, непосредственно участвующие в производстве научных знаний и подготовке научных результатов для практического использования, включая научно- информационную и проектно-конструкторскую деятельность.

**Научно-технические кадры** в международной статистике определяются как совокупность всех лиц, проживающих в стране, имеющих законченное образование третьей ступени (по Международной стандартной классификации образования) в области науки и техники, либо не имеющих его, но занятых научно-технической деятельностью, где обычно требуется подобная квалификация [3, 4].

Основные структурные характеристики научных кадров:

- функциональная;
- профессиональная;
- квалификационная;
- возрастная.

**Функциональная структура кадров** – это распределение работников, занятых в фундаментальных и прикладных исследованиях, разработках и экспериментах.

**Интеллектуальный потенциал специалистов** – совокупность природных способностей и приобретенных знаний, умений, навыков, которые приводятся в действие и используются для достижения определенных научно-технических целей с затратой умственной энергии.

**Мобильность научных кадров** – способность ученых к изменению специализации, объекта исследования, места работы, места жительства и т.п. Она определяет перспективы развития новых научных направлений, способствует усилению интеграции различных областей знания, более полному удовлетворению общественных потребностей.

В условиях экономического роста мобильность расценивается как один из решающих факторов, обеспечивающих успехи страны в сфере науки и техники. В то же время в кризисной ситуации значительный отток кадров из научных организаций может представлять угрозу для дальнейшего развития науки.

Причины эмиграции различны: в основном низкий уровень оплаты труда, отсутствие необходимого оборудования и информации, возможности участия в международном сотрудничестве и т.д. Непосредственной причиной эмиграции выступают, как правило, противоречия между уровнем развития личности, ее потребностями и возможностями, с одной сто-

роны, и условиями их удовлетворения, с другой [3, 4].

Существует и внутренняя миграция: в коммерцию и иные виды деятельности ушли и продолжают уходить лучшие из специалистов. Многие крупные российские коммерческие банки и компании создали и возглавляют бывшие научные сотрудники.

Кадры сферы науки подразделяются на группы:

1) научные работники (включая ученых научно-исследовательских секторов вузов, ведущих научные исследования), а также научно-руководящий персонал;

2) научно-технический и научно-вспомогательный персонал;

3) производственный персонал;

4) административно-хозяйственный персонал.

*Научные работники* представляют особую социально-профессиональную общность. В нее включается целая группа родов занятий, профессий, специальностей, классифицируемых по предмету исследования, роду деятельности в соответствии с разделением труда в науке.

В номенклатуру должностей этих специалистов входят:

- главный научный сотрудник;
- ведущий научный сотрудник;
- старший научный сотрудник;
- научный сотрудник;
- младший научный сотрудник.

При построении организационных структур ИП целесообразно использовать укрупненную группировку специалистов:

- исследователи;
- конструкторы;
- технологи;
- рабочие опытного производства.

**Исследователи** – работники, профессионально занимающиеся НИР и непосредственно осуществляющие создание новых знаний, продуктов, процессов, методов и систем, а также управление указанными видами деятельности. Исследователи обычно имеют высшее образование. В эту категорию включается также административно-управленческий персонал, осуществляющий непосредственное руководство исследовательским процессом (руководители научных организаций и подразделений, выполняющих НИР).

Техники участвуют в НИР, выполняя технические функции, как правило, под руководством исследователей (эксплуатацию и обслуживание научных приборов, лабораторного оборудования, вычислительной техники, подготовку материалов, чертежей, проведение экспериментов, опытов и анализов и т. п.). В основном техники имеют среднее специальное (профессиональное) образование и (или) необходимый профессиональный опыт и знания.

**Конструктор** осуществляет разработку конструкторской документа-

ции на основании результатов прикладных исследований или самостоятельного поиска конструктивных решений изделий, средств эксперимента, технологического оборудования, инструмента и оснастки.

Конечные продукты деятельности конструктора – комплект чертежной документации в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), результаты испытаний опытных образцов, опытных партий и установочных серий, техническое задание на технологическую подготовку для последовательного освоения их производства.

**Технолог** осуществляет разработку технологических процессов в соответствии с результатами конструирования и исследований в области получения новых изделий и материалов для условий конкретного производства. Конечные продукты деятельности технолога – комплекты технологической документации в соответствии с Единой системы технологической документации (ЕСТД), проекты организации производства и задания на приобретение или проектирование технологического оборудования, оснастки и инструмента.

К производственному персоналу относятся **рабочие**, которые участвуют в технологических процессах по изготовлению материальных ценностей или в работах по оказанию производственных услуг (ремонт, техническое обслуживание, перемещение грузов, обеспечение сохранности материалов и комплектующих изделий, участие в проведении экспериментов), а также лаборанты всех профессий.

Рабочие опытного производства участвуют в производственном процессе и выполняют все виды работ по изготовлению и испытанию элементов макетов, опытных образцов и опытных партий изделий, материалов, средств эксперимента, технологического оборудования, оснастки и инструмента. В то же время не все лаборанты в ИП относятся к рабочим. Так, в академической науке имеются лаборанты с высшим или со средним специальным образованием, участвующие в научных исследованиях. Они относятся к специалистам или техническим исполнителям. Потребность в производственном персонале рассчитывается в калькуляциях тем.

**Вспомогательный персонал** охватывает работников, выполняющих вспомогательные функции, связанные с проведением НИР:

- работников планово-экономических, финансовых подразделений, патентных служб, подразделений научно-технической информации, научно-технических библиотек;
- рабочих, осуществляющих монтаж, наладку, обслуживание и ремонт научного оборудования и приборов;
- рабочих опытных экспериментальных производств;
- лаборантов, не имеющих высшего и среднего специального образования.

Прочий персонал (служащие) включает работников по хозяйственному обслуживанию, а также выполняющих функции общего характера, связанные с деятельностью организации в целом (работники бухгал-

терии, кадровой службы, канцелярии, подразделений материально-технического обеспечения и т. п.).

### *Методы нормирования труда*

К процессу нормирования труда предъявляются следующие требования:

1) нормированию подлежат все работы, входящие в НИОКР;

2) нормативы базируются на классификации объектов нормирования и применении групповых методов нормирования;

3) величина затрат рабочего времени у специалиста зависит от сложности и новизны решаемых задач;

4) основой разработки нормативов является статистическая база, содержащая первичную информацию и ряд расчетных данных, состав и объем которых обеспечивают возможность установления численных величин укрупненных и дифференцированных норм трудоемкости.

Особенности труда в сфере науки допускают применение в процессе его нормирования трех основных методов:

- экспертного, нормативы по труду рассчитываются на основе данных системы экспертных оценок;
- суммарного (опытно статистического), трудоемкость определяется по отчетно-статистическим данным о затратах труда в прошлом (система аналогов) с использованием специальных корректирующих коэффициентов;
- расчетно-аналитического, предусматривает использование элементов математической статистики и теории вероятностей при определении трудоемкости как функции основных технических параметров разрабатываемых изделий.

Применение тех или иных методов нормирования труда определяется рядом факторов. Главным является характер проводимых работ и степень подготовленности ИП к нормированию труда.

По степени агрегирования нормативы трудоемкости подразделяются на дифференцированные и укрупненные.

Дифференцированные нормативы – это регламентированные затраты труда на выполнение отдельных работ и заданий с учетом квалификационного уровня исполнителей. Они используются при календарном планировании, распределении индивидуальных заданий, оперативном контроле за деятельностью исполнителей и стимулировании труда.

Укрупненные нормативы – затраты труда на выполнение НИР и ОКР в целом или их этапов. Они используются в качестве основы для определения цен на научно-техническую продукцию и могут найти применение при планировании и контроле деятельности подразделений ИП.

Основные характеристики методов нормирования труда представлены в табл. 1.1.

*Таблица 1.1. Методы нормирования труда, используемые в сфере прикладных исследований и разработок*

| Характеристики методов | Экспертный метод | Суммарный метод | Расчетно-аналитический метод |
|---|---|---|---|
| 1. Область применения | НИР прикладного характера и ОКР с высокой степенью новизны | НИР прикладного характера | ОКР |
| 2. Объект нормирования | НИР или ОКР в целом, отдельные этапы | НИР или ОКР в целом, этапы, виды работ и операции | ОКР в целом, отдельные этапы работ |
| 3. Основные принципы и способы установления трудовых затрат | Система экспертных оценок | Сравнение трудоемкости предстоящих работ с ранее выполняемыми | Установление трудоемкости в зависимости от технических характеристик разрабатываемых изделий |
| 4. Условия применения | Наличие группы | Наличие исходной статистической базы, типовых повторяющихся этапов и видов работ | Параметрические ряды разработок и наличие статистической базы |
| 5. Критерии оценки трудоемкости | Степень новизны | Показатели сложности и новизны | Технические параметры изделий, теснота связи между техническими параметрами и трудоемкостью работы, показатели сложности и новизны |
| 6. Факторы субъективности приустановлении трудовых затрат | В большей степени | В меньшей степени | В незначительной степени |
| 7. Объем подготовительных работ | Небольшой | Значительный | Значительный |
| 8. Степень точности | Низкая | Невысокая | Высокая |
| 9. Вид нормативов | Укрупненные | Укрупненные и дифференцированные | Укрупненные и дифференцированные |
| 10. Разновидности основных методов | Индивидуальный, групповой, дельфийский | Способ аналогов, передовых коэффициентов, типовых этапов и др. | Способ бальных оценок, корреляционный и многофакторный анализ |

## *Нормирование труда исследователей*

Процесс создания новой техники невозможен без исследовательской деятельности, основу которой составляет научный и научно-технический труд.

В общем виде работы исследователей подразделяются на две стадии:

1) постановка задачи, изучение литературы по проблеме и научно-технического опыта, анализ задачи, разработка программы эксперимента;

2) стадия полупроизводственного характера, соединяющая умственный труд с практическими работами (эксперимент, испытание и доводка образцов).

При создании дифференцированных нормативов особенно важен выбор объекта нормирования, поддающегося количественному измерению. Например, объектом нормирования при определении дифференцированных нормативов могут быть:

- структурные элементы (печатная плата, модуль, блок, устройство, стойка, система);
- микросборка;
- узлы специального применения;
- аппаратная часть систем управления для их оригинальных структурных элементов (модуля, блока, устройства, пульта, системы);
- программная часть систем управления для их оригинальных структурных элементов (процедуры, модуля программного, технологической операции, ЭВМ, системы);
- для исследовательских и методических работ соответствующие конечные результаты (число измерений, параметр, образец и др.).

Дифференцированные нормативы подразделяются на общие и специализированные. К общим дифференцированным нормативам относятся: научно-организационная работа; математическое обеспечение; разработка, ведение и оформление технической документации и т.д. К специализированным нормативам относятся те, которые отражают специфику деятельности подразделения в соответствии с его функциональным назначением: разработка аппаратной части, оригинальных структурных элементов (модулей, блоков, устройств) микроэлектроники и т.д.

Специализированные дифференцированные нормативы трудоемкости различных видов могут создаваться расчетно-аналитическим методом.

В основу определения трудоемкости отдельных исследовательских работ положен принцип конечного результата, характеризующий единицы измерения объема нормируемых работ: число серийных или стандартных образцов, число рентгеновских линий, измерений, характеристик.

Общие дифференцированные нормативы трудоемкости отдельных видов научно-организационной работы определяются экспертным или суммарным методом. Нормативы трудоемкости разработки математического обеспечения и оформления технической документации определяются суммарным методом.

При создании укрупненных нормативов в качестве базовой нормирующей единицы принимают функциональный узел. Путем выбора, анализа и синтеза функциональных узлов исследователь может создать прак-

тически неограниченное количество устройств самого различного назначения.

При этом в основу положены два основных принципа:

1) трудоемкость разработки изделия пропорциональна его сложности;

2) сложность изделия – комплексный показатель, зависящий от жесткости заданных технико-экономических показателей изделия.

Трудоемкость разработки изделия определяется по формуле

$$T = r\,(T_у + T_т), \qquad (1.5)$$

где $r$ – коэффициент изменения трудоемкости; $T_у$ – трудоемкость разработки функциональных устройств, входящих в изделие; $T_т$ – трудоемкость составления текстовой документации.

### *Система оплаты труда*

Основные положения концепции оплаты труда определяются пятью принципами:

1. Равные возможности в оплате за равный труд.
2. Дифференциация оплаты труда в зависимости от его количества, качества, сложности и результативности труда.
3. Учет затрат на воспроизводство рабочей силы.
4. Учет инфляционных процессов при установлении размеров оплаты труда.
5. Изменение системы трудовых отношений и найма, наличие рынка труда.

*Штатно-окладная система оплаты труда*

Основой организации оплаты труда сотрудников ИП является штатно-окладная система, состоящая из квалификационных справочников должностей руководителей, научных сотрудников, специалистов, служащих и схем должностных окладов. Эта система позволяет соизмерять между собой конкретные виды труда, учитывать их сложность, условия труда, отражать качество в заработной плате. С помощью форм и систем оплаты труда устанавливается связь заработка работников с количественными и качественными результатами их труда.

Размер заработной платы определяется при этом на основе схем месячных должностных окладов. В схемах дается перечень установленных для ИП должностей с указанием месячных окладов по каждой должности. Оклады руководителей ИП дифференцируются по группам ИП в зависимости от их значений. В схемах установлены минимальный и максимальный размеры окладов, что позволяет руководителям регулировать размер оклада с учетом личных качеств работника, его квалификации и трудового вклада в решение поставленных задач.

Материальное поощрение работников ИП включает: систематиче-

ские выплаты (надбавки к должностным окладам) за выполнение особо важной работы, за высокие достижения в труде (профессиональное мастерство); доплаты за совмещение профессий (должностей), расширение зон обслуживания или увеличение объема выполняемых работ, выполнение обязанностей отсутствующего работника.

Надбавки и доплаты устанавливаются (увеличиваются, уменьшаются или отменяются полностью) руководителем организации и оформляются приказом с указанием сроков действия, размеров, условий назначения, оснований отмены (уменьшения) и порядка выплаты. Надбавки и доплаты включаются в заработок, на который начисляются районный коэффициент, а также процентные надбавки за работу в районах Крайнего Севера и в местностях, приравненных к ним, и учитываются при начислении средней заработной платы работников (для оплаты ежегодных отпусков, выплаты пособий по государственному социальному страхованию, при назначении пенсий и в других случаях).

В рыночных условиях хозяйствования осуществляется переход к премированию работников ИП только за законченные исследования и разработки с учетом их научного и технического уровня. В пределах сумм премий, установленных для коллектива в целом, премия каждому работнику должна выплачиваться дифференцированно, в зависимости от его личного вклада в коллективные результаты работы. Положение о премировании, разрабатываемое в организации, должно регулировать распределение фонда материального поощрения в рамках организации в целом.

Таким образом, для научных работников и специалистов используется окладно-премиальная система оплаты труда, что предполагает реальное ограничение размера заработка работников структурного подразделения в целом, ибо сверх должностных окладов могут быть распределены в зависимости от личного трудового вклада лишь полученная экономия фонда заработной платы и фонд материального поощрения. Но даже при наличии определенных ограничений и в рамках окладно-премиальной системы оплаты труда действующие нормативные документы по организации заработной платы позволяют для значительной категории руководителей структурных подразделений и специалистов реализовать положение Закона РФ о государственном предприятии (объединении) о том, что заработная плата работника максимальным размером не ограничивается.

*Контрактная система оплаты труда*

Контракт может быть заключен на срок до пяти лет. Конкретный срок контракта определяется соглашением сторон. По окончании срока действия контракта по соглашению сторон он может быть продлен или заключен на новый срок. За невыполнение или ненадлежащее выполнение обязательств, предусмотренных в контракте, последний может быть до-

срочно расторгнут. При подготовке контракта и подборе кандидатов на должность руководителя государственного ИП рассматриваются предложения совета этого ИП по вопросам, относящимся к компетенции совета по условиям контракта.

В контрактах с руководителями ИП отражаются:

- срок действия контракта;
- права, обязанности и ответственность сторон;
- условия оплаты и организации труда;
- основания прекращения и расторжения контракта;
- социально-бытовые и другие условия, необходимые для выполнения принятых сторонами обязательств с учетом специфики производства, отраслевых особенностей и финансовых возможностей предприятия.

Условия оплаты труда, определяемые в контракте, должны устанавливаться в прямой зависимости от результатов производственно- хозяйственной деятельности предприятия, его прибыли.

### *Методы стимулирования творческого труда*

Успех инновационного процесса во многом зависит от того, в какой степени его непосредственные участники – ученые, инженеры, конструкторы, рабочие, являющиеся наемными работниками, – заинтересованы в быстром и экономически эффективном внедрении результатов НИОКР в производство. Решающее значение приобретает трудовая мотивация работников и стимулирование их высокопроизводительного труда со стороны управляющих ИП.

Задача стимулирования научно-технического труда весьма сложна в силу специфики этого вида деятельности.

Во-первых, необходимо добиться повышения умственной активности, стимулировать поиск нестандартных решений, создать и поддерживать атмосферу творчества, т. е. вторгнуться в сферу, которая всегда считалась неподвластной рациональному внешнему воздействию.

Во-вторых, в рыночной экономике важен не сам по себе инновационный процесс, а его коммерческий результат, выражающийся в конкретных показателях эффективности: росте прибыли, снижении издержек, повышении качества продукции.

Коммерческий критерий играет решающую роль и в оценке значимости труда новаторов. Таким образом, подход современных компаний к стимулированию труда в инновационном процессе определяется двумя главными моментами – стремлением максимально активизировать творческую личность и направить эту активность на достижение конкретного экономического результата.

Большое значение для стимулирования труда имеют и специфические качества, присущие работникам этой сферы. Люди, занятые разра-

боткой и внедрением новой техники и продукции, отличаются высоким уровнем образования, являются наиболее развитыми в интеллектуальном отношении среди всех категорий наемных работников. Они обладают аналитическим мышлением, повышенным чувством собственного достоинства, самостоятельностью и независимостью.

В этом смысле стимулирование научно-технического труда является задачей более сложной, чем стимулирование труда промышленных или сельскохозяйственных работников, требует нестандартных подходов, максимального учета индивидуальных особенностей работника.

При решении этой задачи можно выделить несколько общих, наиболее существенных моментов:

1) использование большого числа материальных и нематериальных стимулов и попытки создания взаимодополняющей системы стимулирования труда в инновационном процессе (причем нематериальные стимулы преобладают);

2) широкое применение организационных и психологических стимулов, ориентированных на потребности высшего порядка (в самовыражении, реализации индивидуальности и т.д.);

3) придание стимулированию труда в инновационном процессе постоянного характера, а не единичной акции или временной кампании.

Наиболее эффективным методом повышения отдачи труда специалистов в области инноваций является, по мнению американских исследователей, самомотивация, т.е. состояние, при котором стремление к творческому труду исходит от самого работника, а не от «внешнего раздражителя» (например, денежной премии). Задача управляющих по существу состоит в том, чтобы создать условия, в которых бы в наибольшей степени раскрылся творческий потенциал работника, возникла устойчивая потребность в напряженном и результативном инновационном труде.

Большое значение для самомотивации работников инновационной сферы имеет соотношение указаний и команд, поступающих сверху, и решений, принимаемых коллективно и самостоятельно участниками нововведенческой деятельности. «Чем больше свободы, тем больше простора для творчества» – по этому принципу пересматривается управление многих фирм.

Одновременно с возросшей самостоятельностью инноваторы несут ответственность за результаты своего труда, мера которой в четкой форме определяется до начала работы. Тем не менее существуют оптимальные пределы автономии работника, которые определяются коммерческим характером инновационного процесса: важно, чтобы творчество не превратилось в самоцель без учета финансовых затрат и результатов. Поэтому большинство фирм – лидеров в области НТП выбирает такой вариант организации труда, когда ученые и инженеры имеют значительную степень производственной свободы и одновременно тесные и постоянные контакты с управляющими,

что позволяет сделать их работу более ориентированной на достижение коммерческого успеха.

Следовательно, стимулирование труда в инновационном процессе направлено на решение двуединой задачи – максимально разбудить творческую активность лиц, занятых инновациями, и направить эту активность на решение конкретных, коммерчески ориентированных задач ИП. Там, где это удается, достигается процветание и создаются изделия, отвечающие самым жестким требованиям современного потребителя.

## 1.5. Организация оценки идей НИР

Большая часть критериев оценки не относится к научно-технической области. Инновации (успешные и неуспешные) распространяются на деятельность всей компании и становятся частью ее экономической деятельности. Эффективность решений по оценке проектов обеспечивается за счёт привлечения в группу, производящую оценку проекта:

- специалистов в соответствующей научной области;
- специалистов в других научно-технических областях;
- пользователей результатов проектов;
- людей, обладающих навыками менеджмента и знающих экономику;
- специалистов, прежде участвовавших в проведении оценок;
- людей, обладающих опытом в области формирования научно-технической политики.

Простейшим методом оценки является составление перечня всех критериев, фильтрации идей. Поскольку оценка НИОКР есть непрерывный процесс, то по мере выполнения НИОКР оценки детализируются и уточняются.

Кроме оценок по частным критериям, необходимо установить рейтинговые веса групп факторов и отдельных факторов, а далее осуществить свертывание всех оценок в одну по выбранной методике (например, аддитивным или мультипликативным образом, методом проведения сложных экспертиз) [5].

На практике надо выбрать оптимальный набор НИОКР. Математически такие задачи сводятся к направленному перебору вариантов [6, 7]. Эвристический алгоритм отбора идей в мультикритериальном процессе базируется на так называемом «поиске фильтрующим лучом» (*FBS – filtered beam search*).

Традиционные алгоритмы отбора основывается на ранжировании идей по рангам, определенным менеджментом. Модели выбора портфеля с использованием техники математического программирования отбирают оптимальную группу НИОКР, однако они исключают планирование. Планирование осуществляется после выбора группы НИОКР.

Пространство решений визуализируется деревом поиска, где каждый путь в ветвях – потенциальное решение, а узлы представляют отдельные проекты. Основная идея состоит в использовании при лучевом поиске оценочных функций для определения, по каким ветвям следует продолжать поиск. Процедура состоит из ряда шагов:

- генерация начальных узлов (т.е. списка идей);
- оценка узлов на текущем уровне по задаче ранга 1. На этом этапе остаются только лучшие узлы;
- наилучшие узлы по шагу 2 оцениваются в соответствии с задачей фильтрации ранга 2;
- узлы, прошедшие фильтрацию, снова оцениваются по задаче ранга 1. Лучшие узлы сохраняются, а остальные ветви аннулируются (проекты сохраняются);
- генерируется следующий уровень поиска идей, отобранных на шаге 4;
- узлы отсеиваются по бюджетным ограничениям;
- если нарушения остаются, процесс возвращается к шагу 2.

Процедура *FBS* позволяет менеджеру подстраивать вариант списков идей и использовать эвристику, которая отражает его мнение по действительному рыночному окружению фирмы.

На успех инноваций влияет широкий спектр факторов, многие из которых количественно трудноопределимы и выдвигают на первый план «портфельный» подход к рассмотрению НИОКР, производства, маркетинга и финансовых вопросов. Необходимо провести комплексную оценку в течение всей работы над проектом с участием служб всех сфер деятельности фирмы.

Анализ должен исходить из того, что:

- каждый фактор, имеющий влияние на экономические параметры НИОКР, должен быть тщательно оценен;
- отвергаются НИОКР, не удовлетворяющие хотя бы одному существенному критерию;
- обнаруживается и оценивается необходимость в дополнительной информации;
- существует база для сопоставления НИОКР;
- существует процедура согласования действий руководителей фирмы, НИОКР и других служб;
- разработана процедура обобщающей оценки (методы свертывания многокритериальных оценок);
- последнее решение по проекту зависит от проницательности, конструктивной позиции, интуиции руководителя корпорации.

Построение дерева инновационной цели (ДЦ):

1. На каждом уровне ДЦ комплекс подцелей должен быть необходим и достаточен для достижения вышестоящей цели.

2. Расчленение (декомпозиция) цели на подцели на каждом уровне ДЦ ведется только по одному признаку декомпозиции (правило классификации).

3. Каждая выделяемая подцель (как промежуточный результат) должна относиться к организационно-обособленному субъекту деятельности – организации, подразделению.

4. В зависимости от назначения ДЦ требуется установить, на каком структурном уровне закончить декомпозицию цели: организации, подразделения, исполнителя.

Признаки (уровни) декомпозиции инновационной цели создания нового продукта:

1) формулируется главная (генеральная, основная) цель;

2) устанавливаются подцели по стадиям жизненного цикла НИОКР;

3) по каждой стадии устанавливаются подцели адаптации фирмы к инновационному процессу в разрезе блоков подготовки: ресурсов, технологии, управления, организационной структуры;

4) по более сложно структурированным блокам устанавливаются частные подцели по элементам (по ресурсному блоку – подцели по трудовым ресурсам, материально-техническим, информационным, финансовым).

Дерево целей строится до уровня, на котором можно установить ответственного исполнителя и приступить к формированию состава мероприятий программы достижения цели.

# 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ НИР

***Научно-исследовательская работа (НИР)*** – первая стадия НИОКР, где реально начинает создаваться научно-техническая база будущих технических (и других) инноваций. Основой НИР являются знания, накопленные человечеством за прошлые периоды развития. К завершающей стадии НИР должна быть сформирована концепция конкретного продукта, технологии, бизнес-процессов. Разработчик НИР, определяя основные направления исследований, решает главную стратегическую задачу сферы НИОКР: что будет делать фирма в дальнейшем.

Научно-исследовательская работа служит, чтобы найти новые пути научно-технического прогресса. Практика НИОКР свидетельствует, что основные идеи, заложенные в начале проекта, обычно сохраняются до его завершения, этому способствуют:

- созданная в процессе НИР научная база – «заставляет» следовать в процессе последующей ОКР намеченной в НИР концепции (хотя бы потому, что другие направления не проработаны на уровне соответствующих НИР);
- научный руководитель НИР на практике становится главным конструктором последующей ОКР, в значительной мере его эмоциональное тяготение к проработанной тематике и определяет концепцию ОКР (тоже происходит с командой менеджеров и исследователей по НИР).

## 2.1. Виды НИР и их основные этапы

**Научно-исследовательские работы** – работы научного характера, связанные с научным поиском, проведением исследований, в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и в обществе, научных обобщений и научного обоснования проектов.

Научные исследования могут быть подразделены на (табл. 2.1):

- теоретические поисковые, в которых не ставятся конкретные практические задачи; они предназначены, в основном, для питания новыми идеями различных областей науки;
- теоретические фундаментальные – целенаправленные исследования, в которых кроме основной цели часто достигаются побочные результаты;
- прикладные, имеющие целью обеспечить создание конкретных изделий.

Фундаментальные и поисковые работы в жизненный цикл изделия не включаются. Однако на их основе осуществляется генерация идей, которые могут трансформироваться в проекты НИОКР.

**Фундаментальные исследования** *(ФИ)* – это теоретическая или

экспериментальная деятельность, направленная на получение новых знаний и выявление наиболее существенных закономерностей в материальном мире. Всего 5-10% фундаментальных НИР дают результат. Результатом ФИ является теория, открытие, новый принцип действия. Главная цель ФИ – раскрытие неизвестных явлений природы и общества. Здесь имеет место свобода выбора области исследования и методов научной работы.

*Таблица 2.1. Виды научно-исследовательских работ*

| **Виды исследований** | **Результаты исследований** |
|---|---|
| Фундаментальные НИР | Расширение теоретических знаний. Получение новых научных данных о процессах, явлениях, закономерностях, существующих в исследуемой области; научные основы, методы и принципы исследований |
| Поисковые НИР | Увеличение объема знаний для более глубокого понимания изучаемого предмета. Разработка прогнозов развития науки и техники; открытие путей применения новых явлений и закономерностей |
| Прикладные НИР | Разрешение конкретных научных проблем для создания новых изделий. Получение рекомендаций, инструкций, расчетно-технических материалов, методик. Определение возможности проведения ОКР по тематике НИР |

**Поисковые исследования** (ПИ) – новые разработки металла, новая формула полимерного волокна и т.д., поисковые исследования проводятся в институтах РАН, частично в вузах и отраслевых институтах.

Вероятность применения поисковых исследований составляет порядка 30%. Результаты, полученные по окончании поискового исследования, ведут к прикладному исследованию.

**Прикладные исследования** направлены на изучение путей практического применения ранее открытых явлений и процессов. Цель НИР прикладного характера – разрешение определенных технологических проблем, уточнение неясных теоретических вопросов, получение конкретных научных результатов при строго научных методах на основе имеющихся доказательств. Их задача – дать ответ на вопрос: возможно ли создание нового вида продукции и с какими характеристиками? Прикладные НИР являются одной из стадий жизненного цикла изделия. Порядок проведения НИР регламентируется ГОСТ 15.101-80. Конкретный состав этапов и характер выполняемых в их рамках работ определяются спецификой НИР.

Рекомендуются следующие основные этапы НИР:

- разработка технического задания (ТЗ) на НИР;
- выбор направлений исследования;

- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценка результатов исследований.

*Таблица 2.2.* Этапы НИР и состав работ

| Этапы НИР | Состав работ |
|---|---|
| Разработка ТЗ на НИР | Научное прогнозирование. Анализ результатов фундаментальных и поисковых исследований. Изучение патентной документации. Учет требований заказчиков |
| Выбор направления исследования | Сбор и изучение научно-технической информации. Составление аналитического обзора. Проведение патентных исследований. Формулирование возможных направлений решения задач, поставленных в ТЗ на НИР, и их сравнительная оценка. Выбор и обоснование принятого направления исследований и способов решения задач. Сопоставление ожидаемых показателей новой продукции после внедрения результа- тов НИР с существующими показателями изделий-аналогов. Оценка ориентировочной экономической эффективности новой продукции. Разработка общей методики проведения исследований. Составление промежуточного отчета |
| Теоретические и экспериментальные исследования | Создание рабочих гипотез, построение моделей объекта исследований, обоснование допущений. Выявление необходимости проведения экспериментов для подтверждения отдельных положений теоретических исследований или для получения конкретных значений параметров, необходимых для проведения расчетов. Разработка методики экспериментальных исследований, подготовка моделей (макетов, экспериментальных образцов), а также испытательного оборудования. Проведение экспериментов, обработка полученных данных. Сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями. Корректировка теоретических моделей объекта. Проведение при необходимости дополнительных экспериментов. Проведение технико-экономических исследований. Составление промежуточного отчета |
| Обобщение и оценка результатов исследований | Обобщение результатов предыдущих этапов работ. Оценка полноты решения задач. Разработка рекомендаций по дальнейшим исследо- ваниям и проведению ОКР. Разработка проекта ТЗ на ОКР. Состав- ление итогового отчета. Приемка НИР комиссией |

Научно-исследовательская работа – является начальной стадией инновационного продукта и проводится по техническому заданию (ТЗ).

**Техническое задание** *(ТЗ)* – обязательный документ НИР, в котором определены цель, содержание, порядок выполнения работы и способ реализации результатов НИР. Техническое задание согласовывается с заказчиком. Заключение НИР обсуждается на научно-техническом совете, где рассматривается соответствие выполненной работы ТЗ НИР, обоснование выводов и рекомендации, позволяющие вынести решение о продолжении работа на следующем жизненном цикле проекта.

Различают технические задания двух видов:

1) на выполнение НИР;

2) на выполнение ОКР и технологическую работу.

ТЗ на выполнение НИР содержит следующие сведения:

- наименование темы НИР;
- исполнитель;
- заказчик;
- основание для разработки;
- статус работника;
- источник финансирования;
- исходные данные;
- состояние проблемы;
- цель работы;
- научная новизна работы, преимущества;
- содержание работы;
- конечный результат работы;
- область применения;
- внедрение результатов работы;
- права сторон;
- требования, предъявляемые к продукции;
- условия проведения работ;
- стоимость работ;
- сроки выполнения работ;
- предмет нормирования;
- перечень основных исполнителей;
- требования к состоянию исполнителей;
- перечень результатов;
- особые условия.

## 2.2. Организация научно-исследовательских работ

Совокупность работ, выполняемых при проведении НИР по определенной проблеме называется темой [8].

Типовые стадии темы, а также возможные этапы работ по стадиям следующие:

1) стадия – разработка технического задания. Анализируют патентную и научно-техническую информацию по отечественным и зарубежным работам данного направления; на основе этого уточняют задачи исследований, разрабатывают технико-экономическое обоснование темы. Затем заказчик или головная организация составляют и согласовывают техническое задание;

2) стадия – разработка технического предложения. Подбирают и анализируют источники научно-технической информации, разрабатывают, согласовывают и утверждают техническое предложение;

3) стадия – проведение теоретических и экспериментальных исследований, которые состоят из следующих этапов:

– теоретические разработки, в процессе которых проверяют научные

и технические идеи; разрабатывают методику исследований, схемы, теоретические обоснования, расчеты, выявляют необходимость экспериментальных работ, составляют методику их проведения;

– проектирование, изготовление макетов и экспериментальных образцов; в процессе изготовления осуществляется контроль за их качеством и комплектностью;

– экспериментальные работы, осуществляемые, как правило, в экспериментальных цехах или опытном производстве; в результате экспериментов устанавливается степень соответствия полученных данных расчетам и теоретическим выводам; по результатам вносят исправления в разработанные схемы, расчеты, проекты;

4) стадия – оформление результатов НИР. Составляют отчетную документацию, включая материалы по новизне и целесообразности использования результатов НИР, по экономической эффективности темы; на этой стадии может быть создан проект технического задания на опытно-конструкторские работы по итогам проведения исследований;

5) стадия – приемка темы. Проводится, как правило, путем обсуждения и утверждения результатов на научно-техническом совете данной организации и подписания акта заказчика о принятии НИР.

Экономические аспекты научных исследований включают в себя:

1) планирование объемов;

2) планирование трудоемкости;

3) планирование представительских работ;

4) обоснование сметы затрат (смета себестоимости проведения НИР);

5) обоснование цены;

6) оценка эффективности.

По каждой теме проводится организационно-экономическое обоснование и планирование сметной себестоимости. Смета затрат на выполнение темы (сметная себестоимость) слагается из типовых статей затрат.

Прямые материальные затраты – затраты на материальные ресурсы (расходы материалов для изготовления образцов);

$$S_{\text{м}} = \sum_{i=1}^{m} \text{Ц}_i N_{\text{расх}i}, \qquad (2.1)$$

где $m$ – количество видов (компонентов), материальных ресурсов, потребляемых при выполнении темы; $\text{Ц}_i$ – цена приобретенной единицы, любого вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт, руб./кг., руб./м., и т.п); $N_{\text{расх}}$ – количество материальных ресурсов $i$-го вида (планируются при выполнении темы).

Затраты по основной ЗП исполнителей темы рассчитываются с учётом продолжительности установленной темы (договор, заказ) и занятых исполнителей при выполнении отдельных видов работ [4].

$$S_{\text{ЗП}_{\text{осн}}} = \sum_{i=1}^{n} T_i L_{\text{мес}i} R_i \text{ , (руб.) ,} \qquad (2.2)$$

где $n$ – количество видов работ (категорий исполнителей); $T_i$ – количество занятых по теме $i$-й категории исполнителей (мес.); $L_i$ – месячный оклад исполнителей за месяц $i$-й категории (руб./мес.); $R_i$ – количество исполнителей $i$-й категории для НИР; $L_{мес i}$ – значение соответствует тарифным ставкам и окладам по ЕТС (единый тарифный справочник).

Затраты на дополнительную заработную плату исполнителей темы:

$$S_{ЗП_{доп}} = \alpha S_{ЗП_{осн}} , \qquad (2.3)$$

где $\alpha$ = 0,10 … 0,15 – коэффициент, учитывающий доплаты.

В этих затратах учитывается оплата отпусков, доплата за выполнение гражданских обязанностей, иные доплаты, предусмотренные трудовым кодексом РФ.

## 2.3. Информационное обеспечение прикладной НИР

На стадии разработки технического задания на НИР используются следующие виды информации [3]:

- объект исследования;
- описание требований к объекту исследования;
- перечень функций объекта исследования общетехнического характера;
- перечень физических и других эффектов, закономерностей и теорий, которые могут быть основой принципа действия изделия;
- технические решения (в прогнозных исследованиях);
- сведения о научно-техническом потенциале исполнителя НИР;
- сведения о производственных ресурсах (применительно к объекту исследований);
- сведения о материальных ресурсах;
- маркетинговые сведения;
- данные об ожидаемом экономическом эффекте. Дополнительно используется следующая информация:
- методы решения отдельных задач и обработки информации;
- общетехнические требования (стандарты, ограничения вредных влияний, требования по надежности, ремонтопригодности, эргономике и т.д.);
- проектируемые сроки обновления продукции;
- предложения лицензий и ноу-хау по объекту исследований.
- На последующих этапах НИР в качестве базы в основном используется перечисленная информация. Кроме того, дополнительно учитываются:
- сведения о новых принципах действия, новых гипотезах, теориях, результатах НИР;
- данные экономической оценки, моделирования основных процессов, оптимизации многокритериальных задач, макетирования, типовых расчетов, ограничений;

- требования к информации, вводимой в информационные системы и т.д.

## 2.4. Методы оценки научно-технической результативности НИР

Эффектность НИР определяется с учетом различных видов проявления полезного эффекта, который может быть получен при использовании его результатов [9]:

- *социальный эффект* – проявляется в повышении безопасности для жизни и здоровья человека, безопасности труда, улучшении условий труда, снижении вредных профессиональных заболеваний, повышении экономической безопасности и других социально-значимых результатах;
- *оборонная эффективность* – характеризуется значимостью результатов НИР для обеспечения обороноспособности страны. Результат НИР может быть внедрен при выполнении боевой задачи, и оценен по степени защиты объекта от поражения противником или уровня сохраняемости государственной промышленности и секретов и др.;
- *экономическая эффективность* – определяет стоимостную оценку результатов НИР, проявляется в снижении себестоимости продукции, работ и услуг, росте прибыли;
- *научно-техническая эффективность* – отражает прирост информации для внутринаучного потребления, возможно использование результатов других научных исследований (научных публикаций, докладов, открытий, защит, диссертаций, изобретений).

Социальная и экономическая эффективность присуща всем видам научных работ. *Научная эффективность* – особенность фундаментальных и поисковых исследований. Научно-техническая эффективность (НТЭ) характерна для прикладных исследований и опытно-конструкторских работ, применяется при распределении грантов по темам. Техническая эффективность присуща разработке на этапе освоения.

Эффективность научных исследований характеризуется общим соотношением результатов и затрат (рис. 2.1).

Оценка научной и научно-технической результативности НИР производится с помощью системы взвешенных балльных оценок. Для фундаментальных НИР рассчитывается только коэффициент научной результативности (табл. 2.3), а для поисковых работ – и коэффициент научно- технической результативности (табл. 2.4). Оценки коэффициентов могут быть установлены только на основе опыта и знаний научных работников, которые являются экспертами. Оценка научно-технической результативности прикладных НИР производится на основе сопоставления достигнутых в результате выполнения НИР технических параметров с базовыми (которые можно было реализовать до выполнения НИР).

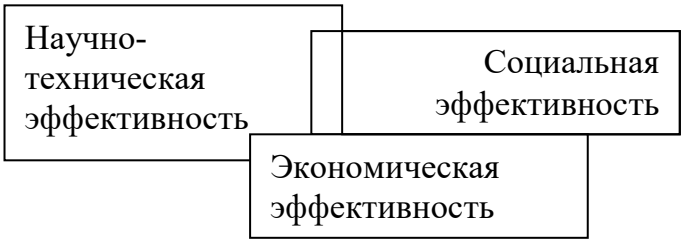

Рисунок 2.1. Взаимодействие научно-технической, социальной и экономической эффективности

В этом случае коэффициент научно-технической результативности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{НТр}} = \sum_{i=1}^{k} K_{\text{ВП}i} K_{\text{П}i}, \qquad (2.4)$$

где $k$ – число оцениваемых параметров; $K_{\text{ВП}i}$ – коэффициент влияния $i$-го параметра на научно-техническую результативность; $K_{\text{П}i}$ – коэффициент относительного повышения $i$-го параметра по сравнению с базовым значением.

*Таблица 2.3. Характеристики факторов и признаков научной результативности НИР*

| **Фактор научной результативности** | **Коэффициент значимости фактора** | **Качество фактора** | **Характеристика фактора** | **Коэффициент достигнутого уровня** |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Новизна полученных результатов | 0,5 | Высокая | Принципиально новые результаты<br>Новая теория<br>Открытие новой закономерности | 1,0 |
| | | Средняя | Некоторые общие закономерности<br>Методы, способы, позволяющие создать принципиально новую продукцию | 0,7 |

*Окончание таблицы 2.3*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Новизна полученных результатов | 0,5 | Недостаточная | Положительное решение на основе простых обобщений, анализа связей факторов Распространение известных принципов на новые объекты | 0,3 |
| | | Тривиальная | Описание отдельных факторов Распространение ранее полученных результатов Реферативные обзоры | 0,1 |
| Глубина научной проработки | 0,35 | Высокая | Выполнение сложных теоретических расчетов Проверка на большом объеме экспериментальных данных | 1,0 |
| | | Средняя | Невысокая сложность расчетов Проверка на неболь- шом объеме экспери- ментальных данных | 0,6 |
| | | Недостаточная | Теоретические расчеты просты Эксперимент не проводился | 0,1 |
| Степень вероятности успеха | 0,15 | Большая | | 1,0 |
| | | Умеренная | | 0,6 |
| | | Малая | | 0,1 |

В соответствии с постановкой задачи прикладной НИР ее обобщенные исходы могут иметь следующий характер:

- отрицательные результаты (например, вывод – создать новый образец техники не представляется возможным на основе исследованных научных направлений);
- промежуточные результаты (необходимо продолжить исследования);
- положительные результаты (на основе полученных в НИР результатов можно приступить к выполнению ОКР, в этом случае в состав итогового отчета по НИР включается проект технического задания на ОКР). Методы исследований, применяемые в НИР, должны быть согласованы с поставленной задачей и спецификой предмета исследования.

*Таблица 2.4. Характеристики факторов и признаков научно-технической результативности НИР*

| **Фактор научно-технической результативности** | **Коэффициент значимости фактора** | **Качество фактора** | **Характеристика фактора** | **Коэффициент достигнутого уровня** |
|---|---|---|---|---|
| Перспективность использования результатов | 0,5 | Первостепенная | Результаты могут найти применение во многих научных направлениях | 1,0 |
| | | Важная | Результаты будутиспользованы при разработке новыхтехническихрешений | 0,8 |
| | | Полезная | Результаты будут использованы при последующих НИР и разработках | 0,5 |
| Масштаб реализации результатов | 0,3 | Национальная экономика | Время реализации:<br>до 3 лет,<br>до 5 лет,<br>до 10 лет,<br>свыше 10 лет | <br>1,0<br>0,8<br>0,6<br>0,4 |
| | | Отрасль | Время реализации:<br>до 3 лет,<br>до 5 лет,<br>до 10 лет,<br>свыше 10 лет | <br>0,8<br>0,7<br>0,5<br>0,3 |
| | | Отдельные фирмы и предприятия | Время реализации:<br>до 3 лет,<br>до 5 лет,<br>до 10 лет,<br>свыше 10 лет | <br>0,4<br>0,3<br>0,2<br>0,1 |
| Завершенность результатов | 0,2 | Высокая | Техническое задание на ОКР | 1 |
| | | Средняя | Рекомендации, развернутый анализ, предложения | 0,6 |
| | | Недостаточная | Обзор, информация | 0,4 |

При расчете эффективности, кроме экономической, используют метод экспертной оценки. При оценке НТР НИР можно использовать коэффициент НТЭ [10]:

$$K_{\text{НТЭ}} = \sum_{i=1}^{m} r_i b_i, \qquad (2.5)$$

где $m$ – количество признаков НТЭ; $r_i$ – бальная оценка $i$-го признака НТЭ; $b_i$ – уровень значимости $i$-го признака НТЭ (табл. 2.5).

*Таблица 2.5. Бальные значения признаков НТЭ*

| **Признаки НТЭ** | | **Бальные значения, $r_i$** | **$b_i$** |
|---|---|---|---|
| Ожидаемый уровень результатов НИР | Принципиальное новшество | 10 | 0,6 |
| | Отличительно новый | 4 | |
| | Не обладающий новизной | 0 | |
| Теоретический уровень НИР | Установление новых теоретических знаний | 10 | 0,4 |
| | Глубокая проработка проблемы | 8 | |
| | Разработка способа, литературы, программы | 6 | |
| Возможность практического использования результатов | В течение 1-2 лет | 10 | 0,2 |
| | 3-5 лет | 5 | |
| | Свыше 5 лет | 2 | |
| | Неопределенные возможности | 0 | |

## 2.5. Особенности оценки эффективности НИР

Практика показывает, что зачастую невозможно определить эффективность результатов исследования в стоимостном виде. Анализ и оценка эффективности НИР проводится комплексно на основе системных показателей, характеризующих научно-технический уровень, экономическую эффективность, объем и сложность проводимых работ. Одним из важнейших показателей качества НИР является достоверность полученных результатов, правовая защищенность, нормализация и стандартизация, востребованность.

Для научно-исследовательской организации минимальными затратами являются предпроизводственные (полная себестоимость темы). Общие затраты НИОКР характеризуются приведенными затратами с учётом дисконтирования:

$$C_{\text{НИР}} = \sum_{i=1}^{T_{\text{НИР}}} S_{\text{НИР}t}\,\alpha_S + r\sum_{i=1}^{T_{\text{НИР}}} K_{\text{НИР}t}\,\alpha_k\,, \qquad (2.6)$$

где $\alpha_S$, $\alpha_K$ – коэффициент приведенных затрат и инвестиций с учётом фактора времени (дисконтирования); $K_{\text{НИР}t}$ – величина приращения вложений в $t$-м году периода; $r$ – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений. На раннем этапе расчета оценивается определяется предварительным ожиданием и фактической экономической эффективностью [3]. Реальный экономический эффект определяется экономическими

затратами, которые могут быть получены при планируемом объеме производства (рис. 2.2). Расчет экономической эффективности НИОКР ведется в три основные этапа [3]:

1) при включении каждой темы в тематический план;
2) по окончанию выполнения темы;
3) после внедрения в производство результатов работы по теме.

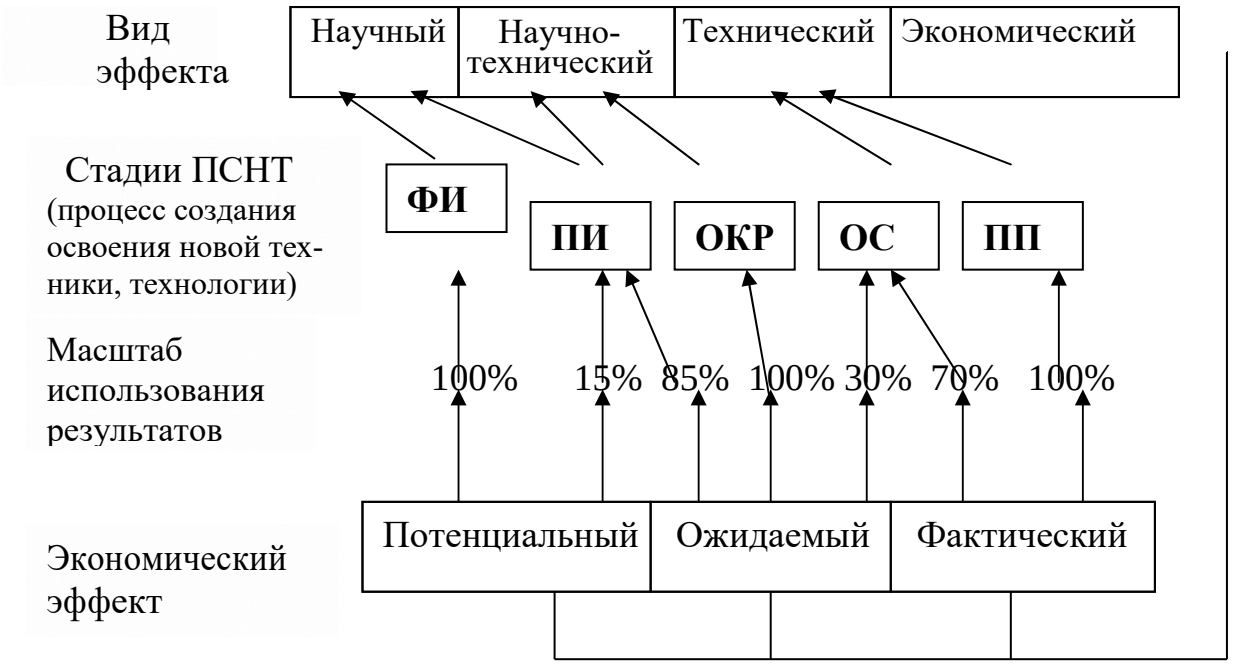


Рисунок 2.2. Взаимосвязь экономической эффективности с другими видами эффектов
ОС – освоение производства, ПП – подготовка производства

Полезный эффект новшества как в производстве, так и в эксплуатации не всегда можно оценить с помощью стоимостных оценок, поэтому применяют два критерия: критерий минимума приведенных затрат и показатель новизны результатов НИР:

- принципиальное отличие – получение новых научных знаний (открытие, закон, закономерность, принцип, новая технология, новые материалы, вещества и т.д.), основа которых защищена охранными документами (патентами, авторским правом, дипломом на открытие и т.д.);
- существенное развитие – развитие научных знаний и комплексное существенное улучшение существующих материальных объектов на основе известных принципов с использованием изобретений, определяющих основу объекта;
- развитие научных знаний и совершенствование существующих материальных объектов с улучшением объекта в целом или его отдельных элементов.

# 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР

## 3.1. Основные задачи и этапы ОКР

После завершения прикладных НИР при условии положительных результатов экономического анализа, удовлетворяющего фирму с точки зрения ее целей, ресурсов и рыночных условий, приступают к выполнению опытно-конструкторских работ (ОКР).

***Опытно-конструкторские работы*** – применение результатов прикладного исследования (результат – чертеж, проект, инструкция, стандарт) для создания (модернизации, усовершенствования) образцов новой техники, материала, технологии; ОКР – завершающая стадия научных исследований, своеобразный переход от лабораторных и экспериментальных условий к промышленному производству. К ОКР относятся: разработка определенной конструкции инженерного объекта или технологической системы (конструкторские работы); разработка идей и вариантов нового объекта; разработка технологических процессов, т.е. способов объединения физических, химических, технологических и других процессов с трудовыми в целостную систему (технологические работы).

Целью ОКР является создание образцов новых изделий, которые могут быть переданы после соответствующих испытаний в серийное производство или непосредственно потребителю. На этой стадии окончательно проверяются результаты теоретических исследований, разрабатывается соответствующая техническая документация, изготавливаются и испытываются образцы новых изделий. Итогом является освоение промышленного производства новых изделий, которое включает научное и производственное освоение: проведение испытаний новой (усовершенствованной) продукции, а также техническая и технологическая подготовка производства.

Рациональное соотношение стоимостных затрат между стадиями НИОКР, или квадратичная зависимость от стадии к стадии, предложены Г.М. Добровым.

| ФИ | НИР | ОКР | ОС |
|---|---|---|---|
| $2^0$ | $2^2$ | $2^4$ | $2^8$ |

Основные этапы ОКР (ГОСТ 15.001-73) отражены в табл. 3.1; ТЗ на выполнение ОКР аналогично ТЗ на выполнение НИР, с введением технологических требований:

- надежности;
- технологичности;
- эстетичности и эргономичности;
- требований к упаковке;
- требований к транспортировке.

Проектировщик должен знать: маркетинг, экономику страны и мира, физику явлений, многочисленные технические дисциплины, условия эксплуатации изделия, руководящие технические документы и стандарты.

Необходимо учитывать особенности коллектива и требования реальной жизни, чужой опыт, умение получать и оценивать информацию. Одним из важных требований к проектировщику является комплексность мышления, умение работать с большим числом организаций.

*Таблица 3.1. Примерный перечень работ на этапах ОКР*

| Этапы ОКР | Основные задачи и состав работ |
|---|---|
| Разработка ТЗ на ОКР | Составление проекта ТЗ заказчиком. Проработка проекта ТЗ исполнителем. Установление перечня контрагентов и согласование с ними частных ТЗ. Согласование и утверждение ТЗ |
| Техническое предложение (основание для корректировки ТЗ и выполнения эскизного проекта) | Выявление дополнительных или уточненных требований к изделию, его техническим характеристикам и показателям качества, которые не могут быть указаны в ТЗ: проработка результатов НИР, проработка результатов прогнозирования, изучение научно-технической информации, предварительные расчеты и уточнение требований ТЗ |
| Эскизное проектирование (основание для технического проектирования) | Разработка принципиальных технических решений: выполнение работ по этапу технического предложения, если этот этап не проводится, выбор элементной базы разработки, выбор основных технических решений, разработка структурных и функциональных схем изделия, выбор основных конструктивных элементов, метрологическая экспертиза проекта, разработка и испытание макетов |
| Техническое проектирование | Окончательный выбор технических решений по изделию в целом и его составным частям: разработка принципиальных электрических, кинематических, гидравлических и других схем; уточнение основных параметров изделия; проведение конструктивной компоновки изделия и выдача данных для его размещения на объекте; разработка проектов ТУ на поставку и изготовление изделия; испытание макетов основных приборов изделия в натурных условиях |
| Разработка рабочей документации Изготовление опытного образца | Формирование комплекта конструкторских документов: разработка полного комплекта рабочей документации, согласование ее с заказчиком и заводом-изготовителем серийной продукции, проверка конструкторской документации на унификацию и стандартизацию, изготовление в опытном производстве образца, настройка и комплексная регулировка опытного образца |
| Предварительные испытания | Проверка соответствия опытного образца требованиям ТЗ и определение возможности его предъявления на государственные (ведомственные) испытания: стендовые испытания, предварительные испытания на объекте, испытания на надежность |
| Государственные (ведомственные) испытания | Оценка соответствия требованиям ТЗ и возможности организации серийного производства |
| Отработка документации по результатам испытаний | Внесение необходимых уточнений и изменений в документацию. Присвоение документации литеры «$О_1$». Передача документации заводу-изготовителю |

При проектировании любой системы можно установить ее входные и выходные данные, внешние условия и критерии успешности решения. В общем смысле вход системы – реакция среды на систему, а выход – реакция системы на среду. Внешние условия могут проявляться в двух аспектах: ограничения при проектировании и набор ситуаций, в которых должна действовать система [11-14]. Выбор конкретных технических решений математически представляет задачу оптимизации, для решения которой могут использоваться известные методы теории операций (прямое вычисление, классический метод дифференцирования, метод множителей Лагранжа, вариационное исчисление, численные методы поиска, линейное и нелинейное программирование, принцип максимума Понтрягина).

Стандарт ИСО для оценки качества нового изделия рекомендует сравнение его характеристик с соответствующими характеристиками аналога. Валидность оценки зависит от правильности выбора аналога. Прежде всего следует выбрать аналог, наиболее близкий по функциональному назначению, присутствующий на рынке сбыта, с устойчивой рыночной ценой и известными технико-экономическими характеристиками. Если проектируемое изделие по своему функциональному назначению заменяет несколько существующих изделий, то в качестве аналога используется их совокупность. Оценка уровня качества разрабатываемых изделий осуществляется на основе сравнения основных групп технико-эксплуатационных параметров: назначения, надежности, технологичности, унификации, эргономичности, патенто-правовых и экологических. Выбор номенклатуры показателей производится в соответствии с имеющимися нормативными материалами (стандартами, отраслевыми материалами и т.д.) или определяется самим разработчиком. Обоснование такого выбора должно содержаться в отчетных материалах ОКР. Каждому из выбранных показателей для сравнения экспертным путем должен быть определен коэффициент его весомости (важности). Форма представления комплексного показателя качества не может быть однозначно обоснована. Поэтому используют требования нормативных документов или технико-экономическое обоснование варианта.

## 3.2. Организация конструкторской подготовки производства

*Конструкторская подготовка производства* (КПП):

– это совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих техническую готовность предприятия к выпуску нового продукта в установленные сроки с заданными параметрами качества, объемом производства и уровнем затрат;

– это совокупность работ по созданию и разработке новых конструкций и по совершенствованию и модернизации выпускаемых изделий до заданного уровня качества при установленных сроках, объемах и стоимости работ [5].

Целью конструкторской подготовки производства является адапта-

ция конструкторской документации к условиям конкретного серийного производства предприятия-изготовителя. Конструкторская документация уже учитывает производственные технологические возможности предприятий-изготовителей, но условия опытного и серийного производства имеют существенные различия, что приводит к необходимости частичной или даже полной переработки конструкторской документации.

Главная задача конструкторской подготовки производства заключается в целесообразном и эффективном приспособлении отработанной конструкции продукта к условиям его будущего производства при обязательном сохранении заложенных в конструкцию параметров качества.

### *Этапы конструкторской подготовки производства*

Конструкторская подготовка производства является продолжением или составной частью базовой опытно-конструкторской разработки продукта. Для условий единичного производства, выполнения индивидуальных заказов или экспериментальных работ подготовка технической документации на новый продукт полностью завершается в процессе опытно-конструкторской разработки. Если предполагается организация повторяющегося (серийного или массового) производства нового продукта, то разработка рабочей документации в соответствии со сложившейся практикой осуществляется поэтапно: сначала – на опытный образец (или опытную партию), а затем – на установочную серию нового продукта и, наконец, – на устойчивое, повторяющееся производство. При проведении конструкторской подготовки производства последовательно отрабатываются качественные параметры продукта и решаются две главные задачи:

- повышение уровня унификации и стандартизации конструкции;
- обеспечение технологичности продукта.

Конструкторская подготовка производства делится на два направления:

1) выполнение всех основных работ с разработкой новых и модернизированных, уже выпускаемых заводом изделий;

2) приемка технической документации от организации разработчика и доработка её применительно к условиям завода по требованиям технических служб.

Конструкторская подготовка производства делится на два вида [15-18]: конструкторская и технологическая.

Работы по конструкторской подготовке производства включают:

- создание конструктивного ряда машин по их главному параметру; конструктивную унификацию (ограничение) типажа конструкций, форм и размеров деталей, заготовок, профилей и марок применяемых материалов;

- обоснование условий конструктивной преемственности сборочных элементов изделий; разработку стандартов на изделие и элементарные поверхности изделий;
- разработку комплекта конструкторской документации (КД), нормоконтроль чертежей и другой технической документации с целью полного соответствия стандартам, нормам/нормативам, соответствия требованиям технологичности конструкций;
- исследования и эксперименты с целью обеспечения условий для достижения технических параметров новых изделий.

Основные стадии определены единой системой конструкторской документации (ЕСКД):

- разработка технического задания (ТЗ);
- разработка технического предложения (ТП);
- разработка документации эскизного, технического и рабочего проектов.

Конструкция подготовка производства включает следующие этапы:

1. Разработка технического задания проводится заказчиком или конструкторской службой предприятия, и выполняется главным или ведущим конструктором. На этой стадии устанавливается целевое назначение и основные технические параметры конструкции, главные эксплуатационные параметры конструкции, ожидаемая эффективность от внедрения конструкции, тип производства и предприятие, на котором она (конструкция) будет выпускаться, ожидаемая цена конструкции. На данном этапе основное требование – производительность нового изделия должна опережать рост затрат на его изготовление.

2. Разработка технического предложения проводится исполнителем. Возможность выполнения технического задания в конкретных производственных условиях указана в техническом предложении. В нем дается принципиальная схема конструкции, уточняются технические параметры, рассматриваются возможные варианты конструкции, осуществляется предварительная экономическая оценка эффективности производства нового изделия. Согласование документации по представленным ранее стадиям служит основанием для разработки следующих проектов: эскизного, технического, рабочего.

3. Эскизное проектирование дает общую схему компоновки изделия, кинематическую схему отдельных элементов, решение вопросов об основных деталях, более точно определяются технические параметры, экономическая эффективность и техническое предложение проверяется на патентную чистоту. Эскизный проект защищается у заказчика. Иногда данный этап завершается созданием макета нового изделия.

4. Разработка технического проекта. Вносятся изменения в конструкцию, выявленные при обсуждении эскизного проекта, т.е. прово-

дится дальнейшая детализация разработки. Производятся укрупненные расчеты параметров машины, узлов деталей. Составляется ведомость покупных изделий, применяемых материалов, выполняются расчеты конструкции на прочность, долговечность, надежность. Изготавливаются модели отдельных элементов или в целом изделие, проводятся испытания и оценивается экономическая эффективность предложенного варианта новой продукции.

5. Рабочий проект. На этой стадии разрабатываются рабочие чертежи: детально прорабатываются все размеры будущей конструкции; уточняются все технические расчеты; составляются монтажные схемы и сборочные чертежи; разрабатывается техническая документация по эксплуатации и уходом за новым изделием; точно определяются все характеристики применяемых материалов. Определяется себестоимость производства нового изделия методом поэлементного расчета и окончательно рассчитывается экономическая эффективность нового изделия в процессе его эксплуатации:

- на 1-м этапе рабочего проекта – для опытного образца;
- на 2-м этапе рабочего проекта – для головной серии серийного производства;
- на 3-м этапе рабочего проекта – для серийного или массового производства.

Производятся испытания опытного образца (нового изделия), изготовленного в опытном производстве, на соответствие достигнутым показателям конструкции. Выявленные недостатки устраняются.

Состав работ конструкторской подготовки производства предприятия-изготовителя:

1. Получение конструкторской документации от разработчика.

2. Проверка документации на комплектность.

3. Внесение изменений в соответствии с особенностями предприятия-изготовителя.

4. Внесение изменений по результатам отработки конструкции на технологичность.

5. Внесение изменений по результатам технологической подготовки производства.

6. Техническое сопровождение изготовления опытной партии изделий.

7. Внесение изменений в конструкторскую документацию по результатам изготовления опытной партии.

8. Присвоение документации литеры $O_2$ для изготовления установочной серии.

9. Техническое сопровождение изготовления установочной серии.

10. Перевод документации в литеру А для установившегося серийного производства.

11. Выпуск ремонтной, экспортной и иной документации.

12. Техническое сопровождение серийного производства.

В настоящее время все большее место в работах КПП приобретают методы автоматизированного проектирования и создания конструкторских документов (САПР).

Конструкторская подготовка производства проводится отделом главного конструктора (ОГК) предприятия-изготовителя (рис. 3.1) или серийным отделом научно-исследовательской части (НИЧ), службой конструкторского бюро (СКБ), опытно-конструкторским бюро (ОКБ) и так далее, в соответствии с правилами единой системы конструкторской документации (ЕСКД) (рис. 3.2).

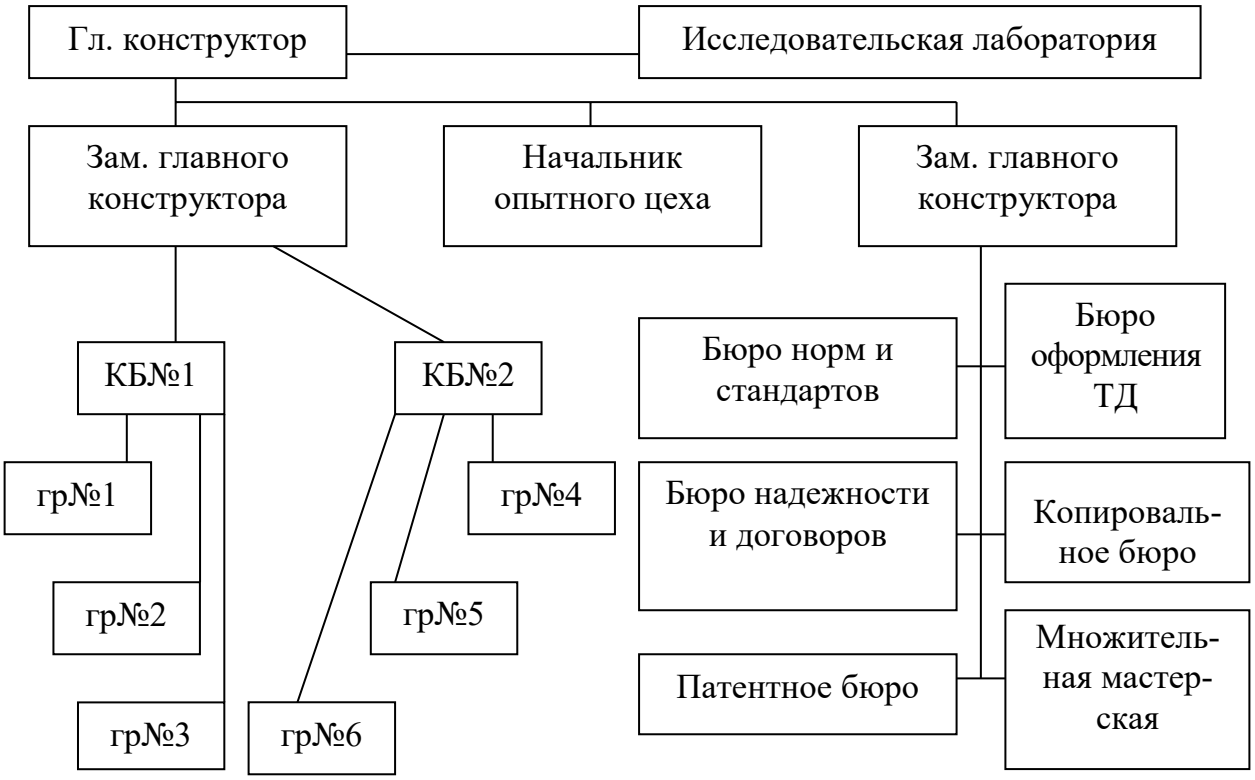


Рисунок 3.1. Типовая структура службы главного конструктора предприятия

*Таблица 3.2. Нормативы трудоемкости выполнения стадий КПП чел./изделие*

| Стадии КПП | Группа сложности работы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-я | 2-я | 3-я | 4-я | 5-я | 6-я |
| ТЗ | 300 | 600 | 1200 | 1800 | 2500 | 4000 |
| ТП | 200 | 400 | 800 | 1200 | 2000 | 2500 |
| Экспертный проект | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2500 | 3500 |
| Технический проект | 1000 | 1800 | 2400 | 4000 | 7000 | 12000 |
| Рабочий проект | 1200 | 2000 | 4000 | 7000 | 11000 | 18000 |
| В том числе эксперименты на опытных образцах:<br>- в лабораторных условиях;<br>- в производственных условиях | 700 | 1200 | 2500 | 4500 | 7000 | 12000 |

В процессе КПП разработчики в максимально допустимых пределах, согласно ЕСКД, должны учитывать конкретные производственные условия предприятия-изготовителя (унифицированные и стандартные детали; сборочные единицы, изготовляемые предприятием или предприятиями-смежниками; имеющиеся средства технологического оснащения и контроля; имеющееся технологическое и нестандартное оборудование; транспортные средства и т.п.).

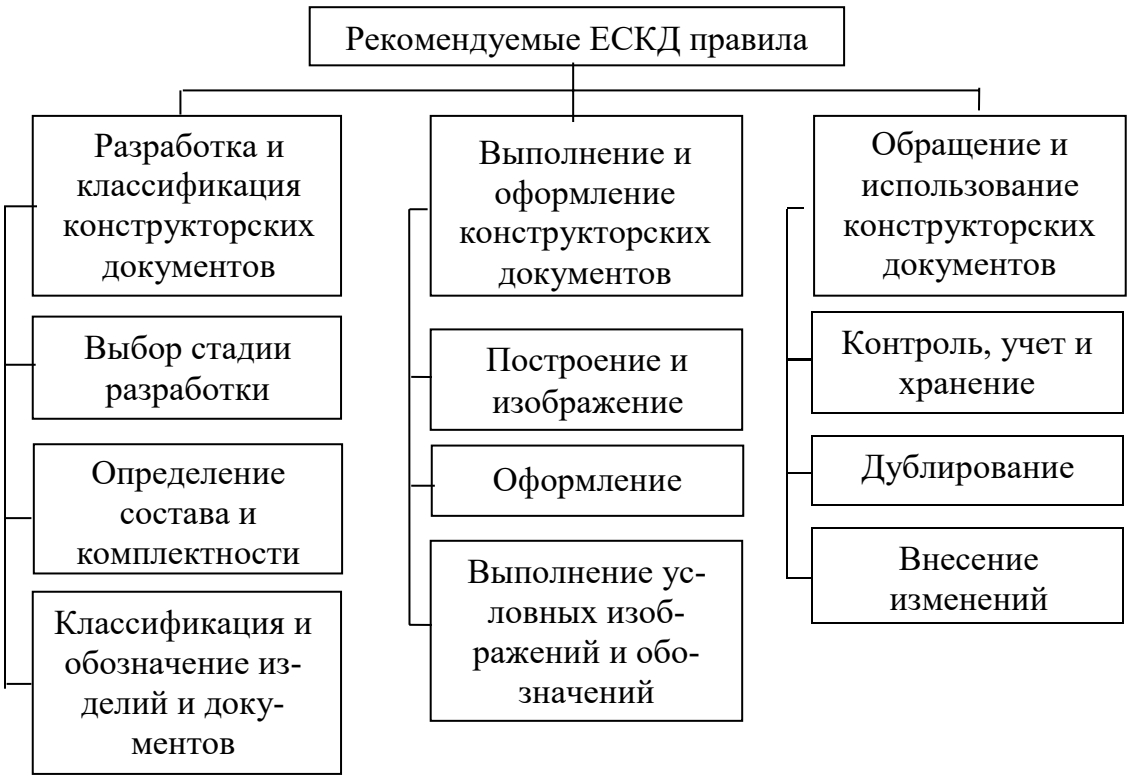


Рисунок 3.2. Состав и содержание ЕСКД

Изменения в конструкторскую документацию вносятся лишь с разрешения главного конструктора. Затем издается специальное разрешение на замену, где указывается дата, с которой изменение вступает в силу и указывается, что и как изменено. На этом основании оригинал конструкторской документации заменяется на новый. Этому документу присваивается новый номер.

Всю работу по замене производит отдел технической документации. Одновременно решается вопрос о производственных заделах (использовать в дальнейшем производстве или следует списать). Изменения в конструкторской документации вспомогательного производства утверждаются службой, которая их разрабатывала.

В число основных задач совершенствования КПП входит сокращение:

1) трудоемкости КПП;
2) продолжительности КПП;
3) стоимости КПП.

Пути совершенствования КПП направлены на снижение трудоемкости (табл. 3.2):

1) использование унифицированных и стандартных изделий;

2) разработка и внедрение САПР.

### *Оценка технических показателей машин и конструкций*

При разработке новой конструкции конструктор должен стремиться к тому, чтобы проектируемая им машина была экономически эффективнее по сравнению с теми средствами труда, заменить которые она предназначена. Для этого необходимо соблюдать ряд основных принципов.

1. *Принцип унификации* – при конструировании необходимо сокращать количество оригинальных деталей, узлов, применяемых материалов, и шире использовать в созданной конструкции ранее разработанные и освоенные промышленностью детали и узлы [17, 18]. Для выражения уровня унификации используется ряд коэффициентов:

- *коэффициент унификации*

$$К_{ун} = Д_{ун} / (Д_{об} - Д_{ст}), \quad (3.1)$$

где $Д_{ун}$ – количество унифицированных деталей и узлов; $Д_{об}$ – общее количество деталей или узлов в конструкции; $Д_{ст}$ – заимствованные детали из существующей конструкции;

- *коэффициент преемственности* – это отношение количества заимствованных деталей из старой конструкции к общему количеству деталей в новой конструкции:

$$К_{пр} = Д_{з}/Д_{об}, \quad (3.2)$$

где $Д_{з}$ – количество заимствованных деталей из старой конструкции.

- *коэффициент повторяемости* – это отношение общего количества деталей к количеству наименований этих деталей:

$$К_{пов} = Д_{об}/N_{об}, \quad (3.3)$$

где $N_{об}$ – количество наименований деталей конструкции.

- *коэффициент применяемости материалов*

$$К_{пр.м} = Н_{м}/Д_{м}, \quad (3.4)$$

где $Н_{м}$ – количество применяемых материалов; $Д_{м}$ – количество деталей из этих материалов.

С повышением уровня унификации сокращаются затраты труда конструктора на разработку чертежей и другой документации, затраты на изготовление оснастки и инструмента, длительность цикла создания новой машины [20].

2. *Принцип агрегатирования* – компоновку ведут на основе унифицированных агрегатов или готовых блоков машины, располагаемых на общей базовой детали. Это дает возможность одновременно проектировать отдельные агрегаты, а затем собирать из них конструкции. Принцип широко используется при разработке агрегатных станков и автоматических линий [5].

3. *Принцип технологичности*. Сконструированная машина должна быть проста и дешева в изготовлении, т.е. иметь меньше деталей и узлов, отличаться простой кинематической и компоновочной схемами [7, 23].

4. *Нормализационный контроль чертежей* осуществляется на стадиях проектирования, особенно технического проекта. Проводится строгий контроль за соблюдением государственных стандартов и отраслевых нормалей на основе конструкционных размеров, применяемых материалов и т.д. Этот контроль осуществляется специальными лицами и называется нормоконтролем[21].

### *Эксплуатационные показатели конструкций и машин*

Эксплуатационные показатели машин следующие:

- трудоемкость обслуживания машины;
- трудоемкость ремонта машины (чел./ч);
- ремонтосложность машины – выражается единицами ремонтной сложности (ЕРС);
- ремонтопригодность [19, 20].

На стадии эксплуатации рассматриваются два показателя [12]:

- *надежность машины* – безотказность работы машины на протяжении определенного периода с сохранением технологических и эксплуатационных характеристик;
- *долговечность машины* – способность машины длительное время работать в производственном процессе с сохранением его технологических свойств.

Изделие-аналог и вновь разрабатываемое изделие должны иметь качественную сопоставимость в зависимости от назначения и условий эксплуатации. Качественными показателями сопоставимости могут быть: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, потребляемая мощность, масса, габариты, точность, быстродействие, степень автоматизации и т.д.

### *Технико-экономические показатели эффективности конструкций*

Одним из показателей эффективности машины является её себестоимость, которая определяется с помощью следующих методов [5, 13]:

1. *Метод баллов* основан на оценке условными баллами основных технических и эксплуатационных характеристик изделий. Этот метод применим на ранних стадиях проектирования для ориентировочных расчетов издержек только в случае сохранения принципа пропорциональной зависимости затрат от параметров.

В проектируемых изделиях показателей, учитываемых при определении общего показателя качества, может быть несколько. Определяют удельный вес важности каждого показателя в общей характеристике новой разработки. Затем они оцениваются по балльной системе. Балльная оценка производится экспертным путем. Процедура балльной оценки вы-

полняется с помощью линейных графиков (рис. 3.3) или таблиц (табл. 3.3). Баллы, установленные по каждому параметру экспертным путем, суммируют для нового изделия и изделия-аналога отдельно. Расчет себестоимости нового изделия $З_н$производят по формуле:

$$З_н = K_i \sum_{i=1}^{n} a_i \; b_{iн} \;, \qquad (3.5)$$

где $K_i$ – ценностный множитель, полученный делением фактической себе- стоимости изделия-аналога $З_а$ на сумму баллов, соответствующих его технических характеристикам $\sum_{i=1}^{n} b_{ia}$:

$$K_i = \frac{З_а}{\sum_{i=1}^{n} a_i \; b_{ia}}, \qquad (3.6)$$

где $a_i$ – весовой коэффициент важности $i$-го параметра изделий.

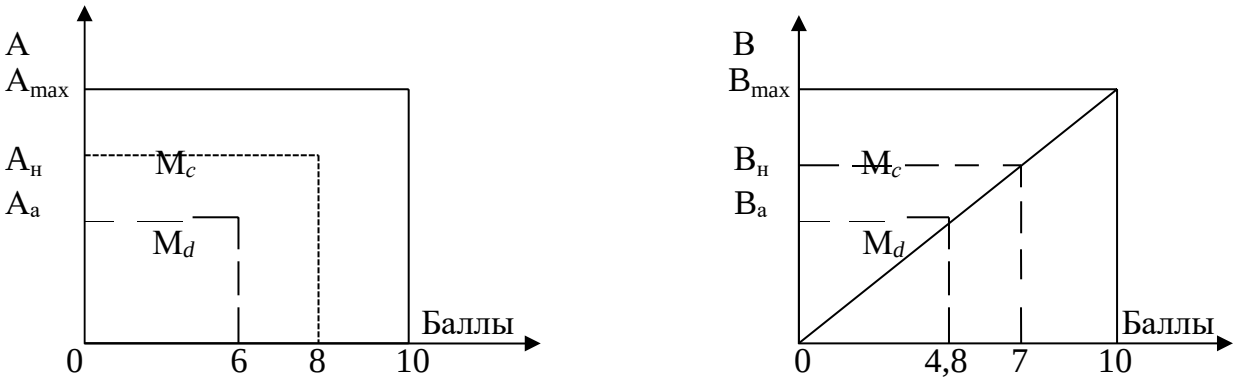


Рисунок 3.3. График балльной оценки параметров А и В для двух видов материалов $М_с$ и $М_d$: *н* – новое изделие; *а* – изделие-аналог

*Таблица 3.3. Балльные оценки параметров $X_i$ нового изделия и изделия-аналога*

| Параметры $x_i$ | Ед. измерения | Весовой коэффициент важности $a_i$ | Новое изделие (н) | | | Изделие-аналог (а) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Числовое значение | Число баллов $b_{iн}$ | Значимость $a_i b_{iн}$ | Числовое значение | Число баллов $b_{ia}$ | Значимость $a_i b_{ia}$ |
| Параметр $x_1$ | | | | | | | | |
| Параметр $x_2$ | | | | | | | | |
| . . . | | | | | | | | |
| Параметр $x_n$ | | | | | | | | |
| Итого | | $\sum_{i=1}^{n} a_i = 1$ | | $\sum_{i=1}^{n} b_{iн}$ | $\sum_{i=1}^{n} a_i b_{iн}$ | | $\sum_{i=1}^{n} b_{ia}$ | $\sum_{i=1}^{n} a_i b_{ia}$ |

2. Интегральный показатель (коэффициент) качества ($К_и$) нового изделия определяют по формуле:

$$К_и = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i b_{iн}}{\sum_{i=1}^{n} a_i b_{iа}}, \qquad (3.7)$$

где $n$ – число параметров изделия; $a_i$ – весовой коэффициент важности $i$-го параметра; $b_{iн}$, $b_{iа}$ – значения данного параметра соответственно нового изделия и изделия-аналога, оцененные экспертами в баллах.

3. Метод удельных весов:

$$Ц_н = Ц_б П_н / П_б, \qquad (3.8)$$

где $Ц_Б$ – цена базовой машины (%); $П_Н$, $П_Б$ – техническая характеристика проектируемой и базовой машины.

Преимущества метода – простота расчета, а недостаток – большая погрешность.

4. Метод на основе структуры себестоимости продукции.

На стадии технологического и рабочего проекта конструктор определяет массу деталей и их стоимость:

$$S_н = МЗ/\beta, \qquad (3.9)$$

где МЗ – материальные затраты на производство машины; β – доля затрат на материалы в себестоимости машиностроительного производства, β= 0,65 –0,7.

5. Метод на основе изучения структуры базовой машины. За основу принимается стоимость материалов:

$$С_{пр} = \frac{1 + С + Р}{Р} М_{пр} + П_{пф}, \qquad (3.10)$$

где *С,* Р – коэффициенты отношения косвенных расходов к стоимости материалов; $М_{пр}$ – стоимость материалов в проектируемой машине; $П_ф$ – стоимость покупных полуфабрикатов.

6. Метод на основе коэффициента переоценки. По прейскуранту с 1988 г. известны оптовые цены на оборудование и плавильные печи. Эти цены можно брать за основу расчёта цены новой печи, однако за этот период произошел рост цен, поэтому коэффициент переоценки

$$K_{пц} = Р_1/Р = 27/0{,}6 = 45, \qquad (3.11)$$

где $– курс доллара в 2006 г. ($ = 27 руб.); *Р*- курс доллара в 1988 г. ($ = 0,60 руб.).

$$Ц_Н = Ц_Б K_{пц}. \qquad (3.12)$$

7. Учет изменения цен при определении себестоимости (индексация стоимости). Для определения общего уровня увеличения затрат необходимо определить частные индексы изменения цен на отдельные составляющие и учесть долю этих затрат в общих расходах. Сводный индекс изменения себестоимости *I* можно определить по формуле:

$$I = \sum_{i=1}^{n} a_{\text{уд}i} \; I_i \,, \tag{3.13}$$

где $n$-число отдельных составляющих; $a_{\text{уд}i}$ – удельный вес материальных, трудовых расходов и (или) расходов на реализацию продукции и других затрат; $I_i$ - индекс изменения цен на материалы, потребительских цен, средней зарплаты и т.п. При определении изменения себестоимости целесообразно учитывать только основные статьи затрат (расходы, которые непосредственно связаны с обеспечением выпуска продукции).

***Оценка экономической эффективности машин и конструкций***

Рассчитывая экономическую эффективность конструкции, определяют:

1) расчётный коэффициент сравнительной экономической эффективности:

$$E_{\text{р}} = \frac{\text{С}_1 - \text{С}_2}{\text{К}_1 - \text{К}_2} \geq E_{\text{н}} \;, \tag{3.14}$$

где $\text{С}_1$, $\text{С}_2$ – себестоимость по вариантам соответственно; $\text{К}_1$, $\text{К}_2$ – капиталовложения по соответствующему варианту;

2) срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{\text{доп}} = \frac{\text{К}_2 - \text{К}_1}{\text{С}_1 - \text{С}_2} \leq T_{\text{н}} \;, \tag{3.15}$$

3) приведенные затраты используются при сравнении нескольких альтернативных вариантов конструкционного обеспечения одинаковых потребительских свойств, в качестве критерия экономической эффективности ТЭА (технико-экономического анализа) используется минимум годовых приведенных затрат:

$$\text{З}_i = \text{С}_i + E_н \text{К}_i \rightarrow \min \tag{3.16}$$

При расчёте минимальных годовых приведенных затрат может быть применена *технологическая* либо *цеховая себестоимость*.

**Технологическая себестоимость** – это сумма затрат по изменяющимся прямым статьям расходов, обусловленных существом данного технологического процесса.

Состав технологической себестоимости:

$$C_i = \text{М}_\text{О} + \text{М}_\text{В} + \text{Т}_\text{т} + \text{Э}_\text{т} + \text{ЗП} + \text{ЕСН} + \text{А} + \text{И} + R + f, \tag{3.17}$$

где $\text{М}_\text{О}$, $\text{М}_\text{В}$ – основные и вспомогательные материалы; $\text{Т}_\text{т}$ – топливо технологическое; $\text{Э}_\text{т}$ – электроэнергия технологическая; ЗП – основная и до-

полнительная ЗП рабочих; А – амортизационные отчисления; И – износ инструмента; $R$ – затраты на ремонт оборудования; $f$ – содержание производственной площади.

**Цеховая себестоимость** – сумма затрат цеха на производство продукции.

Если рассчитывать минимальные годовые приведенные затраты в эксплуатации, то формула (3.16) примет вид:

$$З_i = С_i + E_н(К_{зд} + К_{об}) \rightarrow \min , \qquad (3.18)$$

где $C_i$ – годовые технологические затраты в сфере эксплуатации, руб.; $E_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; $K_{зд}$, $K_{об}$ – капитальные затраты в здания и оборудование соответственно, руб.

Если производительность сравниваемых конструкционных проектов отличается значительно, то в качестве критерия технико-экономической эффективности используют минимальные удельные затраты:

$$З_i = \frac{Э_Т + ЗП + ЕСН + А + И + f + R}{q_i} \rightarrow \min , \qquad (3.19)$$

где $q_i$ – годовая производительность изделий.

Суммарные удельные приведенные затраты определяются как:

$$З_i = \sum_{j=1}^{Т_э} \frac{\left(S_{ai} + S_{ij} + E_н К\right)}{q_{ij}} , \qquad (3.20)$$

где $i$ – значение ожидаемого срока службы изделия; $j$ – текущее значение года эксплуатации изделия; $T_э$ – предполагаемый период эксплуатации данной модели; $S_{ai}$ – затраты на амортизацию конструкции (зависят от срока службы конструкции); $S_{ij}$ – эксплуатационные затраты без учета затрат на амортизацию; $q_{ij}$ – среднегодовая производительность изделия за $i$-й срок службы.

После того как оформлено новшество, начинается процесс превращения его в инновацию, т.е. осуществляется технологическая подготовка производства.

### *Функционально-стоимостный анализ*

Одним из методов совершенствования любого объекта на всех стадиях жизненного цикла является функционально-стоимостный анализ (ФСА).

*Функционально-стоимостный анализ* – это метод комплексного технико-экономического исследования объекта с целью развития его полезных функций при оптимальном соотношении между их значимостью для потребителя и затратами на их осуществление [3].

Метод ФСА сегодня применяется промышленными компаниями США, Англии, Франции и других стран с развитой рыночной экономикой. Метод ФСА разработан в США и впервые применен в 1947 г. в компании «Дженерал Электрик». Инженер Лоуренс Д. Майлс пришел к выводу, что снижение издержек производства надо начинать с анализа потребительных свойств изделия и технических функций составляющих его частей. В центр внимания ставился вопрос, насколько оправданны затраты с учетом полученных свойств товара, удовлетворяющих те или иные запросы и потребности. Для получения соответствующих свойств товара необходимы определенные затраты, поэтому важны пропорции между полезностью отдельных свойств и понесенными затратами [3].

Не все свойства товара являются очень полезными. В связи с этим нужно провести анализ, используя принцип Эйзенхауэра по схеме *ABC*. Необходимо выделить главные (*A*), второстепенные (*B*) и ненужные или излишние функции (*C*). Средства следует затрачивать на получение главных функций, в определенной мере – на второстепенные (*B*). Затрат на получение излишних функций нужно избегать.

Основные функции выражают работоспособность объекта, создают необходимые условия для осуществления главной функции, без любой из них объект не может функционировать.

Вспомогательные функции содействуют прямо или косвенно реализации основных, делают их выполнение более полным. Как правило, на одну основную функцию приходится несколько вспомогательных, однако иногда одна вспомогательная функция может обслуживать сразу несколько основных.

По степени полезности функции делятся на:

- полезные (необходимые, требуемые, позитивные) функции отражают функционально необходимые потребительские свойства, обеспечивают выполнение анализируемым объектом заданий (требуемой цели);
- бесполезные (ненужные) функции представляют собой проявление состояния или действия, которое ничего не добавляет к потребительским свойствам объекта исследования. Например, они могут выражаться в виде избыточного ресурса;
- вредные (негативные, нежелательные) функции оказывают отрицательное воздействие на работоспособность объекта, ухудшают его потребительские свойства, удорожают его.

Исключение излишних функций позволяет снизить затраты на производство продукции при одновременном сокращении или даже повышении качества.

Объектами ФСА могут быть потребительные свойства изделия как в целом, так и его отдельных частей (узлов, групп деталей, отдельных элементов).

Всесторонний и детальный анализ потребительных свойств изделия технических функций составляющих его частей и связанных с ними затрат не может быть выполнен одним специалистом. К проведению ФСА рекомендуется привлекать специалистов различных отделов, участвующих в разработке, производстве, маркетинге и сбыте продукции. Только коллективное, всестороннее рассмотрение проблемы повышения качества при одновременном снижении себестоимости может гарантировать успех. К проведению ФСА могут привлекаться и консультанты со стороны: научные работники, преподаватели вузов и др.

Цель ФСА – снижение затрат на производство, проведение работ и оказание услуг при одновременном повышении или сохранении качества выполняемой работы. Цель ФСА можно записать математически:

$$ПС/З \rightarrow max, \qquad (3.21)$$

где ПС – потребительная стоимость анализируемого объекта, представляющая совокупность его потребительных свойств; З – издержки на достижение необходимых потребительских свойств.

При проведении ФСА исходят из того, что анализируемые изделия являются товаром, т.е. обладают потребительной стоимостью не для производителя, а для потребителя. Вместе с тем потребительная стоимость не всегда оценивается количественными показателями. В случае качественного и словесного описания (оценка вкусовых, эстетических и эргономических качеств изделия) применяют балльные оценки.

Состав и размер затрат определяют исходя из затрат, формирующих полную себестоимость продукции.

### *Этапы функционально-стоимостного анализа*

ФСА состоит из нескольких этапов:

- подготовительный;
- информационный;
- аналитический;
- исследовательский;
- рекомендательный;
- внедренческий.

1. На *подготовительном этапе* осуществляется установление целей и задач проектирования, построение «дерева целей», определение требований к характеристикам объектов и их значимости, выявление технико-экономических противоречий, определение ограничений, формирование ожидаемого конечного результата, расчет лимитных цен.

Наиболее целесообразен ФСА по разрабатываемой продукции, еще не запущенной в производство. Здесь есть время для внесения изменений в конструкцию изделия или технологию производства, прежде чем будет установлено оборудование и заключены договоры на поставку сырья, материалов, комплектующих изделий и инструментов.

Работа по ФСА может считаться выполненной при условии, если будет найден вариант изделия или процесса с низкой себестоимостью и высоким качеством.

2. *Информационный этап* предполагает сбор информации об изучаемом объекте: назначение, технические возможности, качество, себестоимость.

Вся информация заносится в специальные карточки или в память компьютера: подробно перечисляются функции отдельных деталей, составляющих изделие, материалы, из которого они изготовлены, их себестоимость. Параллельно для сравнения показывается стоимость обработки детали на стороне или стоимость точно такой же покупной детали.

3. *Аналитический этап* предполагает изучение функций изделия и затрат на их обеспечение. Рассматривается следующий круг вопросов:

- Что представляет собой изделие?
- Каковы его функции?
- Какие функции нужны и полезны, а какие лишние, увеличивающие себестоимость?
- Какова настоящая стоимость изделия?
- Каким должно стать изделие?
- Какова была бы его новая стоимость?

Подробно описываются служебные (технико-эксплуатационные, эстетические, эргономические) функции изделия в целом и технические функции отдельных частей (деталей, групп деталей, узлов). Отсекая ненужные функции, одновременно отсекают излишние затраты.

4. *Исследовательский этап* предполагает оценку идей и вариантов решений, выработанных на предшествующих этапах с целью исключения диспропорций между функциями и затратами.

5. *Рекомендательный этап* связан с отбором наиболее приемлемых для данного производства вариантов совершенствования изделия.

6. *Внедренческий этап* является заключительным, когда учитываются результаты рекомендательного этапа и осуществляется внедрение отобранного варианта совершенствования техники.

### *Технологический аудит*

Оценка текущего состояния организации, ее технологического здоровья и перспектив инновационного развития проводится с помощью технологического аудита.

В общем смысле аудит (от англ. «*audit*» – проверка, ревизия) есть процесс накопления и оценивания информации, относящейся к определенной хозяйственной системе, с целью сопоставления ее с установленными критериями. Таким образом, для выполнения аудита необходимыми являются, во-первых, информация, собранная по хозяйствующему субъекту или какой-то его подсистеме, во-вторых, определенные стандарты (критерии), с помощью которых эта информация может быть оценена.

Технологический аудит является разновидностью операционного аудита. Технологический аудит организации представляет собой проверку технологических методов, приемов и процедур, используемых в организации с целью оценки их производительности и эффективности.

Выполнение операционного аудита является, как правило, более сложной задачей, чем выполнение других видов аудита, так как эффективность операций обычно гораздо сложнее объективно оценить, нежели, скажем, соответствие финансовой отчетности общепринятым бухгалтерским принципам. Установленные критерии для оценки технологической информации менее жесткие, чем в случае бухгалтерской отчетности, имеют более субъективный характер. Поэтому операционный аудит (в частности, технологический аудит) в определенной степени похож на консалтинг администрации компании.

**Технологический аудит** организации – это проверка используемых ею технологических методов, приемов и процедур с целью оценки их производительности и эффективности.

В процессе проведения технологического аудита в организации можно выделить три основные этапа (табл. 3.4).

*Таблица 3.4. Основные этапы проведения технологического аудита организации*

| Содержание этапа | Управленческий инструментарий |
|---|---|
| Обзор используемых в организации технологий | Экспертные (интервьюирование, анкетирование и др.) и статистические методы анализа |
| Обзор технологий, применяемых конкурентами, и выявление технологических эталонов | Бэнчмаркинг – анализ технологических эталонов |
| Оценка относительной эффективности используемых технологий | Анализ технологического портфеля организации |

Этап 1 – это обзор тех технологий, которые используются в организации, и оценка ее позиции в отношении применения этих технологий.

Этап 2 – это обзор технологий, применяемых в других организациях, в первую очередь у конкурентов, и выявление технологических эталонов, т.е. наилучшей практически используемой технологии. Основным управленческим инструментом решения этих задач является бэнчмаркинг (от англ. «*benchmarking*» – выявление эталона, проверка по эталонному тесту).

Этап 3 – это сопоставление используемых в организации технологий с выявленными технологическими эталонами с целью оценки их относительной эффективности, а значит перспективности. Основным управленческим инструментом решения задач третьего этапа технологического аудита является анализ портфеля технологий организации.

На первом этапе для обзора используемых в организации технологий и оценки их реального положения формируется аудит-группа – таким образом, чтобы в нее вошли как сотрудники, непосредственно вовлеченные в разработку и осуществление технологического проекта, так и те, кого он непосредственно не затрагивает. Руководитель инновационного проекта представляет аудит-группе основные направления технологического развития организации.

Важным инструментом на первом этапе технологического аудита организации являются опросы ее работников, поставщиков, потребителей, отраслевых и других экспертов с целью получения оценки применяемых в организации технологий. Основные методы проведения этих опросов, доказавшие свою эффективность, могут быть разбиты на три основных группы: интервьюирование; анкетирование; групповые экспертные методы (в частности, метод Дельфи, метод генерации идей, метод номинальных групп).

**Интервьюирование** – это устный опрос экспертов. Методы интерьюирования хорошо известны и широко применяются на практике. Основной целью интервью является получение суждений эксперта относительно применяемой технологии. При технологическом аудите проводятся как формальные, структурированные интервью, так и интервью в форме свободного обмена мнениями.

Учитывая ограниченность знаний любого человека и возможные при-

страстия отдельных экспертов, как правило, необходимо провести и обобщить результаты нескольких интервью (иногда их число достаточно велико).

При проведении интервью в ходе технологического аудита часто полезно предварительно сориентировать интервьюируемого, например, заранее послав ему письмо с указанием целей интервью. В процессе интервью как в строгом эксперименте необходимо стремиться к беспристрастному сбору информации, не искаженному влиянием интервьюера, т.е. того, кто проводит интервью.

Методы анкетирования по существу очень близки к методам интервьюирования, по сути, это те же интервью, но проводимые в виде письменных ответов на поставленные вопросы в отсутствие интервьюера, что позволяет провести более беспристрастный анализ мнений многих людей относительно применяемых технологий. Однако, с другой стороны, в качестве недостатка методов анкетирования необходимо отметить то, что структурирование вопросов и ответов в форме анкеты часто мешает людям выразить свое мнение.

В качестве основных рекомендаций при разработке анкет для проведения анализа используемых технологий можно привести следующие. Структура анкеты должна быть четко сфокусирована на целях технологического аудита, чтобы быть максимально короткой. При сборе ответов на «закрытые» вопросы (типа «да» или «нет», выбор из меню) нужно оставлять место для комментариев экспертов (работников, поставщиков, потребителей, отраслевых и других специалистов). Также желательно проводить «испытание» анкеты на небольшой группе опрашиваемых (пилотный опрос).

В качестве альтернативы интервью или анкетированию при проведении технологического аудита можно собрать группу экспертов, чтобы они выражали свою точку зрения в коллективе. Для проведения таких групповых опросов требуется наличие специальных навыков организации групповой работы экспертов.

Сходимость процесса выработки единого экспертного мнения (консенсуса) относительно оценки технологий обеспечивается итерационной процедурой метода Дельфи, в которой можно выделить следующие основные шаги. Организаторы опроса составляют анкеты и определяют общий список экспертов, которым рассылаются анкеты. На этом шаге эксперты не знают о других респондентах. После получения ответов и их обобщения в виде, например, таблиц, эти результаты снова отсылают респондентам вместе со списком участников. Эта процедура получения ответов, их обобщения и последующей рассылки результатов экспертам для уточнения их мнения повторяется несколько раз. Мнения, высказанные другими экспертами на предыдущем этапе (итерации), и их имена, безусловно, влияют на суждения, высказываемые на последующих шагах опроса, так что наблюдается сближение мнений. Чем больше итераций могут себе позволить организаторы опроса (обычно 3-4), тем выше сходимость полученных суждений. Результатом метода Дельфи является

общая согласованная оценка применяемых технологий.

Последнее время при проведении технологического аудита нередко используются различные разновидности метода «мозговых атак» (*brainstorming*), в частности, метод генерации идей и метод номинальной группы. По процедуре эти методы близки к таким методам маркетинговых исследований, как «фокус-группы» и «творческие заседания».

Небольшая группа экспертов собирается вместе, чтобы дать оценку применяемым технологиям. Процедура опроса по методу номинальной группы может быть описана следующим образом. Участники опроса письменно формулируют возникшие у них идеи, суждения (в методе генерации идей они излагают их устно). Наибольшему успеху способствует группа из 8-12 участников, которые либо незнакомы друг с другом, либо являются сложившимися оппонентами, умеющими убедительно аргументировать свою точку зрения. Затем все участники поочередно делятся своими мнениями, идеями, оценками с другими членами номинальной группы, как правило, по одной идее в одном выступлении. Модератор (ведущий дискуссии) и другие участники номинальной группы уточняют высказанные мнения, устраняют дублирование и составляют общий список высказанных идей и оценок. После этого проводится тайное голосование участников по каждому положению (пункту) этого списка («за» или «против»). Число голосов поддержки внесенного в список положения, идеи, оценки (количество «за») является неким рейтингом. Результаты голосования обеспечивают своего рода консенсус относительно высказанных оценок.

Группа является номинальной в том смысле, что эксперты отбирают идеи в групповой среде, но в отличие от метода генерации идей на выработку суждений члена группы другие участники практически не оказывают воздействия. Роль группы заключается в отборе идей и оценочных суждений.

Кроме проведения опросов важно при характеристике используемых технологий применять различные количественные показатели, такие как количество патентов, новых продуктов, научных статей и т.д.

Экспертные оценки применяемых технологий и показатели их положения в организации дополняются ретроспективным анализом ее технологического развития, успехов и неудач всех применяемых технологий. В итоге картина технологического состояния организации получается достаточно полной и детальной, и аудит-группа может сделать обоснованные выводы об используемых технологиях, о том, насколько широко и интенсивно они используются.

На втором этапе технологического аудита основным управленческим инструментом для рассмотрения применяемых конкурентами технологий и выявления наилучшей технологической практики является анализ технологических эталонов или бэнчмаркинг.

Определение технологических эталонов заключается в выявлении того, насколько хорошо различные организации осуществляют базисные

производственные технологии, технологические операции и функции, насколько их технологии эффективны. На этом этапе технологического аудита при анализе технологий, применяемых конкурентами, и выявлении наилучшей из них могут рассматриваться вопросы о том, как осуществляется функция контроля качества, как проводится инвентаризация, каким образом закупаются материалы, как осуществляется расчет с поставщиками, как обучаются служащие, как осуществляется прием заказов потребителей и отгрузка, как осуществляется сопровождение продуктов и услуг и т.д. Целью анализа технологических эталонов является выявление стандарта, критерия наилучшего способа осуществления определенной деятельности, т.е. наилучшей соответствующей технологии, а также определение снижения затрат при переходе к такой технологии. Это позволяет оценить привлекательность, эффективность и производительность используемой организацией технологии относительно выявленного эталона.

Источниками информации для анализа технологических эталонов могут выступать публикуемые отчеты компаний и отраслевых исследовательских фирм; интервью с отраслевыми аналитиками, потребителями и поставщиками; покупка и анализ продуктов и услуг конкурентов; изучение рекламы конкурентов; посещения торговых выставок и т.д. Однако часто таких источников информации оказывается недостаточно. Как правило, анализ технологических эталонов требует специальных полевых исследований, т.е. поездок на предприятия конкурирующих или неконкурирующих организаций с целью наблюдения и осмысления того, как осуществляются различные виды деятельности. Это позволяет сравнивать практику и ход технологических процессов, обмениваться данными по производительности, уровню квалификации персонала, времени, требуемому для выполнения различных технологических операций, и другим компонентам затрат различных производственных технологий.

Естественно, что такой анализ включает информацию, «чувствительную» к конкурентной борьбе, поэтому все чаще поставщики, клиенты, партнеры по совместным предприятиям образуют добровольные исследовательские союзы для такого анализа.

Широкий интерес различных организаций к выявлению эталонных технологий (так, более 80% компаний из списка *Fortune* 500 в настоящее время вовлечены в анализ технологических эталонов) при значительной сложности его проведения стимулировали развитие консалтинговых организаций, специализирующихся на предоставлении информации о различных технологических эталонах. Конкурентный анализ технологических эталонов предполагает сравнение одного конкурента с другим по используемым ими технологическим процессам и методам. Функциональный анализ проводится на базе сравнения технологий осуществления различных функций организациями одной отрасли или по отношению к отрасле-

вому лидеру. При общем типе анализа технологических эталонов сравниваются технологические процессы или технологии осуществления различных функций безотносительно отрасли.

Эволюция анализа технологических эталонов в организации обычно проходит несколько стадий. Первоначально внимание концентрируется на отдельных характеристиках конкурентоспособных продуктов или услуг. Дальнейшее развитие смещает центр внимания на наилучшую в отрасли практику. Реальный прорыв может произойти, когда организация анализирует все аспекты функционирования, все технологические функции.

В качестве основных шагов при анализе технологических эталонов и сопоставлении с ними деятельности организации можно выделить следующие:

- выбрать процессы, виды деятельности для проведения анализа технологических эталонов;
- сформировать соответствующие поставленным задачам аудит-группы;
- разработать методики сбора и обработки информации;
- наметить способы и формы взаимодействия с другими организациями;
- провести сбор и обработку информации в соответствии с разработанными методиками;
- выявить наилучшего конкурента, используя отраслевых экспертов и обратную связь с потребителями;
- идентифицировать эталонные технологии;
- сравнить технологии, применяемые в различных организациях, используя данные об эталонах;
- оформить сравнительную информацию в виде каталога, базы данных;
- создать центр компетенций;
- определить параметры, стандарты новых способов деятельности;
- разработать перечень основных мероприятий по переходу на новые способы деятельности;
- разработать план действий для того, чтобы перейти на новые технологии и интегрировать их в организации;
- реализовать разработанный план;
- осуществить мониторинг инновационных проектов.

Таким образом, анализ технологических эталонов является многомерным, многофункциональным подходом к определению планируемых целей и улучшению деятельности организации.

На том этапе технологического аудита организации в качестве базисного инструмента сопоставления выступает метод, который в инновационном менеджменте получил название анализа технологического портфеля организации. Основная цель этого анализа – классифицировать все используемые в организации технологии, выделив группы технологий по приоритетности и перспективам дальнейшего развития и использования.

Результаты этого анализа должны дать четкое представление о том, какие из технологий, используемых в организации, должны получить дальнейшее развитие, на какие технологии должны выделяться дополнительные финансовые, научно-технические и другие ресурсы. Анализ технологического портфеля организации выявляет также те технологии, использование которых должно поддерживаться на существующем уровне, т.е. для которых актуально поддержание статус-кво.

Анализ технологического портфеля организации ориентирован в первую очередь на то, чтобы выявить наиболее эффективные технологии, которые должны составить основу ее технологической стратегии.

Анализ технологического портфеля компании является разновидностью матричного анализа, который активно применяется, например, при формировании хозяйственного портфеля диверсифицированных компаний. Родоначальником этого анализа является *Boston Consulting Group*.

Матрица технологического портфеля – это своего рода карта используемых в организации технологий, построенная в определенной системе координат. Различные варианты матричного анализа технологического портфеля отличаются, главным образом, выбором показателей для осей матрицы. Несмотря на различные варианты, общим является то, что одна ось (ось ординат) отражает важность технологий, их относительную эффективность, производительность по сравнению с соответствующей эталонной технологией, в то время как вторая ось (ось абсцисс) – положение организации в отношении применения этих технологий, т.е. то, насколько сильны позиции организации в плане их использования.

При этом в одной матрице по оси ординат может фиксироваться коммерческая привлекательность технологии, а по оси абсцисс – конкурентное положение организации, т.е. ее позиции в плане использования этой технологии по сравнению с основными рыночными конкурентами. В другой технологической матрице ось ординат может отражать научно-техническую важность технологии, а ось абсцисс – соответствующий научно- технический уровень организации. В общем виде матрицу портфеля технологий можно представить, как состоящую из четырех квадрантов (рис. 3.4).

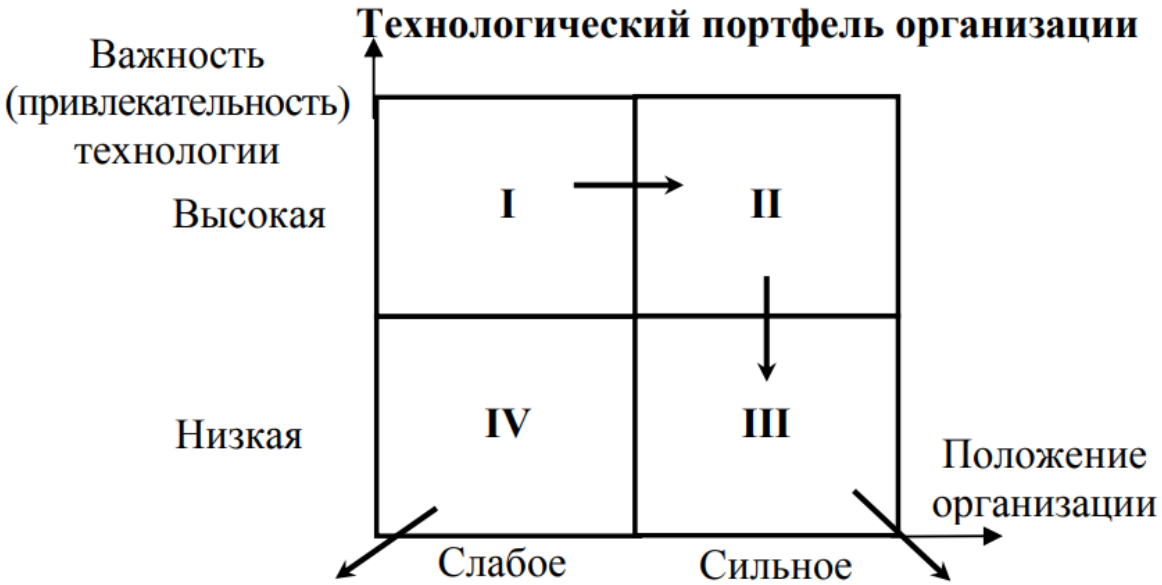


Рисунок 3.4. Технологический портфель организации

В верхние квадранты (I и II) попадают технологии, наиболее важные и привлекательные по сравнению с эталонной технологией, а в нижние квадранты (III и IV) – технологии с небольшим значением этого параметра, т.е. технологии с меньшей важностью и привлекательностью. При этом для технологий, попавших в левые квадранты (I и IV), характерно слабое положение организации в их использовании, а для технологий правых квадрантов (II и III) – сильное.

В квадрант I попадают технологии, которые имеют высокую важность и привлекательность, т.е. являются наиболее актуальными для инновационных проектов, но текущее положение организации в плане использования этих технологий относительно слабое.

Существует две стратегические возможности развития технологий I квадранта технологического портфеля. Первая – это стратегия активных инвестиций в эти технологии с целью усилить позиции организации по этим важным и актуальным технологиям. Вторая возможность – исключение этих технологий из портфеля организации, по использованию которых она практически не имеет шансов догнать лидирующие в этом отношении организации, и рискует понести большие убытки, если будет инвестировать средства в эти технологии.

Во квадрант II технологического портфеля организации попадают технологии, которые рассматриваются как важные и привлекательные по сравнению с эталонами и к тому же такие, по использованию которых организация имеет сильные позиции. Эти технологии сулят наибольшую отдачу, поэтому целесообразно, чтобы именно они составляли ядро инновационных проектов в организации. Именно эти технологии во многом определяют пер-

спективы технологического портфеля, всей деятельности организации.

Технологическое развитие рано или поздно приведет к падению привлекательности технологий, попавших во квадрант II, т.е. к их переходу в квадрант III. В квадранте III технологического портфеля располагаются технологии, которые не рассматриваются как важные и привлекательные, но по которым организация занимает крепкие и устойчивые позиции. Это обычно зрелые, достаточно старые технологии, которые выступают как своеобразные доноры, т.е. не требуют вложений в свое развитие, но характеризуются достаточно высокой отдачей, производительностью в данной организации.

В общем случае можно выделить два наиболее вероятных стратегических управленческих решения относительно технологий квадранта III. Первое решение – это поддержание высокого статуса этих технологий в организации и защита их позиций на рынке. Второе решение – это постепенное исключение стареющих и слабеющих технологий квадранта III из технологического портфеля организации. Теоретически возможным является и переход технологии из III во II квадрант. Например, какая-то технология сначала не сулила высокой коммерческой привлекательности, а применяющая ее организация занимала ведущее положение в отношении ее использования. Если же открываются принципиально новые коммерческие перспективы этой технологии, то интенсивные инвестиции в нее могут перевести ее во II квадрант технологического портфеля. Однако такой переход из III во II квадрант практически редко осуществим, поскольку в большинстве случаев технология характеризуется высокой привлекательностью на ранних стадиях развития и падением ее важности и значимости по мере старения.

Технологии, попавшие в квадрант IV технологического портфеля, имеют как слабую привлекательность, так и слабые позиции организации в отношении их применения. Очевидно, что обычно в ходе технологического аудита ставится вопрос об исключении этих технологий из технологического портфеля.

Анализ технологического портфеля организации является важным методом управления инновационными проектами, поскольку он помогает решить вопрос о распределении ресурсов (в первую очередь финансовых), направляемых на развитие технологий.

При управлении инновационными проектами целесообразно придерживаться следующих рекомендаций:

- средства, генерируемые технологиями III квадранта, необходимо от-

части использовать на развитие и поддержание технологий II квадранта и тех технологий I квадранта, у которых есть шанс перейти во II;

- необходимо избегать чрезмерного инвестирования в стабильные технологии III квадранта;
- необходимо избегать распыления ресурсов на все технологии I квадранта, а лучше сосредоточить ресурсы на тех из них, у которых есть шанс перейти во II квадрант;
- первыми кандидатами на исключение из технологического портфеля могут быть те технологии I квадранта, которые не способны перейти во II, поскольку несмотря на необходимость значительных инвестиций в их развитие они обречены на сползание в IV квадрант;
- чем ниже и левее положение технологии в IV квадранте, тем с большей уверенностью нужно применять в ее отношении стратегию исключения из технологического портфеля.

Таким образом, при управлении инновационными проектами необходимо стремиться к следующему продвижению технологии по квадрантам технологического портфеля: I → II → III.

Анализ технологического портфеля организации является важным управленческим инструментом в разработке и реализации инновационных проектов.

При проведении технологического аудита организации необходимо постоянно информировать весь персонал о его ходе, проводить соответствующие брифинги, совещания, инструктажи, семинары, круглые столы и т.п., которые позволят выработать наиболее эффективные управленческие решения.

### 3.3. Интегральный технический показатель качества изделия

Наиболее широко используются две основные формы интегрального показателя качества.

1. Аддитивная

$$I_T = \sum_{i=1}^{n} g_i A_i, \qquad (3.22)$$

где $g_i$ – коэффициент весомости $i$-го параметра; $A_i$ – показатель качества по $i$-му параметру; $n$ – число параметров, по которым производится сравнение.

2. Мультипликативная

$$I_T = \prod_{i=1}^{n} A_i^{g_i}. \qquad (7.23)$$

Аддитивная форма (средневзвешенное суммирование) наиболее распространена, хотя ее недостатком является возможность компенсации уровня качества по одним параметрам за счет других. Она допускает ситуацию значимости интегрального показателя качества при нулевом значении одного или нескольких параметров. Мультипликативная форма представления предпочтительнее, хотя следует отметить, что мультипликативная форма легко преобразуется в аддитивную простым логарифмированием.

Существуют и иные формы оценок, которые, тем не менее, сводятся к двум перечисленным монотонным преобразованиям. Относительная оценка потенциала варианта проекта

$$H_{ri} = -q_i \log(1 - p_i), \qquad (3.24)$$

где $p_i$ – степень влияния $i$-го варианта на достижение целей проектирования; $q_i$ – вероятность выбора проектантом этого варианта.

Для $i$-й оценки суммарного потенциала далее производится суммирование частных потенциалов. Поскольку при оценке вариантов проекта или результирующей эффективности ОКР выполняются относительные оценки (т.е. абсолютное значение комплексного показателя качества не имеет существенного значения), намного важнее правила использования частных критериев, их весов и правила принятия окончательных решений о продолжении и прекращении проекта. Важным является учет возможной компенсации одних частных оценок за счет других при аддитивной форме комплексного критерия качества.

В случае, если частные критерии одного изделия имеют некие средние значения, а другого – все отличные, за исключением одного – равного нулю, то в этом случае формальное применение аддитивной формы комплексного критерия качества может привести к парадоксальному результату. При мультипликативной форме равенство одного из частных критериев нулю приводит к нулевой оценке и всего изделия. Если такой критерий несущественен, то лучше его исключить из списка критериев.

Сопоставимость по сферам и условиям эксплуатации обеспечивается за счет выбора соответствующих вариантов проекта. Сопоставимость по полезному результату необходима при различиях в используемых технико-эксплуатационных параметрах. Обычно используется приведение к сопоставимости с помощью коэффициентов приведения. Они обеспечивают сопоставимость по некоторым выбранным опорным параметрам (энергетике, числу параметров и режимов, точности и т.д.). Например, при ком-

плексном сопоставлении излучаемой мощности РЛС и ее надежности для последнего параметра следует использовать поток отказов, а не вероятность безотказной работы. Это связано с тем, что и излучаемая мощность, и поток отказов коррелируют с аппаратурными затратами однонаправленно и примерно в равной мере. Коэффициенты приведения к сопоставимому виду содержатся в табл. 3.5.

*Таблица 3.5. Коэффициенты приведения для различных параметров РЭА*

| Параметр | Формула расчета | Условные обозначения |
|---|---|---|
| Производительность | $\alpha_1 = B_2 / B_1$ | $B_1, B_2$ – годовой объем работы аналога и нового изделия |
| Универсальность | $\alpha_2 = N_1 / N_2 = n_2 / n_1$ | $N_1, N_2$ – количество объектов аналога и нового изделия, необходимое для одновременного получения информации от определенного количества пунктов $n_1, n_2$ – число рабочих каналов |
| Точность измерений | $\alpha_3 = \frac{\ln(1-Q_2)}{\ln(1-Q_1)}$ | $Q_1, Q_2$ – вероятность получения результата с заданным пределом допустимой ошибки аналогом и новым изделием |
| Дальность связи | $\alpha_4 = L_2^2 / L_1^2$ | $L_1, L_2$ – дальности действия аналога и нового изделия |
| Надежность | $\alpha_5 = \frac{\ln(1-Q_2)}{\ln(1-Q_1)}$ | $Q_1, Q_2$ – вероятности безотказной работы аналога и нового прибора |
| Чувствительность приемника | $\alpha_6 = \sqrt{m_1 / m_2}$ | $m_1, m_2$ – чувствительность аналога и нового изделия |
| Излучаемая мощность | $\alpha_6 = \sqrt{w_2 / w_1}$ | $w_1, w_2$ – излучаемые мощности аналога и нового изделия |

## 3.4. Интегральный экономический показатель изделия и его технико-экономическая эффективность

В качестве интегрального экономического показателя нового изделия при его сравнении с аналогом служит цена потребления. Она выражается следующей формулой:

$$I_C = К + З_Э, \tag{3.25}$$

где К – единовременные капитальные затраты (на приобретение, транспортировку, монтаж, а также сопутствующие затраты); $З_э$ – затраты на эксплуатацию за все время работы изделия.

При длительном сроке эксплуатации должны быть сделаны динамические оценки с применением дисконтирования. Если в результате изменения надежности нового изделия по сравнению с аналогом меняется оценка ущерба (в том числе и в смежных звеньях), это должно быть учте-

но. Точно также следует учесть сопутствующие положительные результаты применения нового изделия. К их числу относятся:

- уменьшение габаритов и массы летательных аппаратов и судов при установке на них новых изделий взамен аналога;
- повышение точности и быстродействия системы управления (летательным аппаратом, судном, движением воздушного транспорта и т.д.), что обеспечивает сокращение длины пути, а значит, уменьшение расхода топлива, затрат на управление.

Интегральный экономический показатель определяется по формуле

$$I_C = К + З_Э + У_\Sigma - Р_C, \qquad (3.26)$$

где $У_\Sigma$ – полная сумма ущерба от отказов; $Р_c$ – сопутствующие положительные результаты применения нового изделия.

Оценку технико-экономической эффективности нового изделия удобно производить с помощью табл. 3.6 [22].

*Таблица 3.6. Оценка технико-экономической эффективности нового изделия*

| **Параметр, оценка** | **Коэффициент** | **Аналог** | | **Новое изделие** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Весомости $g_i$** | $A_i$ | $A_i^{gi}$ | $A_i'$ | $A_i'^{g_i}$ |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| ... | | | | | |
| $i$ | | | | | |
| ... | | | | | |
| $n$ | | | | | |
| Интегральный технический показатель | | | $\prod_i A_i^{g_i}$ | | $\prod_i A_i'^{g_i}$ |
| Интегральный стоимостной показатель | | | $I_c$ | | $I_c'$ |
| Технико-экономическая эффективность | | | $\prod_i A_i^{g_i}/I_C$ | | $\prod_i A_i'^{g_i}/I_C'$ |
| Относительная технико-экономическая эффективность ОКР | | | | | $\dfrac{\prod_i A_i'^{g_i}/I_C}{\prod_i A_i^{g_i}/I_C'}$ |

Интегральный стоимостный показатель не может быть точно рассчитан на ранних этапах ОКР. Это связано с неполнотой конструкторской документации и отсутствием технологической документации. Единственный выход состоит в сравнении данного показателя с ценой изделия аналогичного по элементной базе, технологии и конструкции. Целесообразно при этом вычленить большие и сложные составные части изделия и оценить их отдельно.

## 3.5. Экономическая оценка этапов разработки ОКР

Экономическая оценка НИОКР проводится по завершению этапа ОКР с использованием анализа максимизации инновационного проекта (МИП).

***МИП-анализ*** – анализ, направленный на максимизацию результатов инновационно-ориентированных проектов по фактору времени и рынка, на который впоследствии выходит продукт. Данный метод включает в себя три критерия оптимизации:

1. Критерий – фактор времени:

$$МИПt'_{разработки} < МИПt_{разработки}, \quad (3.27)$$

или

$$((О_{тр} + ЕСН)Ч_р Д_р)' < ((О_{тр} + ЕСН)Ч_р Д_р), \quad (3.28)$$

где $О_{тр}$ – оплата труда; $Ч_р$ – скорректированная численность работников; $Д_р$ – скорректированная длительность выполнения работы; $МИПt'_{разработки}$ – Показатели максимизации результатов инновационно-ориентированных проектов; причём $Ч_р Д_р$@max.

2. Критерий – исполнитель проекта:

$$МИПр'_{разработки} < МИПр_{разработки}, \quad (3.29)$$

где $МИПр'_{разработки}$ – формула сокращения затрат на разработку, наиболее целесообразный исполнитель идеи (передача разработки сторонней организации).

$$(О_{тр} + ЕСН) + З_{НИР} + З_{ОКР} + З_{МАРК} + З_{ЛАБ.ОБ.} < СУ_{стор.орг}, \quad (3.30)$$

где $З_{НИР}$, $З_{ОКР}$, $З_{МАРК}$, $З_{ЛАБ.ОБ}$ – затраты на НИР, ОКР, маркетинг, лабораторное оборудование соответственно; $СУ_{стор.орг}$ – стоимость услуг сторонних организаций.

3. Критерий – стратегическое партнерство:

$$МИПn'_{ИП} < МИПn_{ИП}, \quad (3.31)$$

$$\frac{В_{ИП} - С_{ПР} - Н_{ПР}}{Р_{реал}} > \frac{В'_{ИП} - С'_{ПР} - Н'_{ПР}}{Р'_{реал} + Р_{ст}}, \quad (3.32)$$

где $В_{ИП}$, $С_{ИП}$ – выручка и себестоимость соответственно от реализации инновационного проекта; $Н_{ПР}$ – налог на прибыль; $Р_{реал}$ – стоимость реализации результатов НИОКР; $Р_{ст}$ – затраты на подготовку реализации результатов НИОКР.

## 3.6. Управление эффективностью разработки

Успешность разработки зависит от большого числа диалектически взаимосвязанных внешних и внутренних факторов. Рис. 3.5 показывает влияние на эффективность ОКР основных групп факторов:

- рыночных (позиция в конкуренции, оборот, спрос);
- организационных (концепция, выбор, планирование, контроль, кадры, структуры, финансы);
- научно-технических (качество, проекты, продукты);
- производственных (издержки, технология, организация производства, основные средства, внедрение).

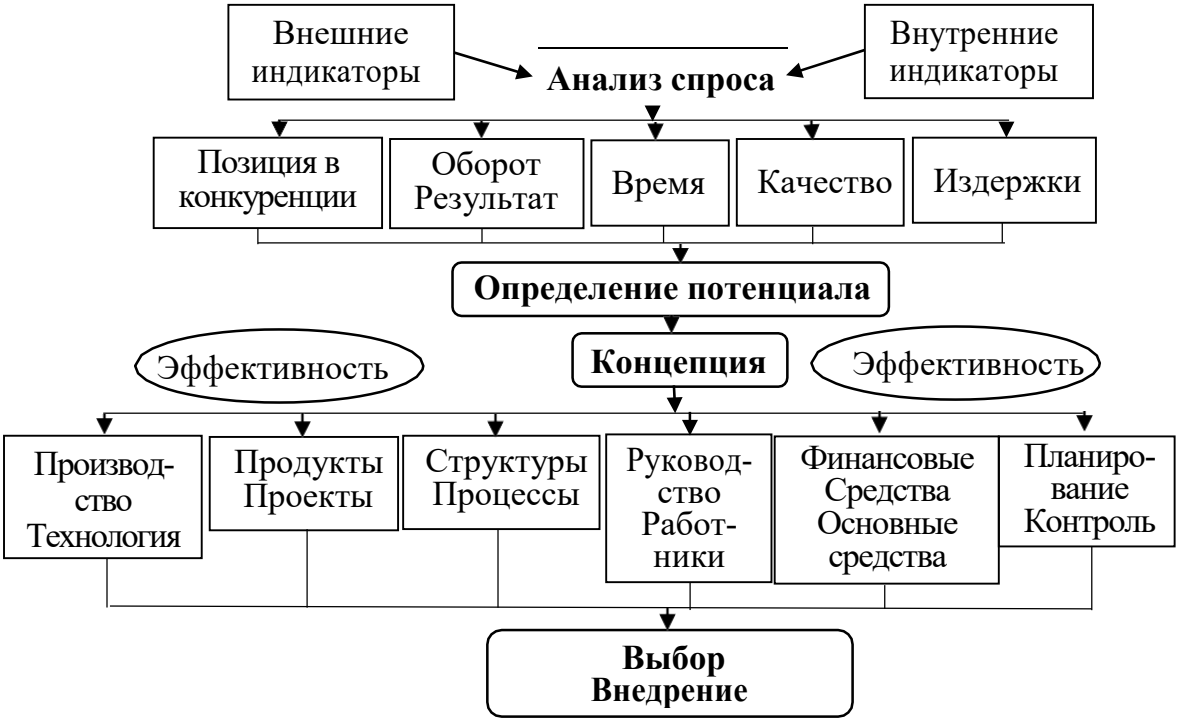


Рисунок 3.5. Основные факторы, определяющие эффективность ОКР

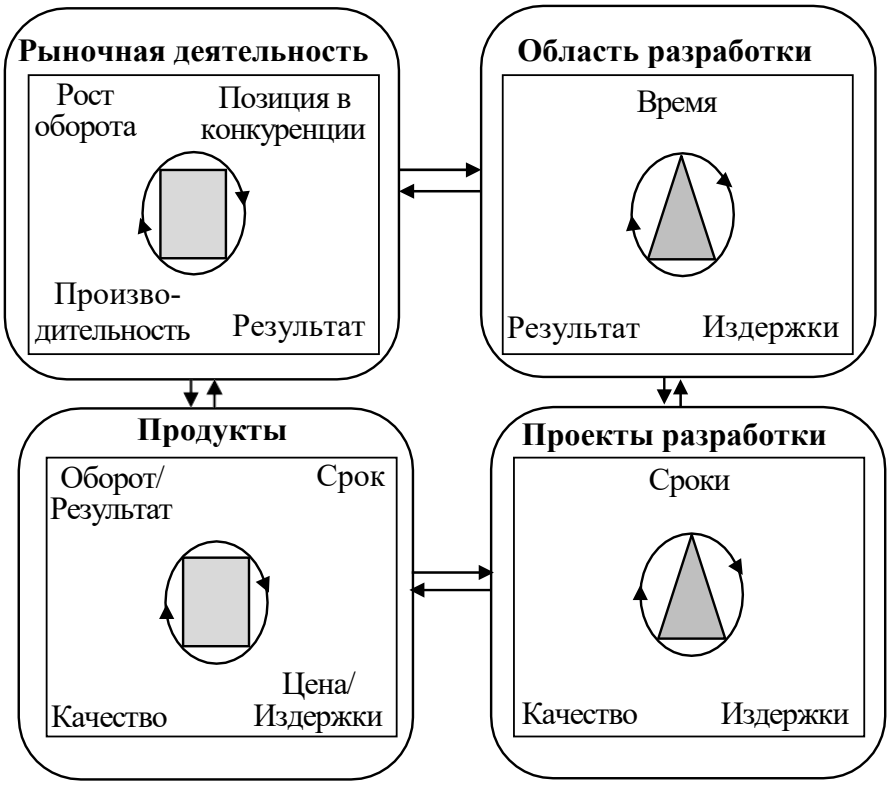


Рисунок 3.6. Взаимосвязь основной деятельности фирмы, ее политики НИОКР, конкретных ОКР и портфеля продуктов

Рис. 3.6 иллюстрирует кругооборот целей и задач («круговую зависимость») инновационной деятельности предприятия.

Фактор времени, безусловно, – один из важнейших для успешности реализации результатов НИОКР (рис. 3.7). Чтобы сократить время разработки, фирме целесообразно провести контроллинг своей деятельности в области НИОКР и запланировать, а также реализовать мероприятия, приведенные на рис. 3.8. Нельзя рассматривать сферу НИОКР в фирме как не зависящую от других. Только комплексное взаимодействие и совершенствование всех сфер деятельности фирмы может обеспечить успех ее инновационной деятельности.

Рисунок 3.7. Основные результаты сокращения времени разработки

Рисунок 3.8. Основные методы сокращения времени ОКР

## 3.7. Организация и порядок выполнения проектирования

Стратегическое управление инновациями является составной частью инновационного менеджмента и решает вопросы планирования и реализации инновационных проектов, рассчитанных на значительный качественный скачок в предпринимательстве, производстве или социальной среде предприятия [45].

По своей сущности любые стратегические меры, принимаемые предприятием, носят инновационный характер, поскольку они так или иначе основаны на нововведениях в его экономическом, производственном или сбытовом потенциалах.

Общий менеджмент определяет генеральную линию стратегического развития и включает [23]:

- нормативный менеджмент – разработка философии, предпринимательской политики, определение позиции предприятия в конкретной нише рынка; формулирование общих стратегических намерений;
- стратегический менеджмент – выработка набора стратегий, их реализация во времени, фиксирование изменений, переформулирование стратегий, стратегический контроль и контроллинг, управление стратегическими реше-

ниями в целом;

- оперативный менеджмент – разработка и реализация оперативных (тактических) мер, связанных с практическим осуществлением мероприятий по внедрению стратегий в действие.

В жизненном цикле любого инновационного проекта четко прослеживаются состояния относительной статики и относительной динамики. Все зависит от содержания цели, которая ставится перед каждой стадией.

Цели стратегического управления инновациями подразделяют на:

- функциональные (поддержание достигнутого состояния системы);
- новые (приобретение нового качественного состояния системы).

Новые цели требуют выхода на новые ориентиры, новые критерии равновесия в системе, новые решения, новые организационные структуры, т.е. вызывают необходимость разработки и осуществления комплекса действий, которые определяются как стратегии.

**Стратегия** в общем виде – это поиск наиболее результативных вариантов ввода в действие ресурсов (капитала, рабочей силы) в соответствии с главными целями предприятия и с учетом ситуации на рынке как в настоящий момент, так и ожидаемой в будущем [23].

Стратегические цели отражают генеральную линию развития инновационного проекта. Стратегическая цель ориентирована на решение той или иной проблемы, (задачи), связанной с рынком или с принципиальным вопросом выживаемости инновационного предприятия.

Стратегические цели делятся на количественные и качественные.

К количественным целям относятся:

- рыночные цели (оборот, рост, доля рынка);
- экономические цели (прибыль, рентабельность);
- финансовые цели (структура капитала, ликвидность).

К качественным целям относятся:

- стратегическая миссия предприятия;
- независимость предприятия;
- стандарт качества продукции;
- постановка сервисного обслуживания клиентов;
- уровень управления фирмой;
- политическое и общественное влияние.

Постановка и формулирование стратегических целей служат исходной базой для выбора и разработки обеспечивающих их достижение стратегий.

Процесс стратегического инновационного управления состоит из взаимосвязанных этапов [23]:

- стратегическое планирование инноваций (анализ ситуации, разработка стратегий);
- реализация стратегий;

- стратегический контроль.

***Концепция проектирования инновационных преобразований***

Успех инновационных преобразований, реализуемых в организации, зависит от того, насколько правильно выбрана стратегия. Последовательность выбора и реализации инновационной стратегии [3] включая в себя перечисленные далее этапы.

1. Этап постановки цели:

- устанавливаются миссия организации;
- формулируется цель развития организации;
- строится и рассчитывается «дерево цели».

2. Этап стратегического анализа:

- анализируется внутренняя среда организации и оценивается инновационный потенциал;
- анализируется состояние внешней среды и дается оценка инновационного климата;
- определяется инновационная позиция организации.

3. Этап выбора инновационной стратегии:

- устанавливаются базовые стратегии развития и их инновационные составляющие;
- осуществляется подбор и оценка альтернативных инновационных стратегий. Осуществляется выбор и формулируется предпочтительная инновационная стратегия.

4. Этап реализации инновационной стратегии:

- разрабатываются стратегический проект и план реализации проекта;
- организуется стратегический контроль процесса реализации проекта;
- оценивается эффективность процесса реализации и проводится необходимая корректировка проекта, стратегий, цели, миссии.

**1 этап**

Цель и стратегия – это организационные инструменты. Целевое управление – это управление по результатам. Это очень жесткое управление, и реализуется оно в основном с помощью авторитарного стиля.

**Цель** – желаемый результат, выраженный качественно и количественно, имеющий срок достижения, ответственного исполнителя и ограничение по ресурсам.

**Инновационная цель** – вектор развития, который показывает, к чему необходимо стремиться для занятия лидирующего положения на рынке наукоемкой продукции.

Под целями развития понимается комплекс задач по достижению желаемых результатов, характеризующих состояние фирмы в близкой и отдаленной перспективе, повышающих или сохраняющих ее конкурентные позиции.

Инновационные стратегии для организации проектного управления их реализаций должны переформулироваться в виде инновационных целей, которые (в качественном выражении) могут отражать следующие результаты:

1) создание нового продукта и создание нового материала;

2) переход на новую технологию;

3) подготовка новой услуги;

4) переход на новый вид ресурса или новый приоритет какого- либо ресурса;

5) новый способ организации производства и применение нового подхода в цепочке комплекса маркетинга;

6) применение новой логистической схемы или ее элемента;

7) разработка нового способа получения прибыли и разработка новой модели бизнеса;

8) переход на новую организационную структуру;

9) новая коммуникационная сеть;

10) новые элементы корпоративной культуры;

11) новая система знаний по какому-либо виду деятельности;

12) переход на новую систему управления и новую систему мотивации.

**Инновационная стратегия** – направление действий (направление использования ресурсов) по данному вектору и способы подготовки и использования ресурсов [24]. Поэтому определения должны быть четкими и однозначными. Цель должна отражать характер управления, т.е. требуется связать ее с результатом, должна быть понятной на качественном уровне *(что)* иметь количественное выражение *(сколько),* иметь срок достижения (когда), ответственного исполнителя *(кто),* рамки ресурсов (*с какими затратами*).

Стратегия есть средство достижения цели, а хорошая формулировка цели отвечает следующим признакам:

- начинается с глагола в неопределенной формы в повелительном наклонении, характеризующего выполняемые действия («разработать», «улучшить», «уменьшить», «довести», «повысить» и т.п.);
- конкретизирует требуемый конечный результат в качественном и количественном выражениях и возможность измерения количественных показателей, что необходимо для подтверждения факта достижения цели «уменьшить затраты на содержание аппарата управления на 20% от ранее представленного бюджета». Есть качественное выражение: «затраты на содержание аппарата управления». Есть количественное выражение: «уменьшить ... на 20%». Есть способ измерить показатель: «от ... бюджета»);
- конкретизирует заданный срок достижения цели («к концу текущего года», «к заданному в программе числу ...», «до 28 февраля текущего года»);
- конкретизирует максимальную величину допустимых затрат, ограничения на выделяемые ресурсы («на реализацию программы выделить не более денеж-

ных единиц», «собственными силами», «в рамках существующего бюджета»);

- оговаривает только «когда» и «что» должно быть сделано, не вдаваясь в детали – «почему» и «как» это должно быть сделано;
- утверждена в качестве управленческого решения и зафиксирована письменно в каком-либо документе, доведена до исполнителя.

### *Построение дерева целей*

Главная цель может делиться по следующим признакам:

1) по видам продуктов (услуг), направлениям деятельности, функциям;

2) по видам технологий деловых процессов (бизнес-процессов) и технологическим операциям;

3) по временным промежуткам.

*Построение дерева инновационной цели (ДЦ)* основано на следующих принципах:

1. На каждом уровне ДЦ комплекс подцелей должен быть необходим и достаточен для достижения вышестоящей цели.

2. Расчленение (декомпозиция) цели на подцели на каждом уровне ДЦ ведется только по одному признаку декомпозиции (правило классификации).

3. Каждая выделяемая подцель (как промежуточный результат) должна относиться к организационно-обособленному субъекту деятельности: организации, подразделению.

4. В зависимости от назначения ДЦ требуется установить, на каком структурном уровне закончить декомпозицию цели: организации, подразделения, исполнителя.

ДЦ строится до уровня, на котором можно установить ответственного исполнителя, и приступить к формированию состава мероприятий, программы достижения цели.

*Признаки (уровни) декомпозиции инновационной цели создания нового продукта:*

1. Формулируется главная (генеральная, основная) цель.

2. Устанавливаются подцели по стадиям жизненного цикла изделия: НИОКР, производство, реализация, обслуживание потребителей.

3. По каждой стадии устанавливаются подцели адаптации предприятия к инновационному процессу в разрезе блоков подготовки: ресурс, технологии, управление, организационная структура.

4. По более сложно структурированным блокам устанавливаются частные подцели по элементам (по ресурсному блоку: подцели по трудовым ресурсам, материально-техническим, информационным, финансовым).

*Признаки (уровни) декомпозиции инновационной цели перехода на новую технологию:*

1. Формулируется главная (генеральная, основная) цель.

2. Устанавливаются подцели по стадиям жизненного цикла технологической инновации: приобретения, подготовки (адаптации), внедрения.

3. Пункты 3 и 4 повторяют предыдущую схему.

*Уровни дерева цели.* Для ориентации коллектива фирмы на достижение цели ее надо структурировать на ряд промежуточных, частных с помощью дерева цели. Дерево цели строят по уровням.

На первом (*продуктовом*) уровне (сразу вслед за нулевой главной целью) обычно выделяют направления деятельности фирмы (продукты, услуги). На втором (*компонентном*) уровне выделяют части, агрегаты, функции, компоненты продукта или услуги.

На третьем (*технологическом*) уровне выделяют те технологии бизнес-процесса, которые используются в данном бизнесе.

На четвертом уровне выделяют те *технологические операции*, которые в наибольшей степени важны.

Пятый уровень может быть в виде *промежуточных целей*. Здесь выделяют временной признак, с помощью которого главную цель разделяют на промежуточные цели (годовая цель может делиться, например, на квартальные).

### *Параметры дерева и их расчет*

Выделяются простые графы типа «дерево», в которых цели не переплетаются (рис. 3.9), и *сетевые* (циклические) графы (рис. 3.10), в которых цели могут переплетаться.

Для расчета дерева цели применяется ряд коэффициентов, из которых прежде всего рекомендуется применять два:

1) коэффициент относительной важности (КОВ), который устанавливает важность (*B*) данной подцели относительно единственной вышестоящей связанной с ней цели (этот коэффициент действует только для слоя *n*, отражающего цель; и слоя *n*-1, отражающего подцель);

2) коэффициент взаимной полезности (КВП) (иногда его называют ближе к назначению – коэффициентом абсолютной важности), который подчеркивает его полезность (*P*) для главной или генеральной цели.

В простом графе расчет *P* производится перемножением дуг *B* на пути от данной подцели к главной цели, например, на рис. 3.9.

В сетевом (циклическом) графе расчет *P* производится перемножением дуг *B* на каждом пути от данной подцели к главной цели сложением значений (рис. 3.10).

Иногда применяют коэффициент готовности, который характеризует прошлую работу по подготовке каждой локальной цели. Он устанавливается экспертным способом от 0 до 1 (имеет смысл готовности от 0% до 100%). Это помогает при планировании затрат на достижение главной цели.

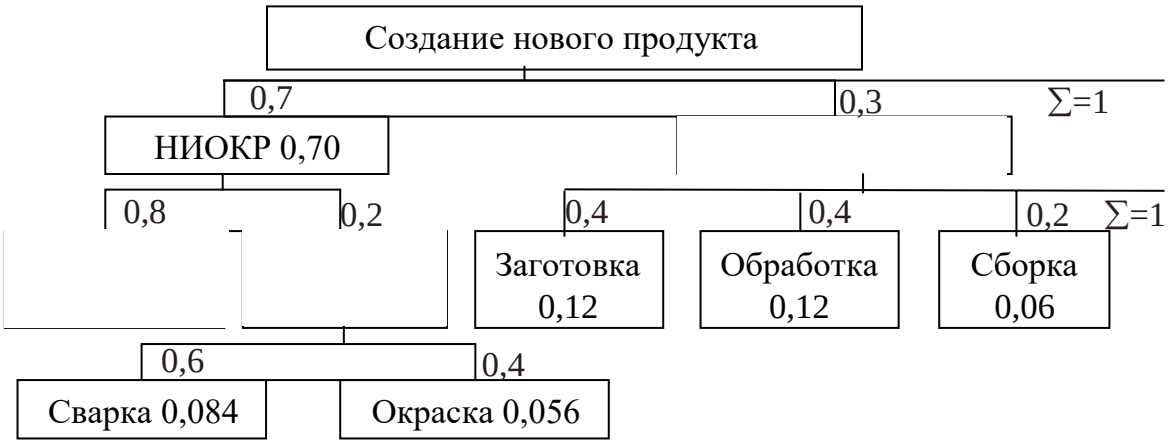


Рисунок 3.9. Фрагмент дерева инновационной цели предприятия по созданию нового продукта (простое дерево цели)

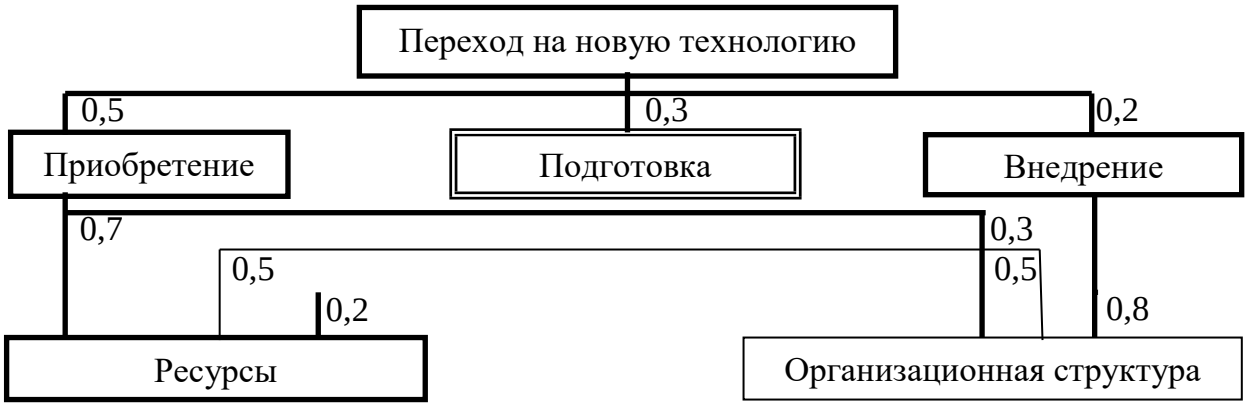


Рисунок 3.10. Фрагмент дерева инновационной цели перехода предприятия на новую технологию (в виде сетевого или циклического графа)

**2 этап**

Стратегическое планирование основывается на проведении многочисленных исследований, сборе и анализе данных. Это позволяет не потерять контроль за рынком [4, 24].

Стратегическое планирование опирается на тщательный анализ внешней и внутренней среды фирмы:

- оцениваются изменения, происходящие или могущие произойти в планируемом периоде;
- выявляются факторы, угрожающие позициям фирмы;
- исследуются факторы, благоприятные для деятельности фирмы.

Процессы и изменения во внешней среде оказывают жизненно важное влияние на фирму. Основные сегменты, связанные с внешней средой – экономика, политика, рынок, технология, конкуренция.

Особенно важным фактором является конкуренция. Поэтому необходимо выявить основных конкурентов и выяснить их рыночные позиции (доля рынка, объемы продаж, цели и т.д.). Целесообразно провести исследования по следующим направлениям:

1. Оценить текущую стратегию конкурентов (их поведение на рынке; приемы продвижения товаров и т.п.).

2. Исследовать влияние внешней среды на конкурентов.

3. Попытаться собрать сведения о научно-технических разработках соперников и другую информацию, и составить прогноз будущих действий конкурентов и наметить пути противодействия.

Тщательное изучение сильных и слабых сторон конкурентов и сравнение их результатов с собственными показателями позволит лучше продумать стратегию конкурентной борьбы.

К серьезным факторам внешней среды относятся социально-поведенческие и экологические факторы. Фирма должна комплексно учитывать изменения в демографической ситуации, образовательном уровне и пр.

Анализ внутренней среды проводится с целью выявления сильных и слабых сторон в деятельности фирмы.

Развитие инновационного потенциала организации осуществляться посредством развития компонентов ее внутренней среды, структура которой – это элементы производственно-хозяйственной системы [4, 24]:

- продуктовый (проектный) блок – направления деятельности организации и их результаты в виде продуктов и услуг (проекты и программы);
- функциональный блок (блок производственных функций и деловых процессов) – оператор преобразования ресурсов и управления в продукты и услуги в процессе трудовой деятельности сотрудников организации на всех стадиях жизненного цикла изделий, включающих НИОКР, производство, реализацию, потребление;
- ресурсный блок – комплекс материально-технических, трудовых, информационных и финансовых ресурсов предприятия;
- организационный блок – организационная структура, технология процессов по всем функциям и проектам, организационная культура;
- блок управления – общее руководство организации, система управления и стиль управления.

**3 этап**

Выбор стратегии является залогом успеха инновационной деятельности, т.е. важнейшей составляющей цикла инновационного менеджмента. Стратегическое планирование преследует две основные цели [4, 24]:

1. Эффективное распределение и использование ресурсов. Это так называемая «внутренняя стратегия». Планируется использование ограниченных ресурсов, таких, как капитал, технологии, люди. Кроме того, осуществляется приобретение предприятий в новых отраслях, выход из нежелательных отраслей, подбор эффективного портфеля предприятий.

2. Адаптация к внешней среде. Ставится задача обеспечить эффективное приспособление к изменению внешних факторов (экономические изменения, политические факторы, демографическая ситуация и др.).

Стратегия является отправным пунктом теоретических и эмпирических исследований. Организации могут отличаться тем, насколько их руководители, принимающие ключевые решения, связали себя со стратегией использования нововведений. Если высшее руководство поддерживает попытки реализовать нововведение, вероятность того, что новшество будет принято к внедрению в организации, возрастает. По мере вовлечения в процесс принятия решений высшего руководства значение стратегических и финансовых целей возрастает.

Разработанная стратегия редко бывает чисто формальной и базируется частично на оценках и интуиции нескольких сотрудников из высшего руководства. Разработка стратегии осуществляется по следующей схеме, представленной на рис. 3.11.

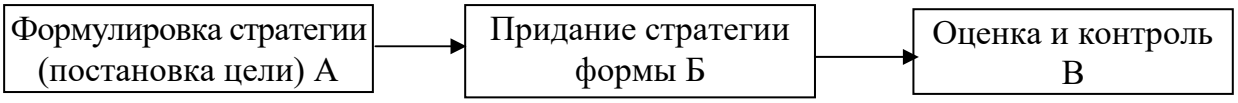


Рисунок 3.11. Фазы стратегического планирования

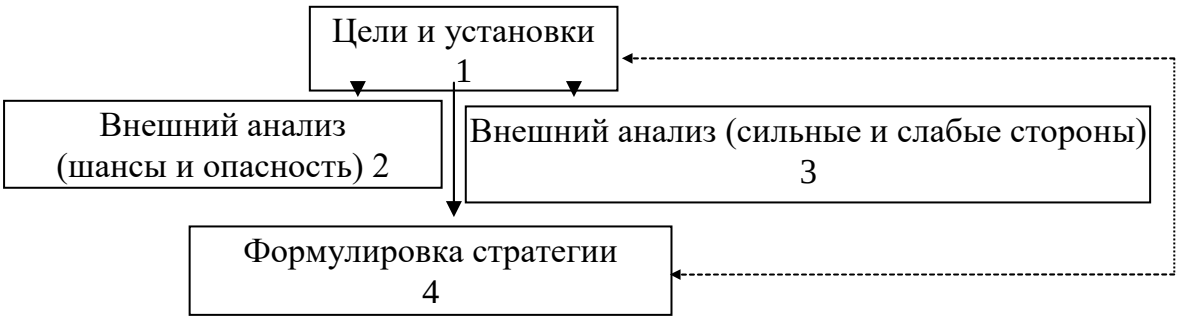


Рисунок 3.12. Формулировка стратегии

Фаза А является наиболее сложной. Механизм ее реализации наглядно представлен на рис. 3.12.

### *Методы выбора инновационной стратегии*

Основу выработки инновационной стратегии составляют теория жизненного цикла продукта, рыночная позиция фирмы и проводимая ею научно-техническая политика.

Выбор инновационной стратегии с учетом жизненного цикла продукта учитывает следующее [4, 24]:

1. Зарождение. Этот переломный момент характеризуется появлением зародыша новой системы в среде старой или исходной, что превращает ее в материнскую и требует перестройки всей жизнедеятельности.

*Пример 1.* Изобретательский цикл. Здесь зарождение есть появление первой идеи (оформленного технического решения), которая ляжет в основу нового вида техники (формулирование принципа деятельности).

*Пример 2.* Производственный цикл. Зарождением является создание фирмы-эксплерента (то есть фирмы, которая специализируется на создании новых или радикальном преобразовании старых сегментов рынка), которая берется разрабатывать новую технику.

2. Рождение. Появляется новая система, сформировавшаяся в значительной степени по образу и подобию систем, ее породивших.

*Пример 1.* Появление первой идеи (оформленного технического решения), которая позволит перейти к общему представлению нового вида техники (формулирование компоновочной схемы).

*Пример 2*. Начало преобразования фирмы-эксплерента в фирму-патиент (фирма, работающая на узкий сегмент рынка и удовлетворяющая существующие на нем специфические потребности).

3. Утверждение. Возникновение сформировавшейся (взрослой) системы, которая начинает на равных конкурировать с созданными ранее. Сформировавшаяся система стремится самоутвердиться и готова к тому, чтобы положить начало появлению новой системы.

*Пример 1.* Появление первой идеи (оформленного технического решения), которая позволит перейти к практическому созданию первых образцов нового вида техники (создание конструктивной схемы).

*Пример 2.* Начало преобразования фирмы-патиента в фирму-виолент (фирма с «силовой» стратегией, действующая в сфере крупного стандартного бизнеса, характеризующаяся высоким уровнем освоенной технологии, массовым выпуском продукции).

4. Стабилизация. Вступление системы в такой период, когда она исчерпывает свой потенциал дальнейшего роста и близка к зрелости.

*Пример 1.* Появление первой идеи (оформленного технического решения), которая позволит перейти к практической реализации технических систем, пригодных к широкомасштабной реализации (создание нескольких типоразмеров).

*Пример 2.* Выход виолента на мировой рынок и образование на нем первого филиала.

5. Упрощение. В начале «увядание» системы, в появлении первых симптомов того, что она прошла «апогей» своего развития.

*Пример 1*. Появление первой идеи (оформленного технического решения), которая связана с оптимизацией созданной технической системы.

*Пример 2*. Образование из виолента транснациональной компании (ТНК).

6. Падение. Снижение большинства значимых показателей жизнедеятельности системы.

*Пример 1*. Появление первой идеи (оформленного технического решения), связанного с усовершенствованиями ранее созданной технической системы на уровне рационализаторских предложений.

*Пример 2*. Начало распада ТНК на ряд обособленных фирм-коммутантов (фирм, осуществляющих средний и мелкий бизнес для удовлетворения местных потребностей при индивидуализированном подходе к клиентам на базе использования достижений фирм-виолентов).

7. Исход. Завершение снижения большинства значимых показателей жизнедеятельности системы. Она как бы возвращается к своему исходному состоянию и подготавливается к переходу в новое состояние.

*Пример 1*. Появление первой идеи (оформленного технического решения), которая связана с изменением функции эксплуатируемой техники.

*Пример 2*. Окончание процесса разделения ТНК на ряд полуобособленных фирм-коммутантов, в этой ситуации гибель одной фирмы не вызывает никаких осложнений в деятельности других.

8. Деструктуризация. Остановка всех процессов жизнедеятельности системы и использование ее в другом качестве, либо проведение технологии утилизации.

*Пример 1*. Прекращение поступлений идей, связанных с техникой данного вида (при этом отдельные образцы старой техники могут использоваться в качестве реликвий, и в связи с этим не исключено появление технических решений, которые относятся, как правило, к пятому или шестому этапу).

*Пример 2*. Прекращение существования фирмы (как правило, это означает ее переспециализацию на выпуск другой продукции).

Далее следует локальный уровень, определяющий научно-техническую политику фирмы. Согласно современной экономической науке, в каждый конкретный период времени конкурентоспособная производственная единица (фирма, предприятие), специализирующаяся на выпуске продукции для удовлетворения определенной общественной потребности, вынуждена работать над товаром, относящимся к трем поколениям техники – уходящему, господствующему и нарождающемуся (перспективному).

Каждое поколение техники проходит в своем развитии обособленный жизненный цикл. Пусть фирма в отрезок времени от $t_1$ до $t_3$ работает над тремя поколениями техники *A, B, C*, последовательно сменяющими друг друга (рис. 3.13). На стадии зарождения и начала роста выпуска продукта *B* (момент $t_1$) затраты на его производство еще велики, спрос же пока мал, что ограничивает экономически оправданный объем производства. В этот момент объем выпуска продукта *A* (предыдущего поколения) весьма велик, а продукт *C* еще вообще не выпускается (диаграмма «а», рис. 3.14). На стадии стабилизации выпуска продукции поколения *B* (момент $t_2$, этапы насыщения, зрелости и стагнации) его технология полностью освоена; спрос весьма велик. Это период максимального объема выпуска и наибольшей совокупной прибыльности данного продукта. Выпуск про-

дукта *A* упал и продолжает падать (диаграмма «б»). С появлением и развитием нового поколения техники (продукта *C*), обеспечивающего еще более эффективное выполнение той же функции, начинается падение спроса на продукт *B* (момент $t_3$) – объем его производства и прибыль, им приносимая, сокращаются (диаграмма «в»), поколение же техники *A* вообще существует лишь в качестве реликта.

На рис. 3.13 видно, что стабильная величина совокупного дохода предприятия (фирмы) обеспечивается правильным распределением усилий между сменяющими друг друга продуктами (поколениями техники). Достижение такого распределения и является целью формирования и осуществления научно-технической политики фирмы. Оптимизация этой политики требует знаний о технических и технологических возможностях каждого из сменяющих друг друга (и конкурирующих между собой) поколений техники. По мере освоения того или иного технического решения его реальная способность к удовлетворению соответствующих потребностей общества и экономические характеристики изменяются, что, собственно, и обусловливает циклический характер развития поколений техники.

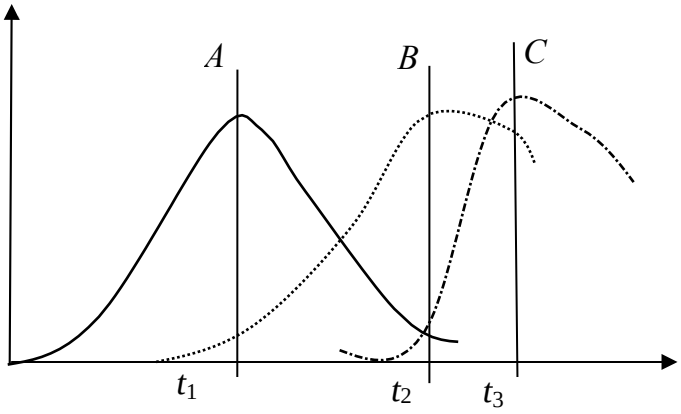


Рисунок 3.13. Циклы выпуска сменяющих друг друга продуктов (*A, B, C*)

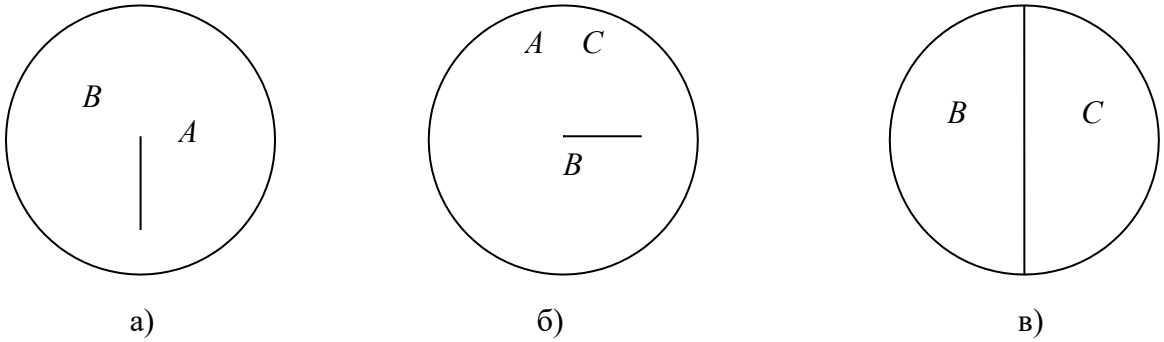


Рисунок 3.14. Диаграммы структуры выпуска продукции фирмы в различные моменты времени:
*а* – момент $t_1$; *б* – момент $t_2$; *в* – момент $t_3$

Поэтому стратегическое планирование научно-технической политики требует достоверного выявления и прогнозирования тенденций развития каждого поколения соответствующей техники на всех стадиях его жизненного цикла. Необходимо знать, в какой момент предлагаемое к освоению поколение техники достигнет максимума развития, когда к этой стадии придет конкурирующий продукт, когда целесообразно начать освоение, когда расширение, а когда наступит спад производства.

Направления выбора инновационной стратегии с учетом рыночной позиции (контролируемая доля рынка и динамика его развития, доступ к источникам финансирования и сырья, позиции лидера или последователя в отраслевой конкурентной борьбе) показаны на рис. 3.15 [4, 24].

| Рыночная позиция | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Сильная* | Приобретение другой фирмой | Стратегия следования за лидером | Интенсивные НИОКР, технологическое лидерство |
| | *Благоприятная* | Рационализация | ? | Поиск выгодных сфер приложения технологии |
| | *Слабая* | Ликвидация бизнеса | Рационализация | Организация «рискового» проекта |
| | | *Слабая* | *Благоприятная* | *Сильная* |
| | Технологическая позиция | | | |

Рисунок 3.15 Направления выбора инновационной стратегии

В случае, если в портфеле компании имеется несколько инновационных продуктов, тогда стратегию действий компании в отношении каждого из них необходимо выбирать отдельно.

Упрощенная модель выбора стратегии (так называемая матрица «рост-доля») разработана Бостонской консультативной группой (*BCG*) и предназначена для выбора стратегии в зависимости от доли рынка и темпов роста в отрасли представлена на рис. 3.16 [4, 24].

Как видно из рис. 3.16, модель *BCG* представляет собой матрицу 2×2, на которой области бизнеса изображаются окружностями с центрами на пересечении координат, образуемых соответствующими темпами роста рынка и величинами соответствующей доли фирмы на том, или ином рынке. При этом под рыночной долей фирмы обычно понимают отношение объема

продаж фирмы в данной бизнес-области к объему продаж крупнейшего в данной области конкурента фирмы. Разбивка матрицы по оси абсцисс на две части позволяет выделить две области, в одну из которых попадают бизнес-области со слабыми конкурентными позициями, а во вторую – с сильными. Граница двух областей проходит на уровне коэффициента 1,0.

В соответствии с этой моделью фирмы, завоевавшие большие доли рынка в быстрорастущих отраслях («звезды»), должны выбирать стратегию роста. Фирмы, имеющие высокие доли роста в стабильных отраслях («дойные коровы»), выбирают стратегию сохранения позиций или ограниченного роста. Их главная цель – удержание позиций и получение максимальной прибыли. Фирмы, имеющие малую долю рынка в медленно растущих отраслях («собаки»), выбирают стратегию отсечения лишнего (сокращения доли бизнеса), либо уходят с рынка. Для предприятий, слабо закрепившихся в быстрорастущих отраслях («знаки вопроса»), ситуация требует дополнительного анализа, так как ответ для них неоднозначен.

Рисунок 3.16. Матрица «рост-доля»

Выбирая варианты стратегии, фирма может воспользоваться матрицей продукция/рынок (табл. 3.7) [4, 24].

*Таблица 3.7. Матрица продукция / рынок*

| | Продукция, выпускаемая в настоящее время | Новая продукция, связанная с выпускаемой | Совершенно новая продукция |
|---|---|---|---|
| Имеющийся рынок | 90% | 60% | 30% |
| Новый рынок, но связанный с имеющимся | 60% | 40% | 20% |
| Совершенно новый рынок | 30% | 20% | 10% |

Принимая ту или иную стратегию, руководство должно учитывать четыре фактора [4, 24]:

1. Риск. Какой уровень риска фирма считает приемлемым для каждого из принимаемых решений?

2. Знание прошлых стратегий и результатов их применения позволит фирме более успешно разрабатывать новые.

3. Фактор времени. Нередко хорошие идеи терпели неудачу потому, что были предложены к осуществлению в неподходящий момент.

4. Реакция на владельцев. Стратегический план разрабатывается менеджерами компании, но часто владельцы могут оказывать силовое давление на его изменение. Руководству компании стоит иметь в виду этот фактор.

Разработка стратегии может осуществляться тремя путями: сверху вниз, снизу-вверх и с помощью консультативной фирмы. В первом случае стратегический план разрабатывается руководством компании и как приказ спускается по всем уровням управления.

При разработке «снизу-вверх» каждое подразделение (служба маркетинга, финансовый отдел, производственные подразделения, служба НИОКР и т.д.) разрабатывает рекомендации по составлению стратегического плана в рамках своей компетенции. Затем эти предложения поступают руководству фирмы, которое обобщает их и принимает окончательное решение на обсуждении в коллективе. Это позволяет использовать опыт, накопленный в подразделениях, непосредственно связанных с изучаемыми проблемами и создает у работников впечатление общности всей организации в разработке стратегии.

Фирма может воспользоваться и услугами консультантов для исследования организации и выработки стратегии.

**4 этап**

Инновационный проект (инновационная программа) содержит перечень мероприятий – локальных проектов, в совокупности обеспечивающих адаптацию к инновации (табл. 3.8). Инновационный проект имеет следующее содержание:

1. Блок изменений результатов деятельности:

Конструктивно новая или обновленная продукция, новый портфель продукции, новые отрасли/подотрасли и новые рынки.

Новые услуги клиентам и потребителям новой продукции предприятия.

1.3. Новые экономические и социальные результаты деятельности организации.

2. Блок изменений в ресурсах:

Материально-техническая база: новое сырье, материалы и комплектующие, технологическое оборудование, рабочие места и производственные площади, поставщики и партнеры, логистика потоков материально- технических ресурсов.

Информация: новая научно-техническая, производственная, экономическая и коммерческая информация, новые базы данных, новая логистика

потоков информации, новые системы связи.

Трудовые ресурсы: приобретение новых знаний сотрудниками, новые сотрудники, управляющие, социальная среда, новое движение кадров.

Финансы: новые задачи финансирования инновационного проекта, финансовые потоки.

3. Блок изменений в деловых процессах:

Процессы НИОКР: новые задачи, сжатие процессов во времени за счет запараллеливания.

Процессы производства: перераспределение работ между производственными звеньями в самом предприятии и заказов между субподрядчиками, подготовка к освоению новых технологий.

Процессы реализации: обновление сети реализации, новые маркетинговые функции, новые коммерческие задачи.

Процессы обслуживания: подготовка к оказанию новых услуг, новые клиенты.

4. Блок изменений в системе управления:

Переход на проектное управление, новые процедуры принятия решений, обновление методов управления.

Обеспечение сочетания проектного, функционального и общего управления в организации.

5. Блок изменений в организационной структуре:

Новые функции: выявление новых производственных и управленческих функций.

Новые структурные звенья и уровни управления: создание новых звеньев и наделение их функциями.

Новые связи: оформление новых связей между звеньями по функциям.

Новые отношения: формирование нового состава прав и ответственности, их распределение по звеньям и уровням управления в соответствии с функциями и связями.

*Таблица 3.8. Фрагмент инновационной программы перехода организации на новую технологию*

| № п/п | Мероприятие (локальный проект) | Срок исполнения | Исполнители | Затраты по смете, тыс. |
|---|---|---|---|---|
| 7. | Приобретение лицензии на технологию | 1 кв. 2015 г. | Отдел 17 | 195 |
| 13. | Переподготовка специалистов и рабочих | 2 кв. 2015 г. | Отдел кадров | 100 |
| 29. | Создание нового цеха | 3 кв. 2016 г. | Отдел 34 | 36000 |

### *Анализ инновационного процесса*

Контроль эффективности внедрения инновационного процесса есть оценка внутренних стратегических изменений, произошедших на предприятии в результате освоения продуктовых или технологических нововведений. Целесообразно внутреннюю среду организации исследовать по каждому из основных функциональных направлений: НИОКР, маркетинг, финансы, производство, персонал и организационное управление.

Перечень показателей, позволяющих оценить внутренние экономические условия реализации инновационных стратегий (табл. 3.9) [4]:

1. Показатель квалификации научных кадров

$$D_{КН} = (З_{ОКР\ ПРЕД}/З_{ОКР\ Ф})100\%, \quad (3.33)$$

где $З_{ОКР\ ПРЕД}$ – объем опытно-конструкторских работ, выполненных силами предприятия без привлечения сторонних организаций, руб.; $З_{ОКР\ Ф}$ – фактически выполненный объем опытно-конструкторских работ, руб.

2. Показатель исполнения маркетинговых прогнозов

$$D_{МП} = (V_{ИП\ Ф}/V_{ИП\ ПЛ})100\%, \quad (3.34)$$

где $V_{ИП\ Ф}$ – фактический объем продаж инновационной продукции, руб.; $V_{ИП\ ПЛ}$ – планируемый объем продаж инновационной продукции, руб.

3. Показатель расхода инвестиционных средств

$$D_{РИ} = (I_{Ф}/I_{ПЛ})100\%, \quad (3.35)$$

где $I_{Ф}$ – фактический размер инвестиционных средств, потраченных на реализацию инновационного проекта, руб.; $I_{ПЛ}$ – планируемый размер инвестиционных средств, потраченных на реализацию инновационного проекта, руб.

4. Показатель производственного ресурсосбережения

$$D_{ПР} = (С_{Ф}/С_{ПЛ})100\%, \quad (3.36)$$

где $С_{Ф}$ – фактическая себестоимость производства и реализации инновационной продукции, руб.; $С_{ПЛ}$ – планируемая себестоимость производства и реализации инновационной продукции, руб.

5. Показатель реализации проекта в заданные сроки

$$D_{Pt} = (T_{Ф}/T_{ПЛ})100\%, \quad (3.38)$$

где $T_{Ф}$ –фактическое время, затраченное на производство и реализацию инновационного проекта, мес.; $T_{ПЛ}$ – планируемое время, затраченное на производство и реализацию инновационного проекта, мес.

6. Показатель результативности инновационного развития

$$D_{ИР} = (П_{ИП}/П_{пред.})100\%, \quad (3.39)$$

где $П_{ИП}$ – чистая прибыль, полученная предприятием за счёт реализации инновационной продукции, руб.; $П_{пред}$ – общий размер чистой прибыли, полученной предприятием при реализации всей продукции, руб.

*Таблица 3.9. Взаимосвязи между показателями инновационного поведения и параметрами инновационного процесса*

| Показатели состояния инновационного процесса | Параметры формирования инновационного поведения |
|---|---|
| квалификация научных кадров $D_{КН}=(З_{ОКР\ ПРЕД}/З_{ОКР\ Ф})100\%$ | Рост патентного портфеля $R_р= (\Delta Р_П/Р_{ПО})100\%$, |
| исполнения маркетинговых прогнозов $D_{РИ}=(I_Ф/I_{ПЛ})100\%$ | Рост доли рынка $R_n=(\Delta V_{пр\ пред}/Р_р)100\%$, |
| расход инвестиционных средств $D_{РИ}=(I_Ф/I_{ПЛ})100\%$ | Рост внереализационных доходов (от продажи лицензий) $R_Д= (\Delta Д_{ВН}/Д_{ВНО})100\%$, |
| производственное ресурсосбережение $D_{ПР}=(С_Ф/С_{ПЛ})100\%$ | Рост номенклатуры в товарном портфеле $R_Т = (\Delta T_П/T_{АСО})100\%$, |
| реализация проекта в заданные сроки $D_{Pt}=(T_Ф/T_{ПЛ})100\%$ | Рост стоимости компании $R_С=(\Delta С_К/С_{КО})100\%$, |
| результативность инновационного развития $D_{ИР}=(П_{ИП}/П_{пред})100\%$ | Рост стоимости компании $R_С=(\Delta С_К/С_{КО})100\%$, |

Следующий этап – на основании проведенного анализа производится корректировка данной ситуации, направленная на достижение поставленной цели предприятия. На данном этапе необходимо соотнести расчетные показатели состояния инновационного процесса на данный момент с определенными показателями, формирующими инновационное поведение организации. Другими словами, необходимо оценить, как изменились показатели инновационной активности организации в соответствие с развитием инновационного процесса, что возможно сделать, применив табл. 3.10.

Этот этап, позволяет определить каким наиболее эффективным способом можно достичь поставленной цели и что для этого необходимо – планирование стратегии (табл. 3.10). На данном этапе также необходимо рассчитать затраты на реализацию стратегии инновационного развития (табл. 3.11). В табл. 3.11 представлены основные виды затрат в соответствие с видом реализуемой инновации и этапом её (инновации) разработки. Так буква «С» обозначает стоимость; нижний индекс характеризует этап жизненного цикла инновации; а верхний индекс («б» или «у»), соответственно, базисную или улучшающую технологии. Общий размер затрат определяется суммой за трат по каждому этапу жизненного цикла инновации, соответственно базисной или улучшающей. В примечании к табл. 3.11 приведены характеристики каждого вида затрат, представленных в табл. 3.9 [4].

*Таблица 3.10. Сходства в процессах разработки базисных и улучшающих инноваций*

| Этап | Инновации | |
|---|---|---|
| | базисные | улучшающие |
| Исследовательский | Выявление новых научно-технических знаний и возможностей (фундаментальные и прикладные исследования) | Выявление новых рыночных потребностей (маркетинговые исследования) |
| Серийный выпуск | Создание промышленного прототипа (НИР) | Создание промышленного образца (ОКР) |
| Промышленное производство | Коммерциализация инновации на рынок производственной продукции (промышленный маркетинг) | Коммерциализация инновации на потребительский рынок (потребительский маркетинг) |
| Выход на рынок | Формирование нового рынка (сфера предложения) | Формирование нового продукта на рынке (сфера спроса) |

В табл. 3.11 использованы следующие обозначения затрат: $W_{ПИ}$ – проведение анализа и прогнозирование продуктовых и технологических инноваций; $W_{СТ}$ – сканирование венчурных технологий; $W_{МТ}$ – мониторинг новых технологических открытий и достижений; $W_{ОИ}$ – генерация и селекция идей в соответствии со стратегией развития предприятия, производственно-технологической выполнимостью, научно-исследовательской уникальностью, патентоспособностью; $W_{ПП}$ – анализ и прогнозирование покупательских предпочтений; $W_{ОИ}$ – сбор информации и отбор идей; $X_{ФГ}$ – формирование группы по разработке технологических инноваций; $X_{ЛИ}$ – проведение лабораторных исследований; $X_{МР}$ – моделирование целевого рынка; $X_{ОП}$ – обеспечение производственного процесса; $X_{ОР}$ – проведение опытно-экспериментальных работ; $X_{ПП}$ – производственное проектирование продукта; $Y_{ФП}$ – фокусировка на внутренних и внешних параметрах инноваций; $Y_{ИС}$ – защита интеллектуальной собственности; $Y_{СС}$ – стандартизация и сертификация производства и продукции; $Y_{СП}$ – распределение рисков с финансовыми и стратегическими параметрами; $Y_{ПТ}$ – позиционирование усовершенствованного товара; $Y_{РП}$ – регламентация производственного процесса; $Z_{СК}$ – координация и корреляция сбытовых каналов; $Z_{СР}$ – авторское сопровождение разработки; $Z_{ИИ}$ – итерация сфер использования и применения инновации; $Z_{РС}$ – систематизация рынка и регулирование спроса; $Z_{РК}$ – формирование рекламной компании; $Z_{УП}$ – приобретение продукции и удовлетворение потребностей. $P^{б}$, $P^{у}$ – расходы, связанные с разработкой новых и улучшающих технологий, состав которых приведен ранее; $З^{Т}$ – затраты на оплату труда (О), отчисления единого социального налога и страховых взносов от несчастных случаев на производстве ($Н_{ЕСН}$), руб. $А^{ОБ}$ – перенос стоимости нового технологического оборудования на себе- стоимость продукции в виде амортизационных отчислений; $Н^{Р}$ – накладные расходы, включающие затраты на оплату электроэнергии, пара, воды, услуг технологических ($У_{Т}$), коммунальных ($У_{К}$), связи ($У_{С}$), транспорт-

ных ($У_Т$); $i$ – индексы этапов, (1, 2, 3, 4).

*Таблица 3.11. Поэтапный расчёт затрат на реализацию стратегий инновационного развития на предприятии*

| Затраты, связанные с внедрением | |
|---|---|
| базисных технологий | улучшающих технологий |
| 1 этап - Исследовательский | |
| $C_1^б = (W_{ПИ}+W_{СТ}+W_{МТ}+W_{ОИ})+$ $+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+А_{ОБ}+ +(У_Т+У_К+У_С+У_Т)=$ $Р_1^б+З_1^Т+А_1^{ОБ}+Н_1^Р$ | $C_1^у = (W_{ПП}+W_{ОИ})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+ А_{ОБ}+$ $+ (У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_1^у+З_1^Т+А_1^{ОБ}+Н_1^Р$ |
| 2 этап - Серийный выпуск | |
| $C_2^б = (X_{ФГ}+X_{ЛИ}+X_{МР}+X_{ОП})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+$ $+А_{ОБ}+ +(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_2^б+З_2^Т+А_2^{ОБ}+Н_2^Р$ | $C_2^у = (X_{ОР}+X_{ПП})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+А_{ОБ}+$ $+(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_2^у+З_2^Т+А_2^{ОБ}+Н_2^Р$ |
| 3 этап- Промышленное производство | |
| $C_3^б = (Y_{ФП}+Y_{ИС}+Y_{СС}+Y_{СП})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+ А_{ОБ}+$ $+(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_3^б+З_3^Т+А_3^{ОБ}+Н_3^Р$ | $C_3^у = (Y_{ПТ}+Y_{РП})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+ А_{ОБ}+$ $+(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_3^у+З_3^Т+А_3^{ОБ}+Н_3^Р$ |
| 4 этап - Выход на рынок | |
| $C_4^б = (Z_{СК}+Z_{СР}+Z_{ИИ}+Z_{РС})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+ А_{ОБ}+$ $+(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_4^б+З_4^Т+А_4^{ОБ}+Н_4^Р$ | $C_4^у = (Z_{РК}+Z_{УП})+(О_{ТР}+Н_{ЕСН})+ А_{ОБ}+$ $+(У_Т+У_К+У_С+У_Т)= Р_4^у+З_4^Т+А_4^{ОБ}+Н_4^Р$ |
| Общий размер затрат | |
| $C^б = C_1^б+C_2^б+C_3^б+C_4^б$ | $C^у = C_1^у+C_2^у+C_3^у+C_4^у$ |

### *Основные задачи и этапы проектирования*

**Проектирование** – комплекс мероприятий, обеспечивающих поиск технических решений, удовлетворяющих заданным требованиям, их оптимизацию и реализацию в виде комплекта конструкторских документов и опытного образца (образцов), подвергаемого циклу испытаний на соответствие требованиям технического задания.

Не существует чисто технического проектирования. Любое проектирование является технико-экономическим с применением математического моделирования экономических и экономико-производственных систем. Основы системного подхода к конструкторскому процессу заключаются в следующем [25]:

- разработка проекта идет от общего к частному, а не наоборот;
- конструктору следует браться за решение частных задач, только проработав общие;
- при разработке частных задач необходимо учитывать технические решения (ТР), принятые на более ранних этапах проектирования;
- новые технические решения появляются в результате творческого процесса, носящего итерационный характер последовательных приближений к цели;

- получение рационального технического решения достигается разработкой максимального числа вариантов и их углубленным анализом;
- при принятии решения требования оптимального функционирования технического средства (ТС) превалируют над другими (экономическими);
- предельные конструктивные параметры ТС определяются физико-техническими, а не экономическими факторами (проектирование необходимо начинать с инженерных расчетов);
- конструирование изделий выполняется с учетом возможности и трудоемкости их изготовления;
- экономическая оценка конструкции проводится не раньше, чем появятся варианты, отвечающие требованиям функционирования изделия, и технически осуществимые;
- при проектировании необходимо максимально использовать технические решения предшествующих поколений инженеров;
- для оценки ТС используют весь комплекс критериев (функционирование, надежность, технологичность, стандартизация и унификация, а также эргономические, эстетические и экономические показатели);
- патентно-правовые показатели – необходимые критерии оценки новых конкурентоспособных технических решений;
- при проектировании новых ТС решается вопрос их безболезненной ликвидации после истечения срока службы.

Схема системного проектирования состоит из четырех этапов:

- постановка задачи создания нового ТС;
- поисковое проектирование;
- концептуальное проектирование;
- инженерное конструирование.

На этапе постановки задачи создания нового ТС формируется системная модель нового изделия, описывающая его связи и отношения с внешним окружением. Данная модель позволяет осуществить постановку общей задачи создания нового ТС, сформулировать его служебное назначение, определить ограничения и граничные условия на реализацию рабочей функции, критерии оценки и т.п. Этот этап должен ответить на вопросы: нужно ли новое ТС, и какие задачи оно должно решать? При положительном решении этих вопросов оформляется задание, в котором окончательно формулируется постановка общей задачи создания нового изделия, что служит основой для выполнения этапов проектно-конструкторского процесса.

Этап поискового проектирования должен ответить на вопрос: каким должно быть будущее ТС?. Уточняется его служебное назначение, определяются границы системы и связи с внешним окружением. Четко формулируется рабочая функция нового ТС и определяются компоненты задачи: параметры, факторы решения, цели и критерии оценки, время, отводимое на выполнение проекта.

Определяется принцип действия будущего ТС. Если на сегодняшний день задача создания нового ТС окажется технически не осуществима, то необходимо вернуться к постановке задачи его создания, уточнив или изменив служебное назначение. Когда принцип действия ясен и рабочая схема известна, определяют предельные режимы функционирования объекта проектирования. Результатом данного этапа является оформленное техническое задание на проектирование нового ТС, которое должно содержать однозначное описание его служебного назначения, показателей качества и критерии оценки проекта.

Этап концептуального проектирования решает вопрос о технической реализации замысла будущей конструкции. Разработка и анализ различных вариантов принципиальных решений (функциональной, компоновочной, кинематической и других схем) дает концепцию конструкции. На этом этапе проводится экономическая оценка отобранных вариантов. Результатом этапа концептуального проектирования является оформленное техническое предложение, которое должно определить концепцию конструкции будущего технического средства и технико-экономическую целесообразность его создания.

На этапе инженерного конструирования разрабатываются варианты важнейших элементов ТС (ЭТС), которые анализируются и уточняются (эскизное конструирование). Затем выполняется технико-рабочее проектирование, дающее полное и окончательное представление об устройстве и функционировании будущего изделия, предусматривает детализацию конструкции путем разработки чертежей на каждый изготавливаемый элемент. Объем комплекта конструкторской документации должен ответить на вопросы: каким должно быть будущее ТС, как оно работает, как его ремонтировать, транспортировать и пр.

Элементы необходимой информационной поддержки проектно- конструкторского процесса представляют собой каталоги известных технических решений технических средств и их элементов справочники по физическим эффектам, методам и способам преобразования вещества, энергии и информации, сборники апробированных правил синтеза технических решений для технических средств различных видов, методов анализа вариантов технических решений и методов принятия решений на разных стадиях проектирования, описание рекомендуемых правил расчета технико-экономических показателей (ТЭП) новых технических средств и их элементов. Оформление документации должно выполняться по требованиям ЕСКД и ЕСТД.

Разработка принципиальных структурных схем предшествует расчету ТЭП. В такой последовательности расчет ТЭП по существу превращается в экономическое обоснование уже принятых технических решений. На практике разработка схем должна выполняться совместно с расчетами ТЭП. Каждый отчет по ОКР содержит расчет общей надежности системы,

как бы сложна она ни была. Эти показатели обязательно входят в технические условия на систему.

**Декомпозируемая система** – система, состоящая из частей, для которых существуют альтернативные проектные варианты. Подход к проектированию декомпозируемых систем включает следующие стадии:

- задание требований к системе и ее компонентам;
- формирование структуры системы;
- генерация проектных альтернативных компонент;
- оценивание и ранжирование проектных альтернативных компонент;
- композиция составных частей;
- анализ компонентов и их улучшение.

Базовые предположения в этом случае:

- проектируемая система имеет иерархическую древовидную структуру;
- качество (эффективность) системы есть объединение качества ее составных частей и качества их совместимостей;
- многокритериальные характеристики качества частей и их совместимостей могут быть отображены на некие порядковые согласованные шкалы.

В использовании уже имеющихся компонент, особенно стандартных, нет ничего принципиально нового. Это классический способ проектирования, который сам по себе не решает никаких ранее отмеченных проблем [48].

Комбинаторное проектирование систем применяет реинжиниринг информационных систем (ИС) [26]. Принципы и методы нового системного проектирования (НСП) информационной системы определены на основе новых информационных технологий [27-29]. Работы в НСП проводят в той последовательности, которая адаптируется к условиям конкретного предприятия и проекта.

1. *Ситуационный и диагностический анализ положения предприятия.* Применяются методы и программные инструменты: финансового анализа положения предприятия (финансовой устойчивости, ликвидности баланса, коэффициентов деловой активности и др.); степени и динамики прибыльности отдельных товаров и процессов (продуктов, услуг, технологий, работ); маркетингового анализа (товаров и услуг, имиджа предприятия и конкурентов и др.) на различных секторах рынка, маркетингового прогноза; социопсихологического анализа (установок руководства предприятия, других групп работников, кадровой ситуации в целом), его информационной поддержки и автоматизации.

2. *Анализ стратегических целей предприятия и критических факторов его успеха.* Делается заключение о технологических, рыночных и общественных тенденциях и возможностях предприятия, формулируются положения новой бизнес-архитектуры или, в случае более радикального реинжиниринга, положения новой бизнес-платформы. Используются функции прогноза в аналитических маркетинговых системах, базы данных прецедентов, линии открытой конъюнктурной информации, сведения о наиболее успешно работающих конкурентах и др.

3. *Анализ факторов риска предприятия* в отношении выполнения программ бизнес-реинжиниринга в кадровом аспекте (для жесткого *BPR*, тотального реинжиниринга, структурной реорганизации или др.) и возможности управления этими факторами. Применяются методы социопсихологических экспертиз, оценивается возможность перестройки установок персонала, планируются тренинги персонала, начиная с руководства предприятия, моделируются последовательности других шагов по подготовке персонала к реинжинирингу.

4. *Инвентаризация и оценка состояния ИС предприятия*: по применяемым прикладным системам, системам классификации и кодирования информации, информационному составу баз данных, методам поддержки принятия решений, использованию локальных и глобальных сетевых технологий, со- ставу компьютерного парка, открытости архитектуры и другим показателям качества применяемых ИТ. Кроме того, оценивается полезный результат, который вносит каждая подсистема (автоматизированная задача, функция) в деятельность предприятия. Применяются средства информационного и функционального моделирования систем (отдельные инструменты для описания ИТ-моделей, *CASE*-системы, системы *DD/D*, автоматизированные тезаурусные системы, системы моделирования локальных компьютерных сетей и др.), логические правила классификации понятий, известные системы классификации и кодирования, используются сведения о стандартах в области ИТ, промышленных технологиях, служащих типичными и перспективными представителями ИТ в своих классах. Применяются количественные стоимостные оценки эффективности использования каждой подсистемы (при невозможности их получения – оценки в натуральных единицах или качественные).

5. *Детальное обследование предприятия* (или его частей) и построение моделей существующей структуры организации, процедур и показателей деятельности (текущее состояние организационной структуры, нормативные документы предприятия, показатели результатов деятельности подразделений и предприятия в целом), анализ документов и регламентов, используемых в производственных процессах. Оценивается полезный результат, который вносит каждая автоматизированная задача, комплекс функций в деятельность предприятия. Применяются *CASE*-системы и отдельные специальные инструменты моделирования: средства укрупненного формального описания объекта (например, описание иерархии функций и подразделений), декларативные детальные функ-

циональные модели бизнес-процедур, имитационные модели в терминах массового обслуживания, динамические модели на сетях Петри, декларативные описания информационных элементов и структур данных, составляющих потоки данных; строится (или дополняется) тезаурус понятий, составляющих специфическую для предприятия понятийную модель и определяющих профессиональный жаргон, строятся активные понятийные модели на основе фреймовых представлений и др. Применяются количественные стоимостные оценки эффективности автоматизации задач (комплексов функций), при невозможности их получения используются оценки в натуральных единицах или качественные.

6. *Сквозной анализ и синтез новых бизнес-процессов*: определяется и оптимизируется их вклад в производственную деятельность, в первую очередь в виде конечных результатов и показателей эффективности.

Применяются методы функционального и оргпроектирования: вычленение главных или определение новых ключевых функциональных ролей работников с их ориентацией на результат бизнес-процессов в целом, проектирование объемов власти и ресурсов, необходимых этим работникам для выполнения всех функций в процессе; проектирование новых оргструктур и процессов, планирование преобразований существующих процессов и имеющейся оргструктуры для усиления функциональных ролей работников в бизнес-процессах и минимизации числа принимающих решения работников; ввод измеримости в бизнес-процессы, позволяющей в каждый момент времени знать состояние дел, выраженное в денежных единицах, процентах роста, прогнозе времени выполнения или отклонения от плановых показателей и т.д. Строятся (впоследствии реконструируются) целевые модели предприятия: понятийная, организационная, информационная, функциональная, территориальная и другие, при этом применяются: программные инструменты (компоненты *CASE*-систем, отдельные программы) моделирования и оценки бизнес-процессов, использующие методы формализованного статического описания, функционально-стоимостного бизнес-анализа (*ABC, activity-based costing*), динамического моделирования (*CP*-модели, модели по типу языка *JPSS* и др.); *CASE*-системы для фиксации принимаемых решений в виде новых функциональных, информационных, объектно-ориентированных и других моделей.

7. *Введение необходимых элементов маркетинговой организации фирмы как производителя рыночных товаров (услуг).* Разрабатываются или покупаются информационно-аналитические системы для поддержки выполнения маркетинговых экспертиз в жизненном цикле товара, применяются системы поддержки хранилищ данных (*DWH*) и оперативной аналитической обработки (*OLAP*).

8. *Проектирование сокращенного числа иерархических уровней управления и их поддержки* с использованием: социопсихологических методов компоновки новых структур и отношений (специальные тренинги, мониторинг отношений, корректировка видов и форм мотиваций); средств автоматизированной поддержки групповой работы в новых условиях: средства workflow, системы групповой разработки, параллельного проектирования и другие; БД шаблонов-заготовок рабочих документов,

нормативов, постоянного отслеживания реальной текущей ситуации с доступными работнику ресурсами; корпоративной почты, теле- и видеоконференций, соединенных с ними, с БД и средствами workflow процедур планирования и исполнения поручений, в том числе для перехода от руководства непосредственно подчиненными в соотношении 1:7 к соотношению 1:15 и более.

9. *Создание и информационная поддержка автономных и мобильных бизнес-подразделений и работников*, обеспечение «полевых» инженеров и ремонтников, бригад спасателей или скорой помощи постоянной связью с корпоративной ИС. Применяются различные технические средства ИТ, например, ноутбуки с модемной (в том числе радио -) связью и коммуникационными программами, имеющими простой для непрограммиста, дружественный интерфейс; использование тиражирования (репликации) документов и баз данных, асинхронные режимы работы с ИС в трехзвенных архитектурах «клиент - сервер приложений - сервер баз данных» и др.

10. *Обеспечение роста возможностей каждого работника*, выполнение максимума функций в бизнес-процессах работником, получающим конечный результат. Также применяются технические методы и средства новых ИТ: средства доступа ко всем необходимым данным в режимах использования распределенных баз данных, средства репликаций данных, управления событиями в данных и процессах обработки транзакций; концепция и программные средства *DWH*, средства *OLA*P, быстрой разработки приложений (*RAD*) для создания «ИС руководителя» (*EI*S), создание средств поддержки принятия решений (*DSS*) на основе *DWH*, *OLAP* и *EIS*; применение средств *DSS* на основе методов логического вывода, нейронных сетей и нейрокомпьютеров, анализа прецедентов и других; предложение единого интерфейса пользователя для работы с разными компонентами данных и приложений, использование в этом интерфейсе средств, повышающих простоту поиска информации и обращения к конкретным прикладным функциям, например, интерфейсы геоинформсистем, естественного языка, речевого ввода.

11. *Разработка концепции и структуры корпоративной БД* для новой ИС, реализация структуры БД и управление ее развитием. Применяются методы компонентного проектирования предметных баз данных как для операционных, так и для исторических БД хранилищ данных, архивов документов, геоинформационных данных и другие; разработка процедур компонентного изменения корпоративной БД при изменении бизнес-процедур, видов деятельности, применяемых приложений и географического размещения пред- приятия; постоянная актуализация понятийной модели предприятия для учета новых понятий, возникающих как при замене прикладных компонентов на функционально сходные, так и при изменении видов деятельности предприятия; подключение корпоративной БД к каналам глобальной информационной магистрали, предоставление прав на включение информации из нее в БД работникам всех иерархических уровней; динамическое администрирование фрагментами распределенной корпоративной БД

при изменении их логической структуры, частоты их использования и места размещения.

12. *Разработка концепции и структуры внутренней корпоративной сети.* Применяются технические стандарты открытых систем, (например, технологии *Internet* и *WWW* для построения корпоративной сети по типу *Internet*). Закладывается минимум оперативного резервирования ресурсов сети для снятия ограничений на ее развитие и реконфигурирование.

13. *Разработка системы приложений* как набора компонентов, опирающихся на общую понятийную модель и доступных для переукомплектования включением новых, в первую очередь покупных компонентов. Применяются СУБД и модели БД с использованием языков (моделей данных), отвечающих промышленным юридическим стандартам представления и обработки данных; опробованные юридические стандарты открытых систем в части обмена запросами, данными, документами, объектами; разработка приложений на основе переносимых *RAD*-систем (в том числе с элементами объектно-ориентированного программирования). В перспективе возможно использование новых стандартов в области объектно-ориентированных сред.

14. *Информационная и функциональная поддержка глобализации бизнеса.* Применяется подключение предприятия к глобальным коммуникациям. Используются глобальные цифровые (компьютерные) сети и их услуги, на- пример, *Internet*, построение выходов из корпоративных сетей в *Internet*; инструменты и средства работы в глобальных сетях: средства гипертекстового просмотра БД серверов *WWW (World Wide Web*), приложения для удаленных финансовых расчетов и другие; режимы и стандарты информационной супермагистрали для повсеместного доступа к информации любых видов – от прей-скурантов и типовых условий возможных бизнес-партнеров до динамических потоков конъюнктурной и справочной информации общего характера; отказ от встраивания ограничений на возможности компьютерного общения в аппаратную архитектуру, архитектуру каналов связи, в программное обеспечение или в выделенный центр удаленного администрирования распределенной корпоративной сетью; средства защиты конфиденциальных данных, не ограничивающих возможности свободного обращения абонентов по нужному адресу (кроме особых случаев, в которых оправдано создание «компьютерных островов»); режимы работы коммуникаций и ИС в режиме 24*365.

15. *Построение системы поддержки и управления документооборотом* как части системы реализации актуального набора бизнес-процедур. Применение такой системы в качестве средства планирования организации работ, измерений показателей их выполнения, контроля и самоконтроля исполнения. Для этого используются средства корпоративной и глобальной электронной почты, электронных архивов документов, инструментальных и инфраструктурных систем классов *groupware* и *workflow*, написание и администрирование конкретных регламентов (бизнес-процедур), охватывающих сотрудников пред-

приятия, предоставление каждому сотруднику динамических отчетов о ситуации с выполнением регламентированных работ, достигнутыми значениями оценочных показателей и др.

16. *Переподготовка и повышение квалификации персонала*. Предоставление работникам максимума базовой информации как основы для принятия самостоятельных решений. Формирование у них знаний и навыков с использованием в программах обучения всех средств ИТ, сводящих последующие накладные расходы сотрудников на осуществление бизнес-процедур к минимуму, например: мультимедийные обучающие компьютерные программы с динамическими сценариями имитации различных ситуаций; контекстные подсказки, гипертекстовые справочные руководства, контекстные обучающие программы; использование средств *workflow* для снабжения и тренинга актуальными бизнес-процедурами и др.

17. *Планирование набора и последовательности шагов перехода от текущего состояния бизнес-архитектуры предприятия к новому* (с оценкой стоимости перехода). Планирование таких шагов в части подготовки персонала, управления ресурсами и проектами, финансового учета и анализа и других, в том числе с использованием программных систем управления проектами (построение и динамический пересчет линейных и сетевых план-графиков, планирование ресурсов, оценка стоимости проекта).

18. *Планирование и осуществление перехода от текущего состояния ИТ-архитектуры предприятия и его функционирующей ИС к новому*. Напри- мер, в части реконструкции корпоративной БД и комплексов приложений применяются программные системы управления проектами разработки ИС; применение программных средств разработки и реализации схем переноса и реинжиниринга БД; разработка программ интерфейсного использования имеющихся (наследованных) или вновь комплексируемых компонентов: приложений, предметных БД и подсистем в новой ИС, реализация технического и смыслового аспектов совместного функционирования компонентов, применение известных методов и программных инструментов для реинжиниринга имеющихся прикладных программ в новую среду (изменение языка программирования, интерфейсов с базами данных и др.).

19. *Документирование процессов и результатов проектирования и перепроектирования как бизнес-процессов,* так и компьютерных компонентов ИС. Применяются: средства выдачи отчетов и справок *CASE*-систем и других, специальных программ моделирования; развитые средства редакторов текстов и графики (может быть, с элементами анимации или мультимедиа) для создания качественной документации на бизнес-условия, процедуры и процессы; включение актуальных документов в контуры корпоративной сети, программы обучения, контекстную помощь и т.п.

20. *Создание внешней документации программ производства и поставок товаров и услуг основной деятельности предприятия* на конкурентно высо-

ком уровне. Формируются выходные потоки информации, направленные на клиентов, бизнес-партнеров, правительственные круги, широкую публику, для формирования которых используются: описанные ранее редакторы, системы компьютерной верстки, анимации и мультимедиа для создания интерактивных справочных приложений, видеодисков, каталогов, прейскурантов и другие; системы программирования объектов, обеспечивающие для получателя «уда- ленную интерпретацию» содержания указанных интерактивных справочных приложений, видеодисков, каталогов, прейскурантов и т.д.; программирование *WWW*-серверов, другие возможности информационной супермагистрали для размещений своей внешней документации основной деятельности.

21. *Обеспечение оперативной обратной связи от возможных потребителей, коммерческих клиентов, бизнес-партнеров* и др. Применяются методы и системы маркетингового мониторинга и анализа с получением первичной и вторичной информации. Используются методы и средства ИТ: для создания приложений, обеспечивающих обратную связь с клиентами и потребителями через системы глобальной сети; обеспечения круглосуточного функционирования ИС предприятия с целью информирования, приема и выполнения заявок и претензий клиентов; администрирование для этого операционных БД с осуществлением безостановочного функционирования *OLTP*.

В общем случае в НСП исследуются необходимость и возможность выполнения всех видов работ, потенциально необходимых предприятию. Строятся гибкие организационные схемы проектирования, заключающееся в формировании и динамическом уточнении адаптивной организационной схемы, ориентированной на специфику конкретного предприятия, его внутреннее состояние и внешнее положение.

Адаптивность проявляется в том, что строится схема, в соответствии с которой в процессе выполнения работ выбирается тот вариант проектирования и будущей информационной системы, для которого готово предприятие или может быть подготовлено за приемлемое время. Начальными являются аналитические экспертные процедуры, определяющие состояние предприятия и его потребность в *BPR* и готовность к нему.

Принципы НСП предполагают использование многих новых проектных методов и нового взгляда на применение классических подходов. Это означает сочетание двух правил:

- не поддаваться без предварительной оценки сложившейся ситуации модным течениям;
- проводить поиск и фиксировать настоящие изменения, которые впоследствии включаются в практику проектирования.

Сложность, многостадийность, дороговизна создания ИС реинжиниринга реально оправдана, если выполнено конструирование такого решения бизнес-архитектуры, которое обеспечит «прорыв».

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Анософф. – М.: Экономика, 1989. – 123 с.
2. Медынский, В.Г. Инновационный менеджмент: учеб. пособие / В.Г. Медынский. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 304 с.
3. Коммерциализация технологий: учеб. пособие / под ред. О.В.Федорова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 347 с.
4. Трифилова, А.А. Оценка эффективности инновационного развития предприятия / А.А. Трифилова. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 304 с.
5. Кузнецова, Ю.В. Менеджмент: учебн. пособие для вузов / под. ред. Ю.В. Кузнецова, В.И. Подлесных. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2001. – 432 с.
6. Распоряжение Правительства РФ «Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 год» от 8.12.2011г. № 2227-р // www.rgs.ru
7. Альгин, А.П. Риск и его роль в общественной жизни / А.П. Альгин. – М.: Экономика, 1989. – 96 с.
8. Акимов, А.А. Систематические основы инноватики / А.А. Акимов, Г.С. Гамидов, В.Г. Колосов. – СПб.: Политехника, 2002. – 105 с.
9. Приказ Российского агентства по патентам и товарным знакам (Роспатент) «Об утверждении порядка внесения Государственных реестров изобретений, промышленных образцов, полезных моделей РФ» от 15.12.2002 г. № 143 // Российская газета. – 2002. – дек.
10. Тельнов, Ю.Ф. Реинжениринг бизнес-процессов. Компонентная методология / Ю.Ф. Тельнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и кредит. 2005. – 346 с.
11. Федеральный закон РФ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части формирования благоприятных налоговых условий для финансирования инновационной деятельности» № 195-ФЗ от 19 июля 2007 г. // www.consultant.ru
12. Постановление Правительства РФ «Об утверждении критериев присвоения муниципальному образованию статуса наукограда и порядок рассмотрения предложений о присвоении муниципальному образованию статуса наукограда и прекращении такого статуса» № 1072 от 22 сентября 1999 г. // www.consultant.ru
13. Гольдштейн, Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: учеб. пособие / Г.Я. Гольдштейн. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 267 с.
14. Инновационный менеджмент / под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 125 с.
15. Постановление Совета Министров – Правительства РФ «О первоочередных мерах по обеспечению деятельности государственных научных центров РФ». от 25.12.1993 г. № 1347 // Российская газета – 1994. 10 янв.
16. Постановление Правительства РФ «О порядке образования и использования отраслевых и межотраслевых внебюджетных фондов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ» от 12 апреля 1994 г. № 315 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.07.96 № 898, от 31.03.98 № 374) // www.consultant.ru
17. Постановление Правительства РФ «О преобразовании межведомствен-

ной координационной комиссии по научно-технической политике в правительственную комиссию по научно-технической политике» от 1 февраля 1995 г. № 102 // www.consultant.ru
18. Постановление Правительства РФ «О фонде содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» № 65 от 3 февраля 1994 г. (в ред. Постановлений Правительства РФ от 05.01.1995 г.; № 9, от 28.04.1995 № 432, от 12.12.1995 № 1213, от 06.03.1996 №250, от 31.03.1998 № 374, от 26.10.2000 №811, с изм., внесенными Постановлением Правительства РФ от 14.10.2003 № 625). // www.consultant.ru
19. Переходов, В.Н. Основы управления инновационной деятельностью / В.Н. Переходов. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 222 с.
20. Мурашова, Н.А. Организация НИОКР и проектирование: учеб. пособие / Н.А. Мурашова; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2008. – 142 с.
21. Ресурсы инноваций: организационный, финансовый, административный: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. И.П. Николаевой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 318 с.
22. Герчикова, И.Н. Менеджмент: учебник для вузов / И.Н. Герчикова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 511 с.
23. Коммерциализация технологий: учеб. пособие / под ред. О.В.Федорова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 347 с.
24. Баранчеев, В.П. Управление инновациями: учебник для бакалавров / В.П. Баранчеев, Н.П. Масленникова, В.М. Мишин. – 2-е изд., пере- раб. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 711 с.
25. Указ Президента РФ «О государственных научных центрах Российской Федерации» № 939 от 22 июня 1993 г. (в ред. Указа Президента РФ от 25.02.2003 № 250) // www.consultant.ru
26. Приказ Минобрнауки России «О сроке проведения в 2009 году конкурсного отбора программ развития университетов, в отношении которых устанавливается категория «национальный исследовательский университет»» от 30 июля 2009 г. № 278 // www.consultant.ru
27. Постановление Правительства РФ «Об использовании результатов научно-технической деятельности» № 982 от 2 сентября 1999 г. // www.consultant.ru
28. Постановление Правительства России «О конкурсном отборе программ развития университетов, в отношении которых устанавливается категория «национальный исследовательский университет»» от 13 июля 2009 г. № 550 // www.consultant.ru
29. Приказ Миннауки и технологий РФ, Минэкономики РФ, Минфина РФ «Об утверждении типового положения о порядке размещения заказов на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ прикладного характера для государственных нужд путем проведения торгов (конкурса) и иных способов закупки и порядке заключения государственных контрактов» № 94, № 130, № 741 от 17 октября 1997 г. // www.consultant.ru

**Лапаев Дмитрий Николаевич**
**Митякова Ольга Игоревна**
**Мурашова Наталья Александровна**
**Митяков Евгений Сергеевич**

# ОРГАНИЗАЦИЯ НИОКР

Подписано в печать 14.12.2017. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ.л 6,25.
Тираж 100.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография