

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный университет»

Бауэр В.П., Трошин Д.В.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ
ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

Монография

**Москва –Тверь
2017**

УДК 67.02
ББК Ж600-4-02
Б29

Рецензенты:

Селиванов С.Г., доктор технических наук, профессор,
Уфимский государственный авиационный технический университет
Старовойтов В.Г., доктор экономических наук,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

Бауэр В.П., Трошин Д.В.

Б29 Методологические аспекты проектирования технологического переоснащения высокотехнологичных отраслей промышленности России: монография. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – 256 с.

ISBN 978-5-7609-1257-2

В монографии на основе системного подхода сформировано комплексное математическое обеспечение исследования вариантов технического переоснащения высокотехнологичных предприятий. Поставлена и решена задача оптимизации выбора вариантов технического переоснащения по комплексному критерию, отражающему непосредственные производственные эффекты в целом для предприятия, инвариантно к структуре и содержанию производственных процессов. При этом совокупность оборудования на уровне модели не декомпозируется на непересекающиеся подмножества по признаку принадлежности к определенному технологическому или производственному процессу. Рассмотрен ряд моделей, позволяющих анализировать эффективность различных вариантов оснащения по критериям технико-экономической прогрессивности, проведены исследования ряда сопутствующих проблем, имеющих концептуальный характер: использование импортных технологий, обоснование отбора технологий и универсального оборудования на основе передовых принципов управления единой технологией изготовления перспективных образцов наукоемкой техники, а также применение концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств.

Монография предназначена для государственных деятелей, руководителей корпораций и предприятий, других лиц, в круг ответственности которых входят проблемы поддержки технологического развития, повышения производительности высокотехнологичных отраслей промышленности, а также для научных работников, аспирантов и студентов.

УДК 67.02
ББК Ж600-4-02

ISBN 978-5-7609-1257-2

© Бауэр В.П., Трошин Д.В., 2017
© Тверской государственный
университет, 2017

Оглавление

Обозначения и сокращения	5
Предисловие	7
Введение	9
Глава 1 Анализ основных проблем ресурсного обеспечения технического переоснащения высокотехнологичных предприятий	17
§1.1 Техническое переоснащение в системе задач стратегического развития высокотехнологичных отраслей промышленности	17
§1.2 Тенденции развития производственного оборудования	26
§1.3 Автоматизация технической подготовки производства	34
§1.4 Особенности решения задачи ресурсного обеспечения технического переоснащения высокотехнологичных предприятий	41
Глава 2 Методические аспекты обоснования технико-экономической эффективности замены технологического оборудования в контексте стратегического корпоративного менеджмента и контроллинга	56
§2.1 Методология оценки вариантов замены	56
2.1.1 Подходы к росту конкурентности	56
2.1.2 Составляющие технико-экономической эффективности	60
2.1.3 Общая типология оценочных показателей	63
2.1.4 Управление, ориентированное на результат	64
2.1.5 Цепь результатов	66
2.1.6 Точки отсчета индикаторов	70
2.1.7 Оценки преимущества замены оборудования	72
§2.2 Измерение эффективности замены оборудования	74
2.2.1 Иерархия показателей оценки эффективности замены оборудования	74
2.2.2 Особенности областей измерения эффективности замены оборудования	75
2.2.3 Экспертные оценки качественных показателей	81
2.2.4 Оценки количественных показателей	85
2.2.5 Сводная оценка	89
§2.3 Методика отбора и обоснования технологий и универсального оборудования для изготовления перспективных, в т. ч. уникальных, в целях технического переоснащения специализированных производств на основе формирования профессионально ориентированных экспертно-аналитических групп	91
2.3.1 Бизнес-критерии выбора оборудования	91
2.3.2 Отбор и обоснование технологии	98
Глава 3 Разработка математической модели обоснования выбора варианта технического переоснащения высокотехнологичного предприятия	108
§3.1 Постановка задачи выбора оптимального варианта технического переоснащения предприятий	108
3.1.1 Вербальная постановка задачи	108
3.1.2 Математическая постановка задачи	115
§3.2 Математические модели оценки частных показателей вариантов технического переоснащения предприятий	120
3.2.1 Математическая модель оценки потенциально возможной валовой прибыли	120
3.2.2 Математическая модель оценки затрат на техническое переоснащение	128
3.2.3 Оценка влияния качества выполнения технологических операций	134

3.2.4	Оценка второстепенных частных показателей функции полезности вариантов технического переоснащения	136
§3.3	Модели оценки интегрального значения целевой функции вариантов технического переоснащения	137
3.3.1	Использование функций полезности для описания интегральной функции предпочтений при выборе вариантов технического переоснащения	140
3.3.2	Определение интегральной функции методом вычисления расстояния в пространстве показателей	146
3.3.3	Определение коэффициентов важности методом попарного сравнения	149
§3.4	Модели анализа вариантов технического переоснащения по косвенным критериям	154
3.4.1	Модель анализа вариантов технического переоснащения на основе технологических функций	154
3.4.2	Модель анализа вариантов технического переоснащения на основе использования описания показателей производительности технологических машин	158
3.4.3	Модели оценки эффективности переоснащения по частным критериям экономической эффективности	162
§3.5	Моделирование различных аспектов технического переоснащения высокотехнологичных предприятий	175
3.5.1	Модель оценки производственных возможностей оборудования для выполнения государственных и иных заказов на предприятиях	175
3.5.2	Модели анализа показателей эффективности инвестиций в техническое переоснащение предприятий	183
3.5.3	Модель оптимизации производственной программы при многономенклатурном производстве на основе максимизации маржинальной прибыли с учетом рыночных факторов	185
3.5.4	Разработка предложений по системе планирования заказов на технологическую оснастку изготовления изделий для специализированных производств	197
§3.6	Общая функциональная схема модели выбора и обоснования технического переоснащения высокотехнологичного предприятия	210
Глава 4	Исследование сопутствующих проблем технического переоснащения высокотехнологичных предприятий	213
§4.1	Исследование возможностей применения зарубежного технологического оборудования на высокотехнологичных предприятиях с учетом особенностей использования этого понятия в российской правоприменительной практике	213
§4.2	Разработка предложений по обоснованию методики отбора технологий и универсального оборудования на основе принципов управления единой технологией изготовления перспективных наукоемких изделий как сложных объектов техники	221
§4.3	Методика применения концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств	234
	Заключение	242
	Список использованных источников	245

Обозначения и сокращения

АСУ – автоматизированная система управления

АСУП – автоматизированная система управления производством

ОПК – оборонно-промышленный комплекс

ЕТ – единая технология

ИС – интегрированная структура

КФУ – ключевые факторы успеха

ЛПР – лицо, принимающее решение

МОП – модельно ориентированное проектирование

НДС – налог на добавленную стоимость

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

НТП – научно-технический прогресс

ПЭВМ – персональная вычислительная машина

РИД – результат интеллектуальной деятельности

САПР – система автоматизированного проектирования

СМО – система массового обслуживания

СОТ – сложный объект техники

РКП – ракетно-космическая промышленность

ТМО – теория массового обслуживания

ТПП – технологическая подготовка производства

ТС – технологическая система

ТТХ – тактико-технические характеристики

ФП – функция полезности

ЧПУ – числовое программное управление

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

MRP – (англ. material requirement planning) система планирования потребности в материалах

MRPII – (англ. manufacturing resource planning) система планирования производственных ресурсов, иначе - стратегия производственного

планирования, обеспечивающая как операционное, так и финансовое планирование производства

ERP – (англ. enterprise resource planning) - организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности

Предисловие

В настоящей работе рассматриваются закономерности и устойчивые отношения между значимыми концептами при решении технико-экономических проблем технического переоснащения высокотехнологичных предприятий, включая анализ вариантов переоснащения предприятий, которые можно было бы представить в математической модели. Работа в целом посвящена решению вопросов повышения качества стратегического управления технологическим развитием предприятий высокотехнологичных отраслей за счет математической интерпретации современных методов проектирования систем как единого целого применительно к поставленной задаче.

Методической основой монографии является комплексное применение методов: системного анализа, исследования операций, теории полезности, инженерной экономики, анализа инвестиций, факторного анализа экономики предприятия, теории массового обслуживания, экспертных оценок и др.

В работе предложен вариант решения как главной задачи – построение модели выбора варианта технического переоснащения, так и задач создания ряда вспомогательных математических моделей, позволяющих анализировать эффективность различных вариантов оснащения по критериям технико-экономической прогрессивности, а также с учетом оптимизации планов изготовления технической оснастки и маркетинговых параметров. Кроме того, в работе проведены исследования ряда сопутствующих проблем, имеющих концептуальный характер: использование импортных технологий, обоснование отбора технологий и универсального оборудования на основе передовых принципов управления единой технологией изготовления перспективных наукоемких образцов, а также применение концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств. Эти проблемы необходимо учитывать при разработке стратегических производственных планов.

Особенность универсализации разработанных моделей позволяет использовать представляемые научно-прикладные результаты в различных отраслях, однако наибольший эффект применения полученные результаты могут иметь в машиностроении, где осуществляется производство технологически сложной малосерийной продукции.

В монографии представлены конкретные математические модели в их взаимосвязи. Подходы к формализации обоснованы рассмотрением особенностей задачи на вербальном уровне. Кроме того, сформированы предложения по использованию импортного оборудования, методики обоснования отбора технологий и универсального оборудования на основе принципов управления единой технологией изготовления перспективных наукоемких образцов, а также применения концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств. Математические результаты работы позволяют создать программное обеспечение, настраиваемое под специфику конкретных предприятий, для планирования технического переоснащения на основе всестороннего анализа его главных аспектов, в т.ч. в составе автоматизированных систем подготовки технологий производства.

Главы 2 и 4, §1.1, а также пп. 3.5.3 и 3.5.4 подготовлены Бауэром В.П., §§1.2, 1.3 и глава 3, кроме пп. 3.5.3 и 3.5.4, подготовлены Трошиным Д.В., §1.4, другие части монографии и концепция работы являются результатом совместного труда авторов.

Авторы выражают благодарность доктору технических наук, профессору Райкову А.Н. за предоставленные материалы для главы 2 и помощь в их использовании, а также доктору технических наук Московскому А.М. за внимательное отношение к работе, полезные замечания и рекомендации.

Введение

Разработка современных теорий экономического роста привела к доказательству эндогенности научно-технического прогресса, установлению зависимости экономического роста от производственно-технических нововведений, а также определению инновации как элемента внутреннего механизма экономического роста. Для того, чтобы рост приобрел самоподдерживающийся характер, требуются значительные инвестиции в производство, выделение определенных отраслей, способных выступить локомотивами развития [1].

Инновационная деятельность предприятия может включать следующие направления деятельности [2]:

- замена устаревших видов продукции;
- расширение ассортимента выпускаемой продукции как внутри основной специализации, так и за ее пределами;
- поддержание или увеличение доли на рынке;
- проникновение на новые рынки внутри страны и за рубежом;
- усиление гибкости производства;
- снижение издержек производства путем снижения удельных трудозатрат, удельного потребления материалов, энергопотребления, уровня отбраковки изделий, затрат на разработку новых изделий, ускорение проектирования и освоения производства новых изделий;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда;
- снижение уровня загрязнения окружающей среды.

Практически все эти направления в большей или меньшей степени могут зависеть от уровня технического и технологического оснащения производства, которое выступает материальной основой экономики и формирует ограничения, которые невозможно преодолеть только за счет эффективной организации производственных и экономических процессов.

Промышленный потенциал страны определяет, прежде всего, уровень ее технологического оснащения, в частности мощность и технический уровень станочного парка. Выступая на круглом столе «Экономический рост России. Семь лет прошло: что впереди», состоявшемся 6 февраля 2008 г. в Вольном экономическом обществе России, Сорокин Д.Е. заметил: «...в принципе невозможно стать лидером современной глобальной экономики, не имея «машиностроительного ядра саморазвития» - набора машиностроительных и строительных отраслей, обладающих способностью, с одной стороны, своим совместным действием воспроизводить в натуре самих себя. С другой – создавать орудия труда для других отраслей машиностроения, в т. ч. для отраслей ОПК, и для всех отраслей народного хозяйства. Опыт индустриально развитых стран показывает, что, выводя некоторые машиностроительные отрасли второго и даже третьего эшелонов, по «машиностроительному ядру саморазвития» они сохраняют импортную независимость. Поэтому претензии России на глобальную роль в мировой экономике могут быть осуществимы лишь при наличии такого технологически передового «машиностроительного ядра...».¹ В то же время существенной структурной перестройки экономики не происходит: в 2011 году доля обрабатывающих отраслей в суммарной добавленной стоимости составляла 13 %, а в 2016 году – 14 %.

В настоящее время модернизация экономики России объявлена одной из главных и безальтернативных задач политики государства на обозримую перспективу. Инструментами ее реализации должна стать последовательно и целенаправленно создаваемая усилиями государства и бизнеса гармонизированная система институтов, обеспечивающих опережающее комплексное технологическое обновление производственной базы и сферы услуг на инновационной основе. В современной российской действительности главные резервы развития кроются в операционной деятельности, включающей в себя производственный процесс на предприятиях различных

¹ См. Научные труды Вольного экономического общества России. – М.: ВЭО, 2008 - Т. 90. - С. 20-21.

отраслей промышленности. Из этого следует определяющее значение комплекса действий научно-технического развития, направленного на использование потенциала производственного процесса.

Сегодня техническое состояние высокотехнологичных предприятий, которые должны составить производственное ядро далеко не в полной мере отвечает современным требованиям и заявленным задачам обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития национальной экономики и требуют модернизации. В то же время планирование и осуществление экономически эффективного технического переоснащения предприятий, тем более в масштабах отраслей, является сложной научно-прикладной проблемой, поскольку предполагает решение взаимосвязанного комплекса задач технического прогнозирования, производственно-технологического планирования, технико-экономического обоснования принимаемых решений.

Анализ состояния высокотехнологичных предприятий свидетельствует, что при решении вопросов модернизации, особый упор необходимо сделать на совершенствование технологий и обновление основных фондов как обязательном условии научно-технического прогресса каждого отдельно взятого предприятия. Совершенствование технологий и обновление основных фондов должно осуществляться на основе системного подхода, являющегося базовым научным методом изучения сложных процессов, к которым относятся современные производственные технологии, с использованием математических инструментов объективного анализа больших массивов разнородной информации, которую необходимо учитывать при разработке программ и планов технологического развития.

В настоящее время указанная научно-прикладная проблема с учетом специфики высокотехнологичных предприятий полностью не решена. В современной специальной литературе много работ посвящено рассматриваемой в настоящей работе задаче. Однако известные постановки задач ограничиваются анализом замены конкретных частей производственных цепочек, рассматривают в основном частные проблемы, используют методы

решений, не достаточно конкретизированных и разработанных для практического применения. При этом не всегда учитываются маркетинговые аспекты, которые влияют на использование производственного потенциала нового оборудования и, следовательно, на его рентабельность. Ставятся отдельные задачи либо оптимизации валовой прибыли, либо анализа различных частных эффектов. Комплексные подходы пока не получили необходимого научно-прикладного, ориентированного на управленческую практику развития. Вероятно, одни из первых результатов такого уровня получены в Уфимском государственном авиационном техническом университете [3]. В этих работах предложен комплекс методов оптимизации инновационных проектов технологического переоснащения машиностроительного предприятия на основе производственной функции.

В целом задача разработки предложений по математическому обеспечению проведения технического и технологического переоснащения высокотехнологичных машиностроительных предприятий по критерию максимизации технико-экономической эффективности, рентабельности производства и конкурентоспособности продукции остается актуальной. Для системной проработки решений необходимо рассматривать предприятие как единую систему, для которой в общем случае приемлемыми могут оказаться варианты переоснащения, касающиеся различных участков, технологических линий и производств. Ограничение задачи одним видом оборудования сужает практическую значимость методик и моделей. В настоящей работе предложено использовать интегральную функцию полезности (далее – ФП) вариантов переоснащения с использованием критериев целевой эффективности – увеличение валовой прибыли, сокращение ресурсоемкости, повышение экологичности и эргономичности в заданной перспективе. При этом модель не ограничена рассмотрением одной технологической цепочки или производственного процесса, а рассматривает завод как единое целое.

В практике управления стратегическим развитием предприятий зачастую требуются не только системно полные оценки вариантов развития по

критерию интегральной функции полезности, но и строгий формализованный анализ принятых или планируемых решений для выбора вариантов из уже сильно ограниченного набора, а также для задания пространства эффективных решений по управлению производственными процессами, т.е. использования имеющегося оборудования. В этой связи в монографии предложены математические модели оценки оперативности выполнения заданного объема производственных заданий, факторного анализа прибыли предприятия в результате переоснащения, оценки эффективности инвестиций, которыми пользуются инвесторы для принятия решений об инвестировании в тот или иной проект, модель оптимизации процессов изготовления технологической оснастки.

При этом предмет исследования настоящей монографии ограничен обоснованием и исследованием экономических и частично социальных последствий выбора номенклатуры и количества оборудования из предлагаемого на рынке товарного ряда. Вопросы формирования требований к перспективным образцам производственного оборудования и разработки технологических операций выходят за рамки этой работы.

Монография состоит из четырех глав.

В первой главе рассмотрены основные проблемы технического переоснащения сложных производств, в том числе анализ проблем технического переоснащения в общей системе стратегического развития предприятий, тенденции развития станков, как основного машиностроительного оборудования, задачи автоматизации подготовки производства и особенности задачи технического переоснащения.

Во второй главе представлены методические основания, подходы и процедуры решения задач инновационного развития предприятий машиностроения, инжиниринга и технологического переоснащения с использованием формализованных процедур на основе экспертных оценок. Эти подходы и процедуры могут успешно применяться в условиях недостаточности или неопределенности исходных данных для использования

более точных математически обоснованных оценок. Кроме того, они могут служить контекстом или расширением для использования строгих математических методов с учетом трудноформализуемых аспектов стратегического менеджмента и контроллинга предприятия.

В третьей главе приведена постановка задачи оптимизации технического переоснащения предприятий на вербальном и формальном уровнях с использованием математических моделей. Предложена полная постановка задачи и ее решение на основе теории полезности, а также упрощенные модели с использованием технологических функций. Последние могут применяться при недостатке исходных данных и времени для анализа вариантов. По ним сложно оценить конечный эффект, однако они позволяют уверенно судить о том, насколько переоснащение совпадает с главными направлениями технико-технологического прогресса.

Отличительной особенностью полной постановки задачи является то, что она выполнена с использованием структурно-множественного подхода к моделированию систем и облегчает дальнейшую алгоритмизацию модели для написания программного кода программно-инструментального инструментария анализа и выбора вариантов технического переоснащения с использованием ПЭВМ.

Содержательную связь с этими моделями имеют частные модели оценки различных эффектов ресурсосбережения, ресурсоотдачи и функциональных эффектов, являющиеся частичной модернизацией моделей, представленных в работе [2]. Эти модели могут быть полезны при исследовании различных сторон функционирования предприятия, тенденций развития его производственных процессов и их взаимодействия с окружающей средой.

Для системной полноты математического обеспечения в работе представлены также модели оценки вариантов переоснащения в категориях и с точки зрения внешних инвесторов, описанные на основе известных методик. Основным критерием принятия решений инвесторами является чистая

прибыль на вложенные инвестиции, полученная за определенный период, а также срок возврата инвестиций.

Кроме того, в третьей главе представлены модели факторного анализа прибыли при многономенклатурном производстве с учетом маркетинговых факторов (цена, спрос) в зависимости от вариантов технического оснащения производства, а также модель оптимизации порядка подготовки технологической оснастки для нового технологического оборудования. Эти модели могут служить дополнением для решения главной задачи - оптимизации варианта технического переоснащения, позволяя в первом случае уточнять ожидаемую прибыль, а во втором – затраты и сроки на переоснащение. Они также могут выполнять самостоятельные функции уточнения принятых решений и оптимизации использования имеющихся производственных ресурсов.

Четвертая глава посвящена рассмотрению сопутствующих проблем, имеющих, однако, принципиальное значение:

- исследование возможностей применения зарубежного технологического оборудования на высокотехнологичных предприятиях с учетом особенностей использования этого понятия в российской правоприменительной практике;

- разработка предложений по обоснованию методики отбора технологий и универсального оборудования на основе принципов управления единой технологией изготовления перспективных наукоемких изделий как сложных объектов техники;

- методика применения концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств.

Первая проблема имеет значение, поскольку импортное технологическое оборудование на российском рынке занимает большую часть, а его приобретение и внедрение сопряжено с рядом трудностей, в том

числе юридических, в особенности после введения против России санкций в 2014 году. По курсу рубля к долл. США в 2013 году и с учетом индекса-дефлятора товарный объем рынка машин, оборудования и транспортных средств с 2013 года по 2015 год сократился на 30,5% за счет потери импорта. По аналогичным причинам за тот же период рынок высокотехнологичной продукции сократился на 10,2%.

Вторая и третья части последней главы носят инновационный характер, рассматривая технологии исключительно с системных позиций. Надо полагать, что за такими подходами в исследованиях и разработке технологий создания сложной техники, будущее.

Глава 1. Анализ основных проблем технического переоснащения высокотехнологичных предприятий

§1.1 Техническое переоснащение в системе задач стратегического развития высокотехнологичных отраслей промышленности

В настоящее время вопросы оценки прогрессивности технологий и технологического развития промышленных предприятий перешли на второй план, оставив лидирующее положение более популяризированному в современной России термину «инновации». В современном динамично изменяющемся мире, важно не только учитывать разницу смысла этих понятий, но и осознать актуальность и роль первого для достижения стратегического преимущества предприятия.

Различные аспекты технологического развития предприятия, в т.ч. и экономические, освещены во многих работах зарубежных и отечественных ученых. Богатый опыт накопила экономическая наука в плане определения и оценки уровня технического развития [4]. Так, например, в работе [5] утверждается, что «наибольший научный прогресс по сравнению с началом XX века можно обнаружить не в теоретических новациях, а в развитии эмпирических исследований и применении теоретических концепций к решению конкретных практических проблем». Лауреат Нобелевской премии по экономике Л.В. Канторович рассматривал способы внедрения и учета технического прогресса, в частности вопрос о влиянии темпов технического прогресса на норматив эффективности капитальных вложений, обеспечивающий объективный подход к исчислению нормы эффективности [6].

Анализ множества отечественных публикаций, статистики и экспертных оценок позволяет прийти к следующему выводу: развитие страны и ее предприятий по инновационному направлению не может быть реализовано в условиях сырьевой ориентации экономики страны. Конечно, современная организация и технологии добычи и транспортировки сырья тоже требуют сложной техники и инноваций, однако их спектр несравненно уже пространства научно-технического прогресса. К тому же их создание требует

развития ряда наукоемких отраслей, что невозможно или крайне затруднительно в «сырьевой» экономике. Это подтверждает опыт России, когда для добычи, например, углеводородов используется импортное оборудование. Кроме того, современный этап развития экономических отношений в России характеризуется динамично изменяющимися условиями хозяйствования. Это обуславливает постоянное повышение требований к эффективности функционирования предприятий, повышения их конкурентных преимуществ и наиболее полному использованию имеющихся внутренних резервов. В свою очередь удовлетворение таких требований предполагает действия руководства предприятий по систематическому осуществлению комплексных преобразований, реорганизации производственных и управленческих систем, направленных на системное развитие предприятия. Поэтому важно предложить менеджерам такой инструментарий, который позволял бы через развитие предприятия достигать увеличения показателей, характеризующих его экономическую эффективность.

Все это говорит о необходимости более полных исследований теоретических основ и практического применения действий, направленных на развитие высокотехнологичных предприятий, увеличение их производственных возможностей, конкурентоспособности продукции и экономических показателей. Необходимо уточнение специфики понятия «развитие предприятия», определение сфер развития предприятия, являющихся наиболее значимыми для повышения его экономической эффективности.

Вместе с тем возникает вопрос о том, какие направления развития являются первоочередными для перспективных предприятий, какие виды их деятельности следует развивать в первую очередь. Очевиден тот факт, что операционная, инвестиционная и финансовая деятельность должны активизироваться синхронно. В современной российской действительности главные резервы развития кроются в операционной деятельности,

включающей в себя производственный процесс. Из этого следует определяющее значение комплекса действий технического развития, направленного на использование потенциала производственного процесса.

В этой связи, особый упор следует сделать на совершенствование технологий, как непереносимое условие научно-технического процесса каждого отдельного предприятия. Оно не может вестись без опоры на системный подход, который является базовым научным методом изучения сложных систем, к которым относятся производственные технологии.

В целом, прогрессивные технологии в результате сравнения с аналогами по совокупности их характеристик имеют самые высокие уровни экономических показателей и отвечают критерию полезности наилучшим образом.

Под системным подходом в анализе производственных технологий понимается всестороннее, систематизированное, то есть построенное на основе определенного набора правил, изучение сложного объекта в целом, вместе со всей совокупностью его внешних и внутренних связей, проводимое для выяснения возможностей улучшения функционирования объекта. Системный анализ основан на правилах логики и здравого смысла с привлечением методов количественных оценок связей (явлений), а также моделирования реакций объекта анализа различными средствами (имитация, математическое описание устойчивых отношений, статистический анализ). Эффективность новых технологий оценивается по следующим критериям:

- ресурсосбережение, в том числе снижение трудоемкости;
- экологическая безопасность;
- повышение прочности и износостойкости оборудования и изделий;
- повышение точности обработки.

Результатом применения технологий в производственном процессе является продукт (работа, услуга), как конечный результат производственной деятельности человека (общества), обусловленный спросом на него. В

зависимости от этого, то есть от возможности использования продукта потребителем, различают три их вида:

- продукт материальный;
- продукт энергетический;
- продукт интеллектуальный.

Эти три вида продукта являются самостоятельными, непересекающимися множествами, которые взаимодействуют между собой по кольцевой схеме в различных соотношениях и комбинациях. Основным признаком для отнесения конкурентного продукта (работы, услуги) к указанным видам, является физическая природа и материальная сущность продукта [7].

В системном анализе прогрессивности технологии выделяют единичные и обобщенные параметры, которые позволяют охарактеризовать технологический процесс и выявить закономерности его развития.

Важнейшими единичными параметрами, характеризующими технологический процесс, являются:

- ресурсные (материалоемкость, энергоемкость, трудоемкость и др.);
- экономические (прибыльность, рентабельность, производительность труда).

Для выявления закономерностей развития технологических процессов в общем виде используют обобщенные параметры, характеризующие затраты труда:

- живой труд ($T_{ж}$) - затраты человеческого труда на выпуск единицы продукции;
- прошлый труд (T_n) - затраты труда, связанные с приобретением сырья и оборудования (станка, устройства и т.д.), используемого в данном технологическом процессе.

Обобщенные параметры позволяют сравнивать различные технологические процессы независимо от выпускаемой ими продукции. При этом из совокупности предлагаемых технологических процессов необходимо

выбирать тот, у которого совокупные затраты труда (T_c) на выпуск единицы продукции минимальные, т.е.:

$$T_c = T_{жк} + T_n \rightarrow \min.$$

Анализ уровня технологии производства может осуществляться по предприятию в целом, по конкретным производствам, технологическим процессам, группам изделий и даже по отдельным изделиям (агрегатам, узлам, деталям). Проводить его целесообразно в такой последовательности:

- оценка основных показателей уровня технологии с целью определения степени ее прогрессивности и экономичности;
- разработка основных направлений совершенствования технологии производства на ближайший и отдаленный периоды.

Важными показателями уровня технологии являются удельный вес продукции, изготовленной по прогрессивной технологии, в общем объеме продукции и удельный вес работ, выполненных по прогрессивной технологии:

$$Y_{пт} = V_{прог} / Y_{в.прод} ,$$

где $V_{прог}$ - продукция (работы), изготовленная по прогрессивной технологии;

$Y_{в.прод}$ - общий объем выпуска продукции (работ).

Важным показателем технологического уровня является также удельный вес машинного времени в технологической трудоемкости. Анализ должен выявлять наряду с резервами сокращения машинного времени резервы экономии подготовительно-заключительного и вспомогательного времени на основе совершенствования организации производства, внедрения передовых приемов и методов труда.

Эффективность совершенствования технологии проявляется в первую очередь в снижении трудоемкости, материалоемкости и себестоимости продукции. Данные для анализа снижения технологической трудоемкости и материалоемкости продукции приводятся в технологических картах, плановых и отчетных калькуляциях. Сравнивая фактические затраты времени и материалов за отчетный период с установленными нормами расхода и

некоторым базисным уровнем, можно установить степень прогрессивности действующих производств и принять меры к внедрению более прогрессивных технологий.

Ни в одной отрасли промышленности внедрение прогрессивных технологий и новой техники не дает столь быстрых и весомых результатов, как в машиностроении. Окупаемость затрат на внедрение прогрессивных технологий составляет 1,5-2 года, а затрат на новое производственное оборудование - 2-2,5 года. Кроме того, эффекты, получаемые от внедрения прогрессивных технологий, обеспечивают повышение качества выпускаемой продукции и улучшение экологических характеристик машиностроительного производства.

Каждая прогрессивная технология со временем устаревает. Поэтому изучение реального уровня прогрессивности технологий действующего предприятия является непременным условием их постоянного совершенствования.

Осуществление системного анализа развития производственных технологий и их применения в конкретных условиях превращает его в основной инструмент создания и контроля систем управления технологическим развитием [8]. Объекты анализа в производственных технологиях имеют различную природу в зависимости от конкретной поставленной задачи и цели анализа. Ими могут быть, к примеру: химизм реакции, механический процесс, процесс реализации продукции, процесс труда человека или группы людей, информационный процесс в технической или организационной системе, процесс производства продукта на уровне агрегата, цеха, завода или отрасли. Применение системного подхода при оценке производственных технологий в современных условиях позволяет расширить взгляд на данную проблему и актуализировать его путем применения менеджмента знания и экспертных групп.

Темпы развития научно-технического прогресса (далее - НТП), их скорость и ускорение в разных фирмах, отраслях и странах различны.

Ускорение НТП (научно-техническая революция, инновационный прорыв) начинается тогда, когда страна готова к такому прорыву, т.е. когда в критических отраслях должна возникнуть «революционная технологическая ситуация» [9]. Именно в этой точке «включается ускорение НТП», т.е. начинается массовое распространение инноваций. Инновационный прорыв возможен тогда, когда новые товары, идеи, технологии востребованы обществом, и оно готово инвестировать в них, когда промышленность, наука, госструктуры способны (в силу накопленных идей, открытий и т.д.) совершить этот прорыв. В соответствии с закономерностью Кондратьева-Шумпетера совпадение достаточных и необходимых условий технологической революции (смены технологического уклада) постепенно и периодически возникает по мере развития предыдущих технологических укладов. В настоящее время мировая промышленность в лице технологически развитых стран и мировых фирм-лидеров начинает освоение VI технологического уклада, в то время как Россия находится на стадии освоения технологий V (информационного) уклада (т.е. отстает на 7-12 лет).

Высокотехнологичные предприятия России в основном также отстают от передовых мировых предприятий. В частности, ракетно-космическая промышленность (далее – РКП) России, хотя и относится к наиболее технологически развитым отраслям отечественной промышленности, также существенно отстает от передовых авиакосмических фирм мира, о чем свидетельствует крайне низкий уровень производительности труда (в десятки раз меньше, чем у авиакосмических фирм США и Европы). В связи с этим на ближайшие 15 лет ключевым вопросом развития РКП является ликвидация технологического отставания. Этот процесс будет идти в рамках реформирования отрасли, технического переоснащения перспективных предприятий и образования крупных интегрированных структур.

Необходимым первым шагом к системной работе по технологическому переоснащению отраслей должны быть инвентаризация существующих и

требуемых для внедрения технологий, т.е. составление паспорта (реестра) технологий, включая входящее в их состав универсальное оборудование.

Инвентаризация в широком смысле открывает новые возможности для решения накопленных вопросов реструктуризации и концентрации научно-производственного потенциала предприятий. Задача при реформировании предприятий состоит в том, чтобы сохранить и развить наиболее перспективные технологии и сконцентрировать их в рамках крупных конкурентоспособных интегрированных систем (далее – ИС), так как только эти технологии могут дать новое качество развитию промышленности и экономики в целом. Естественно, процесс внедрения новых технологий и универсального оборудования не предполагает немедленное изъятие из производственного процесса старых. Однако, как показывает мировой опыт, степень использования старых технологий (технологическая отсталость) в инновационных экономиках невелика [10].

«Технологический паспорт» предприятия или ИС должен содержать качественную и количественную оценку имеющихся технологий и/или компетенций предприятия или ИС. Для сравнения предприятий и, вообще, аналитической работы с этой информацией должна применяться единая классификация технологий.

Задачи, решаемые с помощью паспорта (реестра) технологий:

- уточнение и объективное определение компетенции предприятия на основе оценки качества (уровня) имеющихся у него технологий;
- выбор вариантов создания ИС с учетом их технологического оснащения, определения наличия уникальных технологий, соответствующих или определяющих производственную направленность ИС;
- определение предприятий-конкурентов (имеющих аналогичные технологии), а значит, решение вопроса концентрации технологий;
- определение наиболее продвинутых в смысле коммерческого использования знаний и технологий в целях их оформления как объектов интеллектуальной собственности, распространения и продажи;

- обоснование ограничений на распространение и продажу технологий;
- мониторинг «узких мест» в технологическом оснащении и разработка исходных данных для планов технического переоснащения.

Технологии как ресурс могут давать разные результаты эффективности экономического объекта (предприятия) в целом. В этой связи возникает сложная задача оптимизации структуры технологий и требований к их качеству. Решается эта задача в процессе технического переоснащения объекта на плановой основе при жестком контроле выполнения работ в рамках концепции стратегического управления изменениями [11].

Следует подчеркнуть, что выполнение стратегических планов по техническому переоснащению высокотехнологичных предприятий может усложняться большим количеством рисков, в т.ч. [12]:

- выбора импортного оборудования и технологий;
- возможности приобретения необходимого универсального оборудования и технологий в условиях бойкотирования в этой части со стороны США, а как показывает опыт 2014-2017 г.г. и других стран так называемой западной ориентации, а также в условиях финансового кризиса и снижения курса руб./доллар;
- возможного дефицита бюджетных финансовых средств при наступлении финансового кризиса;
- возможности срыва договоров государственно-частного партнерства;
- недостатком кадров в части специалистов по выбору и увязке импортного оборудования и технологий с российскими перспективными изделиями;
- недостатком кадров для разработки и производства новой конкурентоспособной продукции предприятий и др.

При этом важнейшим компонентом измерения эффективности замены оборудования являются достигнутые результаты в осуществлении главной цели (предназначения) предприятия. На этом уровне осуществляется увязка

стратегии развития технологического оснащения и построенного на нем производственного процесса с общей стратегией развития предприятия.

Ключевыми вопросами высших руководителей на этом уровне являются:

- обеспечивают ли расходы на замену оборудования необходимый уровень возвратности инвестиций?

- существуют ли квантифицируемые улучшения в эффективности осуществления предназначения?

- приносят ли расходы на замену оборудования ожидаемые результаты?

- являются ли приоритеты инвестирования нового оборудования увязанными с приоритетами предприятия в целом?

- внедряется ли одобренная технологическая архитектура в соответствии с графиком и с минимальными издержками?

- существует ли активная система обеспечения запланированных выгод?

- существует ли стратегический план развития технического оснащения, явным образом увязанный со стратегическим планом развития предприятия?

Одной из характерных особенностей количественного измерения эффективности нового оборудования на уровне предприятия, является то, что точные измерения возможны, только если есть зафиксированная цель, относительно которой достигнуто согласие. Консенсус может быть быстро получен методом проведения стратегического совещания с подключением внешних экспертов.

§1.2 Тенденции развития производственного оборудования

По мере развития науки и техники производственные технологии непрерывно обновляются. Основные тенденции этого процесса включают три главных направления:

- переход от дискретных (циклических) технологий к непрерывным (поточным) производственным процессам как наиболее эффективным и экономичным;

- внедрение замкнутых (безотходных) технологических циклов в составе производства как наиболее экологически нейтральных;

- повышение наукоемкости «высоких» и «новейших» технологий как наиболее приоритетных.

Главными элементами машиностроительных производств являются металлорежущие станки, которые могут использоваться также для обработки заготовок из других материалов – дерева, пластика, пластмасс, стекла. Они работают в широком диапазоне скоростей, мощностей, силовых нагрузок, точности перемещений.

В зависимости от характера выполняемых работ различают девять групп и более 70 типов станков. Основные группы - следующие [2, 13]:

- токарные;
 - сверлильные и расточные;
 - шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные;
 - электрофизические и электрохимические;
 - зубо- и резьбообрабатывающие;
 - фрезерные;
 - строгальные, долбежные, протяжные;
 - разрезные;
- другие.

По степени универсальности станки можно подразделять на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальные станки предназначены для обработки деталей широкой номенклатуры в единичном и мелкосерийном производстве, что часто встречается на высокотехнологичных наукоемких предприятиях, например, ОПК. Основу универсального оборудования зачастую составляет модульная конструкция из апробированных компонентов, которые позволяют реализовать специфические решения и гарантируют высокий уровень качества. Для этих станков характерен широкий диапазон регулирования скоростей и подачи. Замена технологических (станочных) цепочек

изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) обусловлена, прежде всего, необходимостью повышению гибкости производства, ускорения его настройки под постоянно изменяющиеся потребности пользователей. Тем самым достигается рост качества продукции и услуг, и, как следствие – конкурентоспособность.

Специализированные станки используются для обработки деталей одного наименования, но разных размеров. Для них характерна быстрая переналадка сменных устройств и приспособлений (оснастки). Они применяются в основном в средне- и крупносерийном производстве. На специальных станках обрабатываются детали одного наименования и размера, поэтому они нашли применение в крупносерийном и массовом производстве.

По точности станки делят на 5 классов: нормальной точности (Н) (большинство универсальных станков), повышенной точности (П), высокой точности (В), особо высокой точности (А), особо точные мастер-станки (С) (на них изготавливают детали для прецизионных станков классов В, А и С). Для прецизионных станков, как правило, требуется поддержание в цехе определенного микроклимата.

По степени автоматизации различают станки с ручным управлением, полуавтоматы и автоматы.

В первом случае пуск, останов станка, переключение скоростей, подвод и отвод инструмента, загрузку заготовки и разгрузку готовой детали, а также другие вспомогательные функции осуществляет рабочий.

Полуавтомат – станок, работающий с автоматическим циклом, для повторения которого требуется вмешательство рабочего. Например, вручную осуществляется загрузка заготовки и отгрузка детали.

При работе автомата рабочий лишь загружает программу работы станка и контролирует его работу, при необходимости подналаживая.

По степени концентрации операций станки подразделяют на одно- и многопозиционные. Концентрация операции – это возможность одновременной обработки на станке различных поверхностей заготовки

несколькими инструментами. При этом развитие станков в этом аспекте шло по двум направлениям: создание однопозиционных многоинструментальных станков, когда одновременно несколькими режущими инструментами обрабатываются различные поверхности одной заготовки, и разработки многопозиционных многоинструментальных станков, одновременно обрабатывающих две заготовки и более [13].

Для полноты классификации следует указать, что станки разделяются также по массе (легкие, средние и тяжелые) и по расположению шпинделя (горизонтальные, вертикальные и наклонные).

Производительность оборудования определяется способностью выполнить обработку изделий или технологический передел в соответствующих физических единицах на заданном временном интервале.

Надежность оборудования определяется его свойством сохранять при правильной эксплуатации точность и производительность в требуемых пределах, а также не терять свои качества при правильном хранении и транспортировке [2].

Экономическая эффективность определяется сравнением приведенных затрат для нового и заменяемого оборудования. Она зависит в первую очередь от производительности оборудования.

Главные функциональные качества станков - точность и производительность.

Точность станка определяется его способностью обеспечить форму, размеры, взаимное расположение с допустимыми отклонениями, а также определенную шероховатость обработанных поверхностей изделия [2]. Повышение точности станка выгодно, так как благодаря этому устраняется ручная доводка, повышается долговечность или улучшаются другие эксплуатационные качества изготавливаемых деталей [2, 13, 14].

Производительность станка оценивают чаще всего числом деталей, которые можно изготовить в единицу времени при соблюдении требований к точности (штучная производительность). Повышение производительности

станка достигается, прежде всего, увеличением скорости движения, глубины резания, числа одновременно работающих инструментов, автоматизацией цикла работы. Различные детали требуют разную степень обработки, поэтому оценка производительности станка в деталях является весьма обобщенной характеристикой. Для ее практически ценной конкретизации необходимо формировать некоторый стандартный набор деталей для измерения производительности станка.

Современные станки – сложные мехатронные системы. Основные технические направления их совершенствования - следующие [13, 15-18]:

- увеличение мощности главного привода;
- расширение диапазона частот вращения и рабочих подач;
- сокращение вспомогательного времени за счет высокоскоростного позиционирования и быстрых перемещений рабочих органов;
- повышение производительности обработки на обрабатывающих центрах за счет более надежной и точной автоматизации смены инструмента и устройств автоматической смены заготовок на паллетах;
- введение системы автоматического контроля качества деталей.

На электронику возложены такие важные функции, как управление циклом работы, сменой инструмента, подачи заготовок и отгрузки готовых деталей, регулирование скоростей, контроль точности, мощности, тепловой обстановки в узлах оборудования и другие функции. Электронные преобразователи частоты обеспечивают бесступенчатое регулирование скоростей, вытесняют механические передачи в приводах подач. Линейные двигатели заменяют традиционные винтовые пары. В современных станках применяются встроенные диагностические системы. В то же время преобладающее влияние на точность и производительность оказывает механическая система станка и сопровождающие его работу процессы резания, трения, силовых и тепловых деформаций, динамические, вибрационные и другие нагрузки [13].

Наиболее полно решать задачи современного производства позволяет высокоавтоматизированное оборудование, робототехнические комплексы, обладающее технологической гибкостью, гарантирующее высокие точностные и качественные характеристики. При применении робота производительность обычно повышается. Прежде всего, это связано с более быстрым перемещением и позиционированием в процессе обработки, также играет роль и такой фактор, как возможность автоматической работы 24 часа в сутки без перерывов и простоев. Робот эффективно снижает затраты на оплату специалистов. Применение робота достаточно эффективно на вредном производстве. В случае правильно выбранного применения роботизированной системы производительность по сравнению с ручным производством возрастает в разы или даже на порядок.

Раньше промышленные роботы конструировались с использованием гидроусилителей и программировались в обобщенных координатах, воспроизводя последовательность действий, записанных на магнитный накопитель. Потом появились роботы с шестью степенями свободы, электрическими приводами и компьютерным управлением. Роботизация технологических процессов позволяет интегрировать программы обработки и изготовления деталей в применяемые на предприятии CAD/CAM системы для обеспечения процесса цифрового производства.

В настоящее время все большее распространение получают быстропереналаживаемые многоцелевые обрабатывающие центры, токарные и фрезерные станки с числовым программным управлением (далее - ЧПУ) [16]. Это - магистральное направление развития современного машиностроительного производства.

Обрабатывающие центры обеспечивают комплексную обработку сложных деталей с разных сторон без их передислокации и, как правило, имеют автоматическую смену инструмента. Эти станки выпускают для обработки корпусных заготовок и типа тел вращения. На них можно сверлить,

зенковать, разворачивать, растачивать, нарезать резьбу, фрезеровать плоские поверхности и контуры [15].

Производительность обрабатывающих центров в 3-8 раз выше, чем у обычных станков. Это происходит за счет увеличения доли машинного времени до 60-70 % в общем цикле обработки. Вспомогательное время уменьшается благодаря автоматической смене инструментов, высокой скорости позиционирования рабочих органов станка и т.д. В современных станках время переналадки еще более уменьшается вследствие применения сменных инструментальных магазинов. Для сокращения времени загрузки заготовок и съема готовых деталей используются устройства для автоматической смены приспособлений – спутники, маятниковые столы, несколько поворотных столов, работающих поочередно. Машинное время обработки снижается за счет интенсификации и оптимизации режимов резания, применения современных высокопроизводительных режущих инструментов, увеличения мощности главного привода и диапазона частот вращения шпинделя, повышения жесткости и виброустойчивости станков.

Обрабатывающие центры являются основой для гибких производственных модулей. Такие модули в своем составе объединяют технические системы и устройства, функционально необходимые для выполнения сложных технологических операций – вспомогательное оборудование для смены заготовок и инструмента, удаления стружки, контроля качества обработки, контроля и подналадки технологического процесса. Гибкие производственные модули, предназначенные для автономной работы, в автоматическом режиме выполняют многократно заданные циклы обработки, имеют возможность встраиваться в гибкие производственные системы более высокого уровня. При использовании многопозиционных и поворотных приспособлений существует возможность вести обработку заготовок с нескольких сторон. Этому способствуют и автоматически сменяемые головки с различным расположением шпинделей.

Системы ЧПУ, работающие с обрабатывающими центрами, имеют ряд особенностей: большой объем программы, большое число управляемых по программе координат (до 7-8), обеспечение высокой точности перемещений рабочих органов (в пределах 0,005-0,01 мм), широкий диапазон регулирования скоростей приводов главного движения и подач, высокие требования к надежности. Системы ЧПУ могут работать как в автономном режиме, так и с ЭВМ более высокого уровня (на уровне технологических или производственных циклов). В ряде случаев используются системы ЧПУ «открытого типа», язык программирования которых аналогичен программному обеспечению ПЭВМ. Это позволяет моделировать процессы обработки, оптимизировать перемещения инструментов, использовать Интернет для дистанционного управления работой станков, планировать производственные процессы и в результате снизить стоимость обработки заготовок (изделий). Системы ЧПУ управляют направлением и величиной рабочих перемещений, выдают команды на выполнение вспомогательных функций: автоматический поиск инструмента и его смена после обработки, установка шпинделя в определенное положение при смене инструмента, изменение режимов обработки, включение и отключение системы подачи смазочно-охлаждающих жидкостей в зону обработки, реверс шпинделя при выполнении резбонарезных операций, фиксации механизмов после их позиционирования, осуществление автоматических циклов обработки; включение, выключение и индексирование поворотных столов и т.д. Неотъемлемой частью таких станков, является контроль точности обработки и управление состоянием инструмента [15, 16, 19].

Одним из основных преимуществ обрабатывающих центров является исключение «человеческого фактора», что ведет к снижению брака - отлаженная программа и техническая исправность станка являются гарантией качества изготовления или обработки деталей [16].

Широкое распространение получают гибкие производственные системы, которые являются основой создания заводов-автоматов.

Компьютеризируется весь путь создания изделий – от проектирования до обработки.

§1.3 Автоматизация технической подготовки производства

Цель инновационного развития и технологического переоснащения крупных предприятий и интегрированных структур, по сути, сводится к тому, чтобы сформировать новую систему взглядов на порядок организации и содержание инновационной деятельности [20].

Важнейшими условиями этого являются оптимальное управление производством и техническая подготовка производства, которая включает в себя конструкторскую, технологическую и организационную составляющие [16].

Управление производством сосредоточено в двух направлениях:

- составление оптимальных расписаний работы технологического оборудования в цехах;
- управление бизнес-процессами, к которым причисляются все процессы на предприятиях.

Основными направлениями совершенствования систем управления предприятиями является внедрение автоматизированных систем управления (далее - АСУ).

В целях настоящей монографии требуется более детально рассмотреть вопросы автоматизации технической подготовки производства как создание *временных* и информационных ресурсов для повышения эффективности использования производственных мощностей предприятия.

На крупных промышленных предприятиях этап технической подготовки производства является важнейшим для наполнения единого информационного пространства предприятия данными о ресурсах, необходимых для производства изделий. Его компьютеризация предполагает автоматизацию [16]:

- 1) конструкторской подготовки производства с созданием электронной документации;
- 2) технологической подготовки производства;
- 3) управления данными об изделии для всех информационных объектов (модели, чертежи, документы);
- 4) планирования и контроля хода подготовки производства.

Автоматизация конструкторской подготовки производства с созданием электронной документации включает следующие виды труда:

- проектирование изделий;
- формирование структуры изделия методом «нисходящего» и «восходящего» проектирования;
- формирование спецификаций на изделие;
- выполнение процедур электронного согласования моделей, чертежей, документов, состава изделий;
- исполнение процедур проведения изменений конструкции.

Основой для автоматизации проектирования изделий является внедрение технологии ускоренного проектирования на основе создания единой среды моделирования для мультидоменных систем [21]. В качестве конкретной реализации идеи сегодня активно развиваются технологии модельно ориентированного проектирования (далее - МОП), использующие средства визуализации процесса и результатов моделирования в трехмерных динамичных моделях.

Математическая модель сложной технической системы, как правило, создается на заключительных этапах ее разработки. Это связано с тем, что на каждом этапе проектирования, включая предпроектную стадию, используются независимые расчетные модели и методики. Создание полной (большой) модели часто невозможно или слишком трудоемко из-за необходимости привлечения значительного числа высококвалифицированных программистов. Кроме того, сама модель оказывается строго «привязанной» к

коллективу ее разработчиков, что значительно усложняет горизонтальные и вертикальные коммуникации между специалистами.

Технология МОП основана на использовании специальных программных средств визуального моделирования, позволяющих обеспечить доступ для анализа и доработок к указанным моделям широкому кругу специалистов, участвующих в проектировании, но не имеющих специальных знаний и навыков по использованию языков программирования высокого уровня. Структура визуальной модели может практически полностью совпадать с функциональной схемой устройства. Связи подсистем и блоков организуются аналогично реальным связям в системе.

При условии создания базы знаний предприятия-разработчика на основе систем визуального моделирования возможно существенное сокращение длины и продолжительности всех видов коммуникации.

Основные преимущества МОП:

- возможность быстрого опробования новых решений;
- возможность эффективного поиска конструктивных компромиссов;
- предотвращение ошибок до стадии «железа»; по оценкам специалистов, затраты на исправление ошибок на этапах создания объекта в десятки раз превышают расходы на их предупреждение в фазе проектирования [22];
- сокращение количества переработки;
- сокращение потребности в дорогих опытных образцах;
- экономия затрат на тестирование.

Важнейшим этапом проектирования является создание макетов отдельных подсистем и опытного образца изделия в целом, а также систем комплексного контроля. При создании сложных образцов наукоемкой техники в разработке участвует кооперация предприятий-смежников. Для стыковки и отладки всей аппаратуры изделия главному исполнителю опытно-конструкторской работы часто приходится ожидать поступления полной комплектации от всех соисполнителей, что существенно повышает риск срыва

сроков обработки изделия в целом. Использование последовательной или неполной обработки изделия путем замены отсутствующих блоков их компьютерными аналогами решает проблему лишь частично. Создание такого рода аппаратно-программных платформ обычно возлагается на разработчика имитируемой аппаратуры со всеми вытекающими из этого проблемами (возможные задержки поставок, некачественная предварительная обработка и т.п.).

Решение этой задачи предоставляет МОП. С его помощью возможно:

- представить спецификацию изделия в виде модели, в результате чего устраняются неясности и для разработчика, и для заказчика;

- производить имитацию на каждом шаге разработки вместо создания физического прототипа;

- автоматически генерировать код вместо «ручного» программирования, а также производить тестирование не на последней стадии разработки, а непрерывно, что помогает выявлять ошибки в ходе всего процесса.

Таким образом, перспективным направлением автоматизации этапов проектирования является прототипирование – процесс создания виртуальных прототипов технических систем (технологических) процессов - инновационная сущность которого состоит в том, что при его использовании 80-90 % испытаний, требующихся при создании новых образцов сложной техники, можно провести не на реальном образце, а на его виртуальном аналоге, то есть на компьютерной модели. При этом время выполнения проектных работ и их стоимость сокращаются на порядок. Подобные технологии создания новых изделий сегодня активно используются компаниями ведущих мировых индустриальных центров [21, 23].

Компьютеризация технологической подготовки производства предусматривает:

- создание всего технологического процесса или отдельных операций и переходов;

- поиск и выбор режущего и вспомогательного инструмента, оборудования, стандартной и универсальной оснастки из соответствующих библиотек;

- генерацию по электронному маршруту маршрутных карт движения изделий (заготовок, переделок, деталей и т.п.);

- процедуру электронного согласования моделей, чертежей, эскизов, документов и маршрутов;

- процедуры проведения изменений;

- получение сводной информации по используемым материалам для изготовления изделий;

- проектирование чертежей оснастки;

- разработку управляющих программ станков ЧПУ основного и вспомогательного производства.

Компьютеризация управления данными об изделии для всех информационных объектов (модели, чертежи, документы) предполагает:

- хранение всех версий документов;

- поиск по обозначению, атрибутам и связям между объектами;

- формирование различных представлений для одного и того же изделия;

- сравнение различных конфигураций изделия.

Автоматизация планирования и контроля хода подготовки производства включает:

- формирование плана-графика подготовки производства;

- формирование заданий исполнителям в соответствии с планом-графиком и структурой изделия;

- автоматическую доставку заданий исполнителям;

- автоматическое закрытие заданий по завершении процедуры электронного согласования;

- формирование отчетов в электронном виде о текущем состоянии работ по плану-графику и выданным заданиям [16].

В целом задача автоматизации подготовки производства заключается в том, чтобы обеспечить создание цифровых (виртуальных) образов изделий, их прототипов, чертежей и документации, телекоммуникационные транзакции через необходимые бизнес-процессы вплоть до формирования исполняемых программ для станков с ЧПУ, автоматизированных и автоматических технологических линий, раскроя листового металла, подбора заготовок типа-размера а также данных для расчета ресурсо- и трудозатрат на изготовление деталей.

Виртуальный образ детали, созданный с помощью информационных технологий и программных инструментов, должен быть автоматически описан в файлах-спецификациях и воплощаться в чертежи. В свою очередь цифровые чертежи и трехмерные цифровые описания деталей должны служить исходными данными для программ управления оборудованием и различных экономико-производственных расчетов.

С помощью внедрения умных энергосетей и их сопряжения с программами управления станками, обрабатывающими центрами и другим технологическим оборудованием можно в автоматическом режиме учитывать энергозатраты на каждую элементарную операцию как для контроля исправности работы оборудования, так и для сбора исходных данных в целях точных расчетов показателей энергоемкости оборудования.

В настоящее время на российских даже многих передовых высокотехнологичных предприятиях официальный статус сохраняется, в основном, за документацией на бумажных носителях. В среде специалистов накоплен достаточно большой объем виртуальных объектов (средств моделирования и визуализации, цифровых моделей, в том числе трехмерных, объектно-ориентированных). Однако вследствие того, что эти объекты, как правило, не имеют официального статуса, они не используются во взаимодействии между подразделениями, не внедряются в системы управления производственными линиями. Предприятие не управляет этими ресурсами, и они не входят в его интеллектуальную собственность. Системы

автоматизированного проектирования (далее - САПР) функционируют в основном локально.

Регламентация создания и использования компьютерных моделей и документов (конструкторских, технологических, производственно-экономических) – актуальная задача повышения технической оснащенности, производительности и надежности функционирования производства.

Она может быть решена на основе внедрения на предприятиях САПР, объединяющей все творческие и бизнес-процессы вплоть до обеспечения полной готовности производства к изготовлению продукции.

Основное свойство САПР как системы проектирования состоит в том, что она обеспечивает получение законченных проектных решений и соответствующих этим решениям проектных данных.

Для реализации этого необходимо [16]:

- внедрить в технических подразделениях предприятия единую технологию проектирования и подготовки производства;

- внедрить технологию управления инженерными данными, конфигурациями изделий в единой базе данных предприятия;

- осуществить подключение пользователей автоматизированных подразделений к локальной или корпоративной вычислительной сети;

- внедрить систему электронного технического документооборота и управления потоком работ в процессах конструкторско-технической подготовки производства; причем здесь речь идет не только и не столько о передаче по телекоммуникациям графических образов бумажных документов, сколько об обмене цифровыми документами, содержание которых может непосредственно использоваться для изготовления других документов и виртуальных моделей;

- обеспечить обучение или переподготовку персонала;

- произвести техническое переоснащение автоматизируемых подразделений;

- обеспечить автоматизируемые подразделения необходимым программным обеспечением в объемах достаточных для эффективного использования комплекса САПР всеми сотрудниками подразделений.

§1.4 Особенности решения задачи ресурсного обеспечения технического переоснащения высокотехнологичных предприятий

Общепринятым и наиболее перспективным подходом к изучению эффективности стратегий диверсификации в современной зарубежной научной литературе признается ресурсная теория, доказавшая свое преимущество перед ранее преобладавшей теорией портфеля. И хотя корни ресурсной теории обнаруживаются еще в работах Давида Риккардо (19 в.), ее истоки связывают с работой Эдит Пенроуз (1959) «Теория роста фирмы». Отклонившись от классической микроэкономики, она предложила понимание фирмы как совокупности или «пучка» ресурсов. В ее концепции фирма представляет собой неделимый фонд материальных и нематериальных ресурсов, которые могут существовать только как единое целое, а исходная неоднородность ресурсов, усиливающаяся в результате деятельности фирм, приводит к неоднородным результатам [24]. Работа Э. Пенроуз является не только значимым исследованием в последующем развитии ресурсной теории, но и служит теоретической основой в изучении роста фирмы в виде корпоративной диверсификации, учитывая при этом возможности и ресурсы самой фирмы. Продолжение разработки ресурсной теории в 1980-х гг. послужило основой для возникновения широкого потока исследований, подчеркивающих важность ресурсных возможностей фирмы. Со времен новаторских работ 1991 года ресурсная концепция развилась в одну из самых известных и влиятельных теорий в стратегическом менеджменте и теории фирмы.

Суть современной ресурсной теории, как известно, заключается в следующем: успех экономической деятельности фирмы определяется ее устойчивыми конкурентными преимуществами, а основным фактором

обретения конкурентных преимуществ является наличие под контролем фирмы стратегических ресурсов, которые позволяют ей осуществлять успешные конкурентные стратегии; в свою очередь, особое качество фирмы – способность обеспечивать эффективное использование стратегических ресурсов. Исходная концепция стратегических ресурсов предполагает, что ресурс должен обладать полным набором характеристик – VRIN (Valuable, Rare, Inimitable, Non-Substitutable – ценность, редкость, неподражаемость, незаменимость), чтобы быть источником устойчивого конкурентного преимущества [25]. Следует отметить, что, во-первых, вопрос о стратегических ресурсах нельзя считать полностью исследованным, во-вторых, стратегичность ресурса определяется не только видом ресурса, но и его количеством [26]. Важно подчеркнуть, что обладание ресурсами само по себе не гарантирует фирме достижения конкурентных преимуществ. Ресурсы способствуют созданию конкурентных преимуществ только тогда, когда ими эффективно управляют. Это наглядно демонстрирует очень широкий диапазон применения ресурсного подхода: от стратегического управления организациями [27], до управления инновационной деятельностью в регионе в рамках концепции «риск-ресурс» [28].

В отличие от альтернативных трактовок диверсификации (концепции рыночной силы и агентских отношений) ресурсная концепция утверждает, что рост компаний связан с использованием имеющихся у них потенциалов роста посредством диверсификации. Широкая трактовка ресурсов, включавшая в них знания способности, решения и действия менеджеров, обеспечила высокую привлекательность ресурсного подхода для исследователей стратегического менеджмента, поскольку «возвращала» им, в отличие от транзакционного подхода, традиционный объект анализа. При этом предмет теории не оказывался в столь резком несоответствии с практической деятельностью, как это имело место для транзакционного подхода к теории фирмы. Ведь фирма как пучок ресурсов несопоставимо ближе к практике управления, чем фирма как совокупность контрактов.

Ресурсная теория представлена широким разнообразием направлений исследований, что обуславливает различия в содержании применяемых понятий, иногда даже в рамках одного подхода.

В рамках ресурсной теории выделяют два подхода к определению ресурсов и способностей. С точки зрения одного подхода ресурсы толкуются расширенно и включают в себя способности, другой подход разграничивает эти два понятия, но, разграничительная трактовка является более адекватной. Между ресурсами и способностями есть общее – и те, и другие могут быть приобретены и утрачены, но «в отличие от ресурсов способности не расходуются, а развиваются». Здесь под ресурсами понимаются «активы или факторы производства, как материальные, так и нематериальные, которыми организация владеет, управляет или имеет доступ на полупостоянной основе» [29].

Менеджеры предприятий по-разному осознают возможности использования одного и того же ресурса, варианты его комбинаций с другими имеющимися у него ресурсами, и, в конечном счете, не только на оценку возможностей для реализации стратегии, но даже на то, что такая возможность может быть распознана управленческим составом предприятия. Предприятие не может инвестировать в возможность, которую оно не воспринимает как существующую. Предприятия приходят к решению о выборе стратегии через призму ограниченной рациональности. Широко признано, что руководители, как правило, держаться за ресурсы, даже если было бы лучше избавиться от этих ресурсов. Утверждается, что эту особенность можно частично объяснить эффектом наличия или эвристикой наличия: «менеджеры переоценивают значение ресурсов, принадлежащих их фирме в силу того простого факта, что ресурсы находятся в собственности» [30].

Основу производственного потенциала предприятий с точки зрения материальных ресурсов составляет производственное оборудование. Именно оно определяет правую границу возможностей предприятия по выпуску продукции определенного качества и объема. Все остальные ресурсы служат

для обеспечения максимально эффективного использования основного производственного оборудования. Таким образом, технологическое и техническое переоснащение предприятий является основополагающей предпосылкой формирования и развития конкурентных преимуществ за счет повышения качества продукции, устойчивости позиций на нестабильных рынках за счет диверсификации, увеличения рентабельности производства. Кроме того, использование производственного оборудования более высокого технического уровня, кроме повышения качества производственных результатов, как правило, позволяет увеличить и их объем. В конечном итоге, растет валовая прибыль предприятия.

Согласно ресурсному подходу первой предпосылкой для диверсификации является наличие у предприятия ресурсов и способностей. Предприятие будет иметь стимул для диверсификации, если оно обладает необходимыми ресурсами. Однако, с нашей точки зрения, наличие ресурсов является необходимым, но не достаточным условием (предпосылкой) для выбора стратегии диверсификации. Для этого требуется наличие второй предпосылки – «оркестровка» ресурсов. Это управленческие действия менеджеров в отношении портфеля ресурсов для развития и использования способностей в целях реализации намеченной стратегии [31].

Решение о техническом переоснащении может иметь следующие мотивы:

- существующий станочный парк, технологические линии, аппараты, приборы и другое оборудование физически износилось и вследствие низкой надежности не справляется с производственной нагрузкой;

- основное производственное оборудование устарело «морально»; рынок средств производства предлагает продукцию, имеющую более высокие технико-экономические, эргономические и экологические показатели;

- существующее оборудование не позволяет расширить линейку номенклатуры конечной продукции, соответственно, повысить конкурентные

возможности предприятия за счет диверсификации, в том числе оперативной, увеличить общий объем выпуска продукции;

- отдельные виды существующего оборудования не годятся для перехода на новые технологии производства.

Основное производственное оборудование имеет длительные сроки эксплуатации, поэтому первому мотиву принятия решения о техническом переоснащении обычно сопутствуют второй и третий.

При разработке плана технического переоснащения, в первую очередь, предусматривается решение следующих задач:

- обеспечение высокого качества выпускаемой продукции за счет применения более точного технологического оборудования, оснащенного ЧПУ и электронными системами контроля обработки деталей;

- сокращение трудоемкости изготовления изделий;

- повышение интенсивности изготовления продукции;

- снижение ресурсоемкости, в частности, использование современных способов раскроя и резки листовых материалов, замкнутых систем водоснабжения и т.п.;

- экономия производственных площадей;

- сокращение внутрицеховых и межцеховых транспортных операций;

- повышение экологичности производства.

Смена технологии может быть следствием как закономерной цикличности технологического развития производства традиционной продукции [17], так и планированием выпуска принципиально новой продукции. В некоторых случаях освоение передовой технологии и внедрение соответствующего оборудования для выпуска новой продукции создают дополнительные мощности для выпуска также традиционной продукции. Это может повлечь отказ (или частичный отказ) от существующего оборудования.

Замена технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств, например, космического

кластера, обусловлена, прежде всего, необходимостью повышению гибкости производства, ускорения его настройки под постоянно изменяющиеся потребности пользователей. Тем самым достигается рост качества продукции и услуг, и, как следствие – конкурентоспособность индустрии.

Первичным ресурсом для технического переоснащения являются финансовые ресурсы. Можно выделить следующие основные источники этих ресурсов:

1) инвестиции акционеров для случая акционерных обществ или поступления непосредственно из государственного бюджета для государственных предприятий;

2) государственное финансирование технологического развития производства в рамках федеральных целевых и других государственных программ;

3) собственные средства предприятий; обычно, для серьезного технического переоснащения их недостаточно;

4) кредиты коммерческих банков или средства инвесторов.

Сегодня основным источником финансовых ресурсов для высокотехнологичных предприятий в России является государство, выступающее в роли и заказчика, и акционера, и кредитора, и инвестора.

В некоторых случаях при наличии крупных заказов на уникальную наукоемкую продукцию, например, создание ракеты-носителя с заданными технико-экономическими параметрами или построение межпланетной станции, стоимость заказа может включать расходы на новое оборудование. Как правило, здесь речь идет о государственном заказе, имеющем стратегическое значение.

При финансировании из первых двух источников предприятие решает задачу максимально эффективно использовать выделенные средства. В других случаях – оно принимает самостоятельное решение не только о способе использования финансовых ресурсов, но и о требуемом их объеме. Это более сложная задача. Логика и формальный (математический) аппарат ее решения

аналогичен задачам инвесторов, которые они решают, выбирая варианты инвестиционных проектов.

Финансовые ресурсы являются, безусловно, первичным, но не единственным ресурсом для обеспечения переоснащения.

В ходе эксплуатации основного производственного оборудования требуются следующие виды нефинансовых ресурсов:

- энергия (главным образом, электрическая или углеводородная);
- расходные материалы (вода, хладагенты, масла, антифризы, детали, изнашивающиеся в результате движения и др.);
- инструментальное обеспечение (резцы, сверла, абразивные поверхности, электроды и др.);
- специальная технологическая оснастка;
- информационные ресурсы (компьютерные программы, документация);
- производственные и складские площади.

Смена оборудования не всегда сопровождается экономией расходных материальных и энергетических ресурсов. Кроме того, как правило, требуется модернизация внутрицеховой и межцеховой транспортной, водопроводной, энергетической, вытяжной, телекоммуникационной систем, системы кондиционирования и т.п. Увеличение объема производства может повлечь необходимость развития складского хозяйства и разгрузочно-погрузочных систем. В части, касающейся управления производственными процессами, потребуются разработка новых маршрутных карт, внутренней производственной логистики, порядка контроля качества продукции, программного обеспечения для управления новым современным оборудованием. Вопросы компьютеризации технической подготовки производства рассмотрены в §1.3 настоящей работы.

Смена поколения оборудования неизбежно влечет кадровые перемены. Они могут коснуться как структуры профессий и квалификаций, так и численности работников. Универсальное высокопроизводительное оборудование с ЧПУ предъявляет новые требования по квалификации

обслуживающих его работников. Содержание труда при непосредственной эксплуатации оборудования (станка) меняется. Токари, фрезеровщики и другие рабочие-станочники оказываются не нужными. Требуются наладчики и операторы обрабатывающих центров с ЧПУ. Таким образом, встает вопрос о переквалификации кадров и (или) их ротации, как в рамках предприятия, так и на более масштабном уровне – корпорация, производственный кластер, социально-экономическая муниципальная или региональная система. При этом процессы кадрового движения должны учитывать обеспечение социальной защиты работников, что порой требует существенных финансовых затрат (переобучение, социальные выплаты уволенным по сокращению штатов или отступные уволенным по соглашению сторон и др.).

Таким образом, наличие необходимых финансовых ресурсов еще недостаточно для эффективного переоснащения. Экономическая оценка вариантов технического переоснащения носит нетривиальный характер.

Во-первых, крупное производственное оборудование является штучным товаром и может отсутствовать на рынке свободных предложений. Скорее всего, потребуется выдача заказа производителю и ожидание очередности его выполнения. Соответственно, все расчеты, касающиеся финансовых, экономических и маркетинговых параметров необходимо проводить с учетом реальных сроков физической поставки интересующего оборудования.

Во-вторых, рынок, по крайней мере, локальный, может не удовлетворить изменившийся спрос на расходные материалы, инструменты, энергию.

В-третьих, повышение производственных возможностей предприятия, прежде всего, здесь речь идет об увеличении объема выпуска продукции, еще не означает увеличение валовой прибыли. Для этого необходимо не только произвести товары, но и суметь их продать. Если рынок насыщен, а предприятие не имеет достаточных маркетинговых способностей, то решение последней задачи может оказаться предприятию не под силу.

В то же время зачастую руководители предприятий подходят к решению этих задач интуитивно, а локальные задачи, возникающие «по ходу», решают в условиях ограничений, которые сложились в результате уже принятых и реализованных решений.

Еще один аспект технического переоснащения, имеющий стратегическое значение, касается вопросов технического обслуживания, ремонта и информационной безопасности.

В связи с отсталостью сегодня отечественного станкостроения, приборостроения и других отраслей машиностроения современное высококачественное оборудование в основном является импортным. В частности, отечественные прецизионные станки класса точности А изготавливаются с использованием импортных комплектующих – измерительные преобразователи, системы числового программного управления и др. Динамика производства некоторых видов металлорежущих станков и кузнечно-прессовых машин представлена в таблицах 1 и 2) [32]. Очевидно, что объемы производства все еще далеки от достаточных, а его динамика хотя и поменяла направленность после 2011 года, однако остается неустойчивой.

Учитывая особенности геополитического отношения к России со стороны стран – технологических лидеров, тяготеющих к блоку НАТО и фарватеру внешней политики США, нельзя исключать различного рода ограничений на поставку запасных частей и оказание сложных услуг со стороны изготовителя технологического оборудования в случае возникновения каких-либо разногласий с Россией по внешнеполитическим вопросам. Различные «трения» на внешнеполитическом уровне могут использоваться и для прикрытия недобросовестной конкуренции. В связи с этим необходимо заранее предусматривать возможность создания запаса или внутреннего производства запасных частей и блоков, а также подготовку отечественных специалистов, которые могли бы в полной мере обеспечить поддержание штатной эксплуатации импортного оборудования.

Таблица 1 - Производство металлорежущих станков в России в 1990-2007 гг.

<i>Металлорежущие станки</i>	<i>1990 г.</i>	<i>1995 г.</i>	<i>2000 г.</i>	<i>2005 г.</i>	<i>2006 г.</i>	<i>2007 г.</i>
Всего, штук	74 171	17 983	8 885	4 867	5 149	5 104
В том числе:						
высокой и особо высокой точности	7 742	673	223	44	34	15
с числовым программным управлением	16 741	280	176	279	284	377
в том числе обрабатывающие центры	2 835	82	34	88	80	82

Таблица 2 – Производство металлорежущих станков и машин кузнечно-прессовых в России в период 2010-2015 г.г.

<i>Оборудование</i>	<i>2010 г.</i>	<i>2011 г.</i>	<i>2012 г.</i>	<i>2013 г.</i>	<i>2014 г.</i>	<i>2015 г.</i>
Металлорежущие станки Всего, шт. (округленно)	2800	3300	3500	2900	3900	3400
в том числе:						
для обработки любого материала путем удаления материала с помощью лазера, шт.	44	80	129	123	161	177
обрабатывающие центры; агрегатные станки и многопозиционные (многооперационные) станки	31	8	4	10	83	171
токарные	674	784	795	549	600	623
сверлильные, расточные и фрезерные металлорежущие	1270	1457	1426	1287	897	522
Машины кузнечно-прессовые Всего, штук (округленно)	2200	2500	2100	2200	2300	3200
в том числе:						
с числовым программным управлением, шт.	48	39	55	143	194	71

Использование электронных систем управления и контроля предъявляет требования к обеспечению информационной безопасности, которая может подвергаться следующим угрозам:

1) осуществление недеклалируемых функций микропроцессорными устройствами, большими интегральными схемами (БИС) и сверхбольшими интегральными схемами (СБИС). Так называемые, программные и технические «закладки» способны как нарушать нормальную работу оборудования, в том числе по сигналам, получаемым по радиоканалам, электросетям, телекоммуникационным каналам (в частности сети Интернет), так и осуществлять запоминание и передачу используемых в программах управления данных в целях идентификации чертежей деталей, анализа номенклатуры и объемов производства;

2) функционирование канала утечки выше указанных данных о результатах работы оборудования, имеющих в ряде случаев как военно-политическое, так и стратегическое экономическое значение, через доступ к запоминающим устройствам внешнего обслуживающего персонала, в том числе иностранного;

3) утечка информации о целевой деятельности оборудования по электронным каналам с помощью вредоносных программ-агентов, в ходе регламентированного дистанционного диагностирования оборудования, его системного и специального программного обеспечения, а также при осуществлении обновления программного обеспечения в дистанционном режиме, в том числе разработчиком или производителем.

Переоборудование производства занимает от нескольких недель до нескольких месяцев. Осуществляться этот процесс может по различным сценариям в зависимости от ресурсов предприятия. При наличии свободных производственных площадей подготовка новых производственных участков, линий, цехов может происходить параллельно с действующим производством. В этом случае техническое переоснащение лишь в минимальной степени затруднит выполнение производственных планов и государственных заказов. Остановка здесь может произойти вследствие проведения операций включения нового оборудования в общие производственные циклы, прежде всего, за счет сопряжения с внутренними заводскими и цеховыми

транспортными системами непрерывного действия (конвейерами, элеваторами), а также совсем кратковременно при настройке телекоммуникаций и серверного программного обеспечения для работы с новыми терминалами и программными клиентами или агентами. Таким образом, при возможности ввода нового оборудования параллельно штатной работе предприятия для сохранения ритмичности производства необходимо, главным образом, обеспечить кадровую преемственность.

Если свободные производственные площади отсутствуют, то возникает задача смены оборудования с минимальными потерями валовой прибыли. Эта задача имеет решение на тактическом и стратегическом уровнях.

На тактическом уровне речь идет о составлении оптимального расписания останова старого оборудования, монтажа и пуска нового по критерию минимизации потерь выпуска продукции и задержки выполнения государственных заказов. Для этого могут использоваться различные модели ресурсно-временной оптимизации [например, 33]. Здесь следует иметь в виду, что в реальности количество вариантов расписания замены оборудования исчисляется единицами, поэтому для выбора оптимального не требуется использование специальных методов решения оптимизационных задач. Важно корректно поставить задачу, чтобы учесть все значимые факторы. Выбор наилучшего можно осуществить «вручную» с помощью калькулятора, электронных таблиц или элементарных программ для проведения вычислений.

На стратегическом уровне решается задача выбора интервала времени для переоснащения в близнесрочной или среднесрочной перспективе. Объективной основой актуализации такой задачи является неритмичность поступления государственных заказов, а также циклические колебания глобальной и региональной экономической активности. Последнее имеет значение, если предприятие кроме малосерийной продукции прямого назначения попутно выпускает продукцию более широкого применения средними или крупными сериями. Логично выбирать момент для

переоснащения в период кризиса, когда спрос на машиностроительную продукцию падает. Однако, как было отмечено выше, к этому необходимо готовиться и заранее приобретать материальную часть, вспомогательное оборудование, программное обеспечение, готовить оснастку, документацию и кадры.

Дополнительным фактором выбора момента для переоснащения может служить эмпирически установленная и теоретически объясненная цикличность развития технологий. На рисунке 1 изображена закономерность развития технологической системы [17].

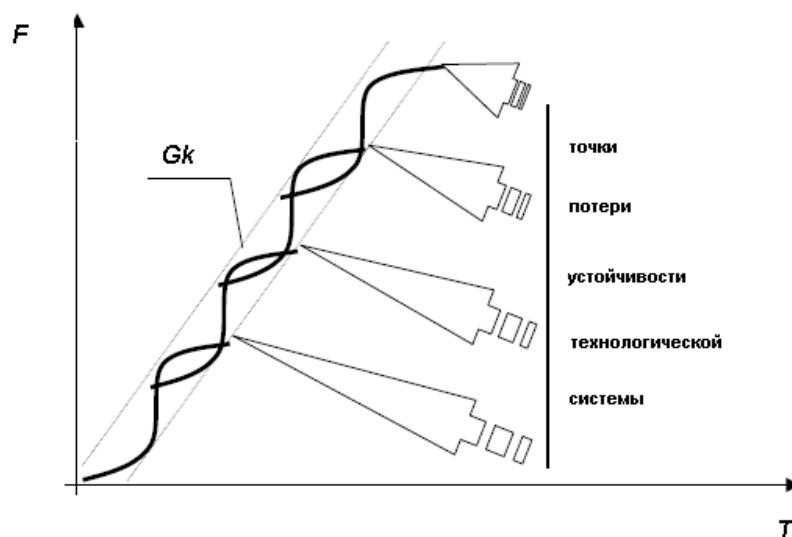


Рисунок 1 – Трубка траекторий устойчивости развития технологической системы [17]

Здесь F – значение целевой функции развития технологии (производственного оборудования), T – время.

Для металлорежущих станков под целевой функцией может рассматриваться некоторая интегральная величина, системно отражающая в форме скаляра производительность, точность, уровень автоматизации, количество выполняемых технологических функций или дополнительных опций.

Модификация технологической системы в рамках постоянного принципа действия, как правило, вызывает ее продвижение вверх по S-

образной кривой, а изменение принципа действия – смену S-образной кривой развития. Исходя из указанной закономерности, можно выбирать момент для переоснащения, когда в оборот уверенно начнет входить новое поколение оборудования. «Уверенно» в данном контексте означает, что это будут не первые еще «сырые» образцы, а вполне совершенные представители нового поколения. Использование образцов, появляющихся вначале восходящего участка S-образной кривой, позволит наиболее полно использовать их эксплуатационный ресурс до появления следующего поколения.

Концепция волнового развития производственных систем позволяет получить аналитическое описание процесса развития машиностроительного производства с помощью последовательной смены S-образных кривых развития и осуществлять управление этим процессом в заданных ограничениях. Эмпирические кривые освоения технологий достаточно точно описываются с помощью решений дифференциального уравнения Ферхюльста¹ [3].

Таким образом, задача технического переоснащения является сложной многоаспектной задачей управления инновационным развитием предприятия, которая включает в себя не только оптимальное распределение объемов финансовых ресурсов по вариантам номенклатуры нового производственного оборудования, но и определение динамики процесса переоснащения, включая приобретение оборудования и выбор момента переоснащения.

Дополнительная сложность возникает в связи с неопределенностью некоторых важных параметров будущей производственно-коммерческой деятельности.

Во-первых, невозможно на перспективу жизненного цикла спрогнозировать рынок спроса на продукцию, которую можно изготавливать на новом оборудовании. Любые оценки сбыта продукции носят необъективный характер и не поддаются достаточно строгому статистическому описанию. Можно проводить технико-экономические

¹ Логистическое уравнение, впервые использованное для описания популяционной динамики.

оценки внедрения новой техники исходя из полной загрузки оборудования, однако, это всего лишь оптимистичная оценка. Ее антитеза может быть получена на основании статистики, планов и прогнозов государственных заказов, но в этом случае наиболее производительное оборудование (оно же и наиболее дорогостоящее) может оказаться низко рентабельным или даже нерентабельным. С подобной проблемой столкнулись сельхозпроизводители, когда выяснилось, что импортные мощные тракторы будут нерентабельны, если их использовать менее 20 часов в сутки и урожайность будет невысокой (в интерпретации для машиностроения – плохой сбыт или низкий спрос на продукцию) [34].

Во-вторых, отсутствуют достоверные эксплуатационных данные, касающиеся нового оборудования – средняя наработка на отказ, среднее время ремонта, приведенные годовые затраты на ремонт (по истечении гарантийного срока), реальное потребление электроэнергии, расходных материалов, инструментов на рубль продукции, а также реальный коэффициент повышения производительности по сравнению с действующим оборудованием.

Последние два фактора для станков, например, вызваны особенностями изготовления различных деталей. Паспортные данные станков недостаточны для точной оценки указанных величин. Производительность зависит от количества операций перемещения рабочего инструмента, смены инструментов, сторон обработки заготовки, количества выборки материала с заготовки, одним словом, от сложности изготавливаемой детали. Расход электроэнергии определяется в основном этими же параметрами, при этом для каждой операции он будет разным в зависимости от величины работы, которую требуется совершить для позиционирования подвижных органов станка и проведения операции преобразования заготовки.

Интересующие данные в отсутствие статистики могут быть получены экспертным путем, либо на основе анализа результатов обработки некоторого эталонного набора деталей.

При этом для принятия решения о выборе варианта технического переоснащения в каждом конкретном случае на приоритетные позиции могут выходить другие параметры и критерии, например, высвобождаемые производственные площади, условия поставки и обслуживания оборудования, благонадежность поставщика.

Глава 2. Методические аспекты обоснования технико-экономической эффективности замены технологического оборудования в контексте стратегического корпоративного менеджмента и контроллинга

§2.1 Методология оценки вариантов замены

2.1.1 Подходы к росту конкурентоспособности

Технико-экономическая эффективность замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств направлена на обеспечение роста конкурентоспособности продукции и услуг за счет развития инновационных тенденций и модернизации имеющейся макро- и микро-инфраструктур высокотехнологичных кластеров.

Собственно замена технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств есть способ повышения качества продукции и услуг за счет принципиального изменения конструктивного базиса производства на основе:

- а) создания бережливой, гибкой системы менеджмента;
- б) модернизации технологических узлов процессов производства за счет повышения их способности к быстрой адаптации к новым требованиям;
- в) ориентации деятельности на каждом рабочем месте на единый результат.

Центральной идеей в приведенном перечне является бережливое производство (lean thinking, lean production) [36]. Это подход к менеджменту качества, обеспечивающий долговременную конкурентоспособность без существенных капиталовложений. Философия бережливого производства основывается на четырех принципах. Первый: всегда думай о заказчике. Второй принцип: главный актив любой компании – это люди. Третий принцип: постоянное усовершенствование, потому что если мы остановимся, то будем терять все, что накопили и достигли прежде. И четвертый принцип: все проблемы возникают и решаются на производственной площадке, а не в кабинетах.

Внедрение производственной системы осуществляется за счет четкого следования главному принципу – любое движение, не приносящее прибавочной стоимости продукта, должно быть исключено. Выделяют и оценивают с помощью показателей семь типов того, что мешает: движение, перемещение, перепроизводство, переработка, товарно-материальные запасы, исправление и ожидание.

При замене технологических цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование необходимыми условиями роста конкурентоспособности продукции и услуг российских высокотехнологичных кластеров являются:

- построение удачной стратегии роста конкурентоспособности продукции и услуг различных высокотехнологичных наукоемких производств и их кластеров, включая определение прорывной стратегической идеи;
- перманентный контроль технико-экономической эффективности сложного производства;
- маркетинговый мониторинг и прогноз динамически сегментированного рынка потребностей в продукции и услугах высокотехнологичных наукоемких производств и их кластеров.

При наличии перечисленных условий формируется соответствующая система менеджмента, управления ресурсами и контроллинга производства.

Здесь следует отметить, что в рассматриваемой в настоящей работе высокотехнологичной наукоемкой сфере формирование указанных условий часто осложняется уникальной особенностью статуса и функционирования этой сферы, а также динамики рынка. Например, для РКП из множества особенностей для формирования этих условий особенно важны следующие:

- элементы космической продукции являются, как правило, с одной стороны, наукоемкими, с другой - малосерийными;
- высокая системная сложность собираемых изделий (космодронов, ракет, спутников, систем связи и пр.) обуславливает необходимость достижения их поэлементной простоты при высоком уровне качества;
- конкурентный производственный статус космического кластера уникальным и мультиплицирующим образом определяет статус иных отраслей всей национальной индустрии России.

С учетом этих особенностей идея роста конкурентоспособности, общая философия действий по развитию конкурентоспособного производства связана, прежде всего, с двумя интенциями:

- кумулятивным сосредоточением ресурсных усилий на ключевых аспектах улучшения состояния дел в космическом производстве;
- обеспечение устойчивой сходимости множества поэлементных результатов реализации производственных процессов к достижению цели роста конкурентоспособности при большой неопределенности исходных данных [36].

Порождение идеи роста конкурентоспособности российской высокотехнологичной сферы, отдельных ее предприятий и производств на мировых рынках может отталкиваться от рассмотрения и синтеза четырех известных подходов к росту конкурентоспособности (см., например, [37]).

Первый подход. Он называется – Ключевые факторы успеха (далее – КФУ). Предприятие может скорректировать сосредоточенность своих ресурсов с целью усиления отдельных достоинств предприятия таким образом, чтобы расширить их распространение на рынке и стать более

прибыльным. Если предприятие сосредоточит свои усилия на тех же факторах, что и конкуренты, шансов быть более конкурентоспособным в настоящее время будет мало для изменения его позиции на рынке в лучшую сторону. Усилия и ресурсы необходимо сконцентрировать в определенной области характеристик продукции, где предприятие видит возможность получения преимущества по сравнению с конкурентами. При этом предприятие не меняет сегмента рынка, а только расширяет там свое присутствие.

Второй подход. Он называется – Относительное превосходство. В нем предприятие получает конкурентные преимущества, используя в своих интересах любые различия в конкурентных условиях в отношении с другими предприятиями. В этом случае задача может быть поставлена в двух вариантах: а) использовать технологию того из своих продуктов, которые не конкурируют прямым образом с продукцией основного конкурента; б) использовать иные любые отличия от конкурентов в композиции своих активов.

Третий подход называется – Агрессор. Если конкуренция осуществляется в стагнирующем, слаборастущем секторе, то преимущество может принести смена ключевых факторов успеха, с помощью которых конкурент получил свое преимущество. Здесь могут быть рекомендованы такие решения, как смена правил рыночной игры, изменение статус-кво и достижение тем самым новых и мощных преимуществ.

Четвертый подход – Стратегия свободы действий. Даже в условиях острой конкуренции и напряженной конкурентной борьбы преимущество может быть получено при развертывании политики инноваций. Эти инновации могут быть получены за счет выхода на новые рынки или продвижения новых продуктов. Эти действия связаны с активными инициативами в областях, которые еще не тронуты конкурентами.

Все эти стратегии объединяет главный принцип – избегать делать те же вещи, что делают конкуренты, уходить от повтора.

2.1.2 Составляющие технико-экономической эффективности

Перечисленные четыре подхода определяют совокупность основных составляющих технико-экономической эффективности – их три [38, 39]. Первая – идеологическая – составляющая технико-экономической эффективности, непосредственно способствуют формированию миссии производства, заставляют максимально полно и целостно (холистично) рассматривать любой процесс производства. Без ее определения любые оценки и расчеты технико-экономической эффективности процессов производства будут носить недостоверный и фрагментарный характер. Холистичность первой составляющей технико-экономической эффективности может быть охарактеризована на основе использования следующих критериев:

- миссия, видение, главная цель, дерево целей;
- сегменты потребителя, направления продуктовой политики;
- доверие к компании со стороны потребителей;
- качество: удовлетворенность в услугах и себестоимость продукции;
- целостность, внешнее и внутреннее как целое;
- имидж, привлекательность руководителя как лидера;
- имидж и бренд предприятия;
- политика, взаимодействие с органами власти, акционерами;
- постановка рекламной деятельности.

Вторая составляющая технико-экономической эффективности любой модернизации, инновации, технологического процесса, к которым относится оцениваемая замена цепочек изготовления изделий связана с правильностью и адекватностью постановки менеджмента процесса производства в сравниваемых случаях [40]. Она характеризуется такими критериями, как:

- постановка планирования;
- наличие системы организационного структурирования;
- степень внедрения проектного, процессного подхода;
- наличие системы адаптации, реинжиниринга;
- наличие развитой системы бюджетирования;

- наличие системы контроллинга (стратегического и операционного);
- наличие информационной системы управления ресурсами и знаниями;
- организация работы с персоналом, набор и обучение кадров;
- оценка балансовой стоимости объекта модернизации предприятия.

При замене технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств перечисленные составляющие могут иметь различное значение. Оценить их относительную важность, проранжировать по важности можно преимущественно только экспертными методами путем парного сравнения по отношению к главной цели, миссии, видению.

Третья составляющая технико-экономической эффективности связана с репутационными оценками процесса. Эффективность новой технологии определяется не только успешным использованием того или иного регламентированного менеджериального инструмента. Крайне важно правильно использовать репутационные атрибуты, командный дух, лидерскую атмосферу в коллективе. Нужна оценка неформализуемой взаимосвязи, коммуникационного взаимодействия, взаимовлияния между атрибутами менеджмента [41]. Взаимосвязь — это фактор мотивационного влияния. Предприятие, его технологические процессы эффективно работают тогда, когда они умеют сочетать различные организационные особенности и различные атрибуты, дополняя в определенных пропорциях одни другими, например, некоторый вид мотивации сотрудников можно связать с организационно-функциональной структурой управленческой иерархии, документированный регламент работы — с ответственностью сотрудников. Тогда, третья составляющая сравнительной оценки технико-экономической эффективности нового процесса может быть определена через оценку следующих критериев:

- нематериальные активы, деловая репутация, гудвилл;
- корпоративная идея, эмоциональный потенциал;

- креативность команды, коллектива;
- корпоративная культура и этика;
- атмосфера лидерства;
- пространство доверия в спонтанных трудовых созвездиях;
- работа доставляет удовольствие;
- система управления мотивацией;
- вера, воля, амбиции.

Если при замене станочных цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств менеджмент поставлен и новые технологии функционируют с учетом сбалансированных значений перечисленных критериев, то новый процесс, а вместе с ним и предприятие, получают существенные конкурентные преимущества за счет появления следующих возможностей:

- обеспечивается рост устойчивости развития предприятия, и, как следствие, его капитализации;

используются для разрешения проблем исходные данные из смежных областей знаний даже тех, с которыми предприятие никогда не имело прежде дела;

- организуется автоматизированный мониторинг ситуации, следя не только за динамикой изменения отдельных факторов, но и за комплексной динамикой прогнозов своих решений;

- формируется атмосфера доверия, руководитель доверяет решение большего числа управленческих вопросов по реализации процесса сотрудникам;

- ускоряется принятие решений по сложным управленческими проблемам;

- обобщаются знания коллективов экспертов и быстрее накапливается ценный опыт управления;

- обеспечивается создание лидерской атмосферы, процесс принятия управленческих решений делается прозрачным и понятным для сотрудников;

- обеспечивается синергия, сходимость реализации отдельных бизнес-процессов к нечетко заданным целям;

- сформируются мотивационные рейтинги сотрудников, подразделений, цехов и т. д.

2.1.3 Общая типология оценочных показателей

Для проведения оценок значений показателей, характеристик или критериев при обосновании технико-экономической эффективности замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств могут быть выделены следующие основания для классификации показателей:

- прямые – косвенные – показатели, непосредственно характеризующие область измерения технологий (прямые: отношение стоимости потребления продукции предприятия к общей емкости глобального рынка; косвенные: сумма инвестиций в разработку нового процесса косвенно характеризует мощность процесса;

- качественные – количественные – показатели, качественно или количественно характеризующие оцениваемый аспект программы по развитию процесса (качественные: оценивают характер влияния или показывают свойство оцениваемого аспекта; количественные: оценивают силу влияния или выраженности оцениваемого аспекта; как правило, качественная оценка находит количественное выражение в шкальных оценках экспертов);

абсолютные – относительные – показатели, характеризуют общее, абсолютное значение измеряемой величины, либо отношение этой величины, к какому-либо основанию (абсолютные: количество потребителей продукции, реализуемой с помощью процесса; относительные: отношение количества потребителей продукции, реализуемой с помощью процесса, к общему числу потребителей продукции, выпускаемой предприятием);

- шкальные – структурные – показатели, классифицируются по способу оценки (шкальные: характеризуются наличием измеримой шкалы значений, например, от 1 до 10, или просто денежное выражение; структурные: есть дискретный набор качественных значений показателей, например, «способ маркетинга» – Интернет-маркетинг, панельные исследования, фокус-группа т.п., при этом сами дискретные значения показателя могут являться предметом количественной оценки);

- систематические – случайные – характеризуются проявлением оцениваемых признаков (систематические: существует закономерность появления признака; случайные: предсказать появление оцениваемого признака затруднительно, например, специфический выход из строя специального оборудования).

2.1.4 Управление, ориентированное на результат

Замена технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств осуществляется в контексте все большей реализации известного принципа управления, ориентированного на результат. Общие принципы и предпосылки к применению такого подхода следующие.

Можно, прежде всего, вычлени ряд характерных особенностей таких проектов, отличающих их от стандартных объектов применения проектной методологии:

- проект не самодостаточен, как в отношении «входа» (предпосылки, условия реализации, подготовка), так и в отношении «выхода» (результаты, последствия);

- последствия реализации проекта важнее, чем непосредственный его результат;

- глобальная цель проекта выходит за его непосредственные рамки;

- завершение проекта не обрывает его «действие»;

- осуществление проекта требует отслеживания изменений, лежащих вне рамок самого проекта;

- многие параметры оценки проекта являются скорее качественными, нежели количественными;

- проект зачастую строится от «выхода» (потребности) путем синтеза проектной траектории до «входов»;

- специфика проекта почти всегда требует пересмотра рабочих планов по ходу проекта (гибкость).

Таким образом, традиционное управление проектами, базирующееся на процессном подходе, образует только «управленческую базу» построения проектов стратегических преобразований.

Управление по результатам служит функциональной надстройкой над количественными и ограниченными рамками известных методик традиционного управления проектами. Такой подход обладает рядом отличительных особенностей, позволяющих ему адресоваться к основным вопросам и проблемам корпоративных систем высокотехнологичных производств и их кластеров, в т. ч.:

- учет участия лиц, вовлеченных в проект, позволяет улучшить планирование и внедрение проекта за счет использования мнений широкого круга лиц;

- построение логической диаграммы проекта - схемы, показывающей связь между затратами, деятельностью, достижением краткосрочных задач, среднесрочных и долгосрочных результатов (также именуемых последствиями);

- рассмотрение внешних факторов, способствующих или препятствующих прогрессу проекта согласно этой схеме;

- определение качественных и количественных показателей и методов сбора информации для определения прогресса проекта;

- надежная система отчетности представляет всем участникам проекта возможность получения достоверной информации о ходе достижения

результатов проекта на основе использования высоко эффективной системы отчетности по выполнению проекта;

- устойчивость – при небольших изменениях исходных данных, поступающих извне, технология меняется незначительно;

- амбициозная эволюционность – первые показатели эффекта появляются сразу после начала внедрения нового подхода, при этом рост качества становится постоянным;

- гибкость – особенно важно, что план работ по внедрению проекта и его выполнение не являются застывшими; он постоянно изменяется под влиянием внешних причин и результатов работ, полученных участниками проекта.

2.1.5 Цепь результатов

Основой понимания методологии управления по результатам служит цепь результатов (рисунок 2), которая соединяет входы (показатели затрат на производство) и долгосрочные результаты (показатели последствий). Цепь результатов показывает, что в каждом проекте существует связь между причинами и результатами. Входы и работы затрагивают в основном аспекты управления, в то время как краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные результаты относятся к краткосрочным, среднесрочным и долгосрочным воздействиям и изменениям, вызванным проектом.

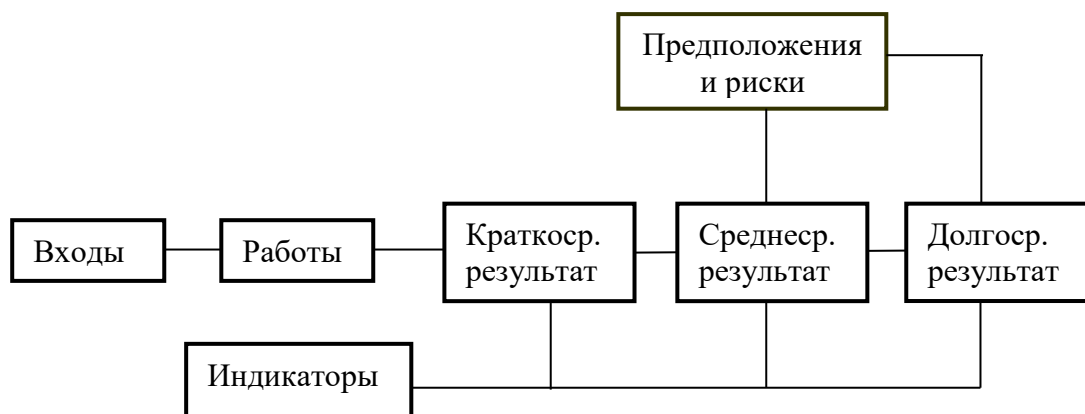


Рисунок 2 - Цепь результатов

Метод управления процессами по результатам принципиально отличается от традиционных методов управления, устанавливающих зависимость между затратами на производство и деятельностью, с одной стороны, и непосредственными результатами проекта, с другой. Этот метод уделяет особое внимание долгосрочным результатам и последствиям. Пояснения к компонентам схемы на рисунке 1 представлены ниже.

Входы (ресурсы): человеческие, организационные и физические ресурсы, прямо или косвенно выделенные сторонами проекта, процесса.

Работы (деятельность): все работы, организованные и проводимые персоналом проекта, включая координацию и поддержку выполнения. Как правило, проекты включают в себя десятки или сотни различных видов деятельности.

Краткосрочные результаты (выходы) - первые результаты проекта, на которые непосредственно влияет менеджер проекта и его команда. Логическое следствие деятельности по проекту: большинство краткосрочных результатов непосредственно связаны с одним видом деятельности. Как правило, число краткосрочных результатов и видов деятельности должно приблизительно совпадать. Краткосрочные результаты могут быть выражены количественно, а также содержать качественные изменения и указывают на потенциал деятельности. Часто такой потенциал создается определенной группой людей, которые непосредственно участвуют в работах (например, участников учебной программы). Иногда такой потенциал выражен определенным продуктом (например, разработка правил подачи документов или создание плаката).

Среднесрочные результаты (результаты) – вытекают из краткосрочных результатов и указывают на их потенциал. Обычно среднесрочные результаты достигаются в ходе проекта и являются логическим следствием комбинации краткосрочных результатов. Среднесрочные результаты невозможно полностью контролировать, поскольку они находятся вне сферы влияния проектного менеджера и подвержены внешним факторам. В то же время

чрезвычайно важно приближаться к этим результатам, что влечет за собой важные изменения, являющиеся целью работы.

Среднесрочным результатам соответствуют цели проекта.

Долгосрочные результаты (последствия) – обычно описывают непосредственные изменения, вызванные проектом в целом. Долгосрочные результаты указывают на основную цель работы и объясняют ее важность, являясь логическим следствием комбинации краткосрочных и среднесрочных результатов. В идеальном случае долгосрочные результаты удовлетворяют следующим условиям: 1) они вдохновляют людей к достижению определенной цели; 2) на определенном этапе в будущем проект вызовет эти последствия.

Долгосрочным результатам соответствует миссия проекта.

Риски и предположения – в конечном счете план проекта основан на серии предположений и подсчете риска. Предположения - условия, необходимые для запланированного прогресса проекта. Риски - вероятность отсутствия этих условий. Величина риска определяется расчетом, а для небольших проектов основана на интуиции. Риск определяется на основе всех способствующих и препятствующих факторов. Риск может быть низким, средним или высоким.

Индикаторы (показатели) – подтверждение/доказательство прогресса проекта. Определение индикаторов, которые предоставят проекту точную информацию, - сложная задача, которая обычно решается методом испытаний и корректировки ошибок. Индикаторы должны предоставлять надежную информацию, которую легко собрать и можно использовать для принятия административных решений.

Показатели результатов играют важнейшую роль в осуществлении и реализации практического управления по результатам. Именно благодаря показателям результатов и постоянному отслеживанию данных по показателям, становится возможным реализовать максимальную гибкость структуры. Так, в конце каждого отчетного периода долгосрочной программы

проводится отслеживание реализации результатов всех трех уровней и в соответствии с полученными характеристиками показателей вносятся соответствующие изменения на уровне ресурсов, работ или результатов любого из трех уровней и самих показателей.

Индикаторы могут быть использованы в любой точке цепи результатов. Они могут относиться к фактическому достижению результата (цели), к текущей ситуации, которую стараются изменить партнеры (базовый план), или к прогрессу/процессу (годовые цели, промежуточные «вехи»).

Применение индикаторов (показателей) может стать тщательно разработанной процедурой, требующей большой нагрузки. Использование большого числа индикаторов не имеет смысла. Главная проблема в выборе индикаторов – факты, которые должны быть достоверными, а не точность измерений. Большой объем информации скорее смущает, чем помогает сосредоточить внимание. Лучше получить приблизительные ответы на несколько важных вопросов, чем точные ответы на несущественные.

Главное требование к индикаторам - полное значимое охватывание ключевых изменений или результатов. Это достигается путем комбинирования валидности оценок с практической применимостью и возможностью отслеживания.

Для оценки прогресса по отношению к результату требуются разные типы индикаторов. В рамках управления по результатам могут быть использованы три типа индикаторов:

- индикаторы состояния (воздействия или долгосрочных результатов), которые дают картину того, происходят ли на самом деле изменения развития;
- индикаторы среднесрочных результатов, которые оценивают достижения и успехи относительно изначально планируемых среднесрочных результатов;
- индикаторы краткосрочных результатов, которые оценивают достижения относительно конкретной операционной деятельности.

Индикаторы состояния дают общую картину статуса развития. Они наиболее полезны для руководства, т. к. показывают уровень, на котором менеджеры данной категории взаимодействуют с партнерами и вырабатывают стратегию.

2.1.6 Точки отсчета индикаторов

Главное требование при выборе индикаторов – найти измерения, способные охватить ключевые изменения, соединяя то, что действительно имеет отношение к оценке желаемого результата с тем, что реально сделано на практике в сроки сбора информации.

SMART – акроним, суммирующий ключевые критерии к выбору индикаторов, задающие вопрос «является ли индикатор определенным (S), измеримым (T), достижимым (A), уместным (R) и прослеживаемым (T)?»

Определенный индикатор:

- точно известно, что именно измеряется;
- охватывает ли индикатор решение ожидаемого результата;
- достаточно ли индикатор конкретен для измерения прогресса по отношению к результату?

Измеримый индикатор:

- являются ли изменения поддающимся проверке?
- покажет ли индикатор изменения?
- достоверны ли измерения?
- как и на что повлияют изменения?
- согласны ли партнеры с объектом измерения?

Достижимый индикатор:

- какие изменения ожидали?
- реальны ли результаты?

Уместный индикатор:

- охватывает ли индикатор ожидаемый результат?
- уместен ли индикатор для указанных результатов всех трех категорий?

Чтобы оценить уместность индикатора, идентифицируются целевые группы, их потребности и ожидания.

Прослеживаемый индикатор:

- пригодна ли информация для работы?
- известны ли источники информации? должны быть введены реалистичные механизмы и возможности для сбора информации;
- существует ли план мониторинга?

Ни один индикатор не может полностью удовлетворять всем критериям. Выбор индикатора обусловлен практичностью. Выбор индикатора - повторяющийся процесс, строящийся на объединении усилий программных менеджеров и партнеров. Процесс выбора индикаторов – многоступенчатый. Он включает в себя планирование и оценку каждой ступени и, наконец, составление плана мониторинга производственного процесса, проекта.

Для индикатора требуется точка отсчета, или базис, цель и временные рамки для того, чтобы данный индикатор мог быть полезным при проверке результата. Это делает возможным демонстрацию изменений на протяжении времени. Точка отсчета показывает ситуацию перед началом деятельности и является отправным пунктом для наблюдения за результатами. Цель – результат, который требуется получить. Между точкой отсчета и целью может быть несколько этапов, которые отражают промежуточные результаты. Временные рамки имеют отношение к наблюдениям, произведенным в определенное время или период времени. В диаграмме, приведенной на рисунке 3, целью является увеличение доступа сотрудников к информации о проекте. Так, процент имеющих доступ может показать индикатор результата. Чтобы проверить результаты, можно начать с точки отсчета 65%, допущенных к информации в 2015 г. и цели – 90% – в 2017 г. Можно установить, что 70% – хороший результат для конца 2007 г., а 75% – для конца 2008 г.

В идеальном случае точка отсчета должна быть оценена и согласована с заинтересованными участниками на этапе формулирования проекта. В

некоторых случаях возможно приблизительно установить ее на основе данных времени начала программы, возможно из первых годовых отчетов.



Рисунок 3 - Индикатор доступа к информации

Когда источники получения данных по первоначальным условиям отсутствуют, все еще возможно получить данные относительно изменений, произошедших со временем. Когда невозможно установить единственное значение изменения, за точку отсчета можно принять настоящий момент, это, по крайней мере, учтет оценку изменения в будущем.

2.1.7 Оценки преимущества замены оборудования

Индикаторы оценки технико-экономической эффективности замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств при большом количестве преимуществ: легкость конструирования, быстрота адаптации, эффективность отдельных узлов, всеобъемлющий сбор информации, контроллинг и т. д., могут иметь недостаток - они не всегда отражают достоинства, конечную результативность эксплуатации системы для всей организации.

Экономическая эффективность замены оборудования на предприятии может определяться:

- разницей между заявленной и реальной трудоемкостью работы;
- экономией ресурсов (простой людей, материальных запасов) в результате оптимизации процесса обеспечения ресурсами;
- изменением скорости прохождения событий на тех же ресурсах;

- более оперативной реакции на рыночные и внутриотраслевые события (например, при изменении цены конкурентов в течение короткого времени изменить цены своих поставщиков);

- увеличением инвестиционной привлекательности за счет более строгого контроля за использованием ресурсов;

- увеличением мотивации за счет внедрения трансфертных цен и разделения балансов компании;

- большими вычислительными возможностями по обработки больших массивов информации;

- более полным использованием бизнес-возможностей за счет мониторинга среды и эффективности процессов.

При изменении акцентов в понимании перечисленных показателей ряд из них явно может быть использован в организациях различных отраслей. Большинство показателей являются измеримыми в количественных выражениях и могут быть рассчитаны в процессе внедрения.

При этом важнейшим компонентом измерения эффективности замены оборудования являются достигнутые результаты в осуществлении главной цели. Цель определяет основные критерии оценки действий. Ее показатели, как правило, являются качественными, не поддающимися строгой количественной оценке. Фокус процесса находится на информации, необходимой для выбора и обеспечения стратегических направлений развития. На этом уровне осуществляется увязка стратегии развития нового оборудования и построенного на нем производственного процесса с общей стратегией предприятия.

Ключевыми вопросами высших руководителей на этом уровне являются:

- обеспечивают ли расходы на замену оборудования необходимый уровень возвратности инвестиций?

- существуют ли квантифицируемые улучшения в эффективности осуществление миссии?

- приносят ли расходы на замену оборудования ожидаемые результаты?

- являются ли приоритеты инвестирования нового оборудования увязанными с приоритетами предприятия в целом?

- внедряется ли одобренная технологическая архитектура в соответствии с графиком и с минимальными издержками?

- существует ли активная система обеспечения запланированных выгод, стоимости и графика?

- существует ли стратегический план развития нового оборудования, явным образом увязанный с функциональным, программным и общеорганизационным стратегическими планами?

Одной из характерных особенностей количественного измерения эффективности нового оборудования на уровне предприятия, является то, что измерение возможно, только если есть зафиксированная цель, относительно которой существует консенсус, а согласие может быть быстро достигнуто методом проведения стратегического совещания с подключением внешних экспертов. Увязка нового проекта с целями и задачами предприятия повышает вероятность, что результаты внедрения нового оборудования внесут вклад в его достижения. Соответственно, такая увязка повышает способности предприятия по измерению вклада нового оборудования в достижение цели.

При этом необходимо иметь в виду, что цель и место проведения оценки возможности/невозможности использования бизнес-критериев при построении системы показателей - это углубление понимания грани между показателями бизнес-оценок и государственных оценок, как на отраслевом уровне, так и на всероссийском.

§2.2 Измерение эффективности замены оборудования

2.2.1 Иерархия показателей оценки эффективности замены оборудования

Для осуществления сравнительной оценки эффективности замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование показатели

выстраиваются в иерархическую структуру, представленную на рисунке 4, на котором цифрами обозначены показатели, перечисленные в п. 2.1.2.

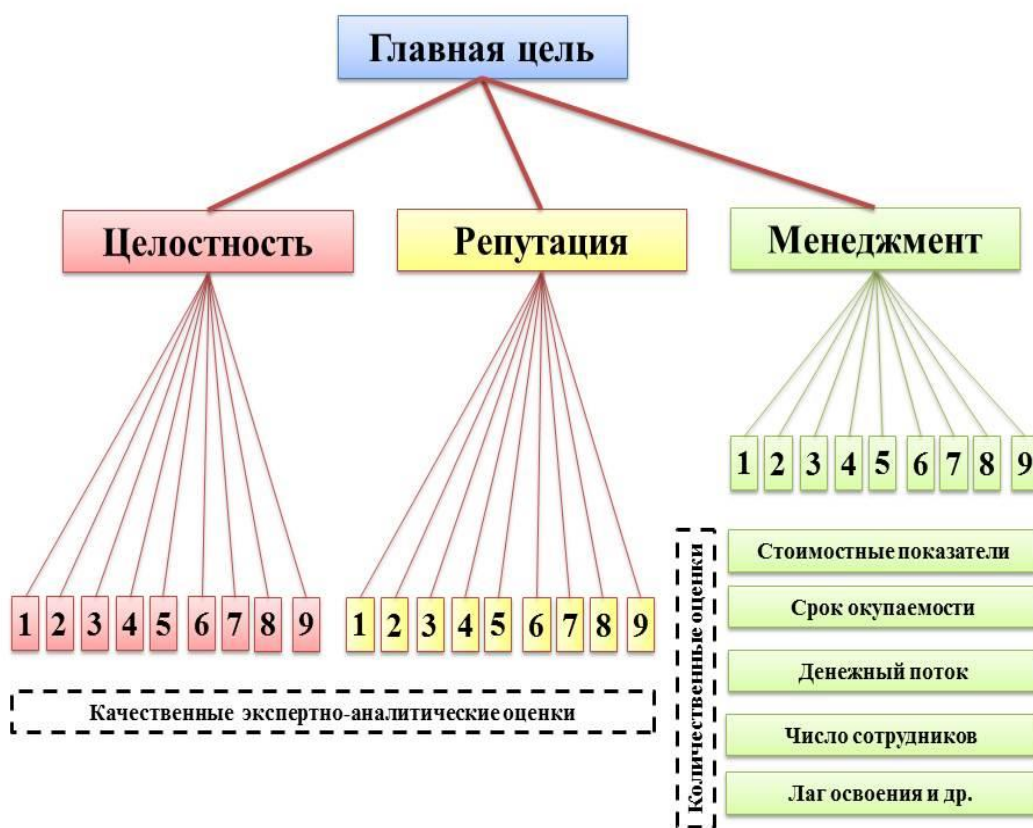


Рисунок 4 - Иерархия показателей оценки эффективности

2.2.2 Особенности областей измерения эффективности замены оборудования

Сбор данных об эффективности имеет смысл только, если их можно с чем-то сравнить. Обзор по типам значений показателей эффективности может быть представлен в виде таблицы 3.

Для более точного определения характера оценки показателей можно выделить особенности различных областей измерения эффективности. Так, в качестве основных и имеющих свои особенности областей измерения эффективности замены оборудования могут быть выбраны семь областей показателей, включая комплексную, которые кратко описаны ниже.

- 1) Область «Цели» (главная цель)

Эта область предназначена для поддержки определения вклада выходов деятельности предприятия, проектов, деловых процессов и нового оборудования во всю деятельность вплоть до стратегических целей и для поддержки наиболее полной оценки эффективности деятельности предприятия.

Таблица 3 - Типы значений показателей эффективности

<i>Тип значения</i>	<i>Примеры показателей</i>
Показатели эффективности	Типичный показатель эффективности должен включать в себя несколько составных частей. Так, показатель эффективности должен: <ul style="list-style-type: none"> - описывать предмет измерения; - описывать используемые метрики, шкалы и единицы измерения (часы, рубли); - описывать формулы, применяемые для вычисления. Примеры: Процент А в сравнении с Б, Среднее время между ошибками, в мин. Стоимость поддержки системы за год, руб. Кроме того, показатель эффективности должен включать описание условий, при наступлении которых осуществляется измерение и условий произведения измерения. Пример: Снятие значения показателя убытков происходит в случае, если сбой системы продолжается более чем на 12 часов; единица измерения – рубли
Стандартные значения эффективности	Стандартные значения эффективности представляют собой значения имеющейся эффективности. Стандарты эффективности должны быть зафиксированы по каждому из применяемых показателей
Целевые значения эффективности	Значение эффективности, которые должно быть достигнуто в ходе реализации проекта (включая за какой срок)
Пороговые значения эффективности	Максимальные отклонения конечных значений целевых показателей эффективности, до которых считается, что проект реализована удовлетворительно
Значения эффективности для сравнения	Значения эффективности для сравнения – это значения показателей эффективности, которые имеют организации-лидеры. Данные значения могут использоваться для сравнения эффективности конкретной организации с лучшими и выработки перспективных показателей эффективности

Показатели целей (показатели эффективности с их значениями в этой области) будут представлять собой те интегральные конечные эффекты, которые выражают достижение каждой стратегической цели.

Показатели цели, таким образом, выполняют две функции:

- раскрывают, что же собственно понимается под общей словесной формулировкой стратегической цели на данном периоде планирования, причем в виде таких параметров, которые могут быть измерены тем или иным образом;

- устанавливают те значения этих параметров, которые должны быть достигнуты в конце периода планирования.

2) Область «Результаты решения задач, связанных с применением оборудования»

Эта область предназначена для непосредственной поддержки оценки эффективности деятельности организации в области применения оборудования, в частности, в сфере выполнения значимых для достижения стратегических целей проектов. Однако в этой области рассматриваются суммарные полезные результаты, получаемые за счет оказания услуг и задач предприятия (вспомогательных стратегий, проектов), связанных с применением оборудования и решаемых для достижения стратегических целей. Формируемые показатели называются показателями результативности.

Для описания этой области важным является выделение всех тех целей и функций предприятия (проекта), для выполнения которых существенным является оказание услуг и выполнение проектов (в широком смысле). В первую очередь рассматривается:

- оказание услуг как внешним, так и внутренним пользователям, а также выработка продуктов;

- выполнение проектов и проектов реинжиниринга бизнес-процессов.

При этом различаются и отдельно описываются задачи и результаты регулярной деятельности и задачи выполнения целевых проектов с их результатами.

3) Область «Финансовые результаты»

Область «Финансовые результаты» рассчитана, в первую очередь, на предприятия коммерческого сектора (частные, смешанные и др.). В этой области рассматриваются показатели результативности как индикаторы

экономических результатов деятельности предприятия, которые характеризуются, с одной стороны, выгодностью его деятельности по продаже продукции и услуг, а с другой – экономией затрат и обдуманном оптимальным планированием и распределением инвестиций.

Показатели результативности в этой области делятся на следующие категории:

- рост доходов и расширение рынков сбыта;
- сокращение издержек;
- показатели капитализации (рост стоимости организации);
- оптимизация распределения инвестиций.

Область «Финансовые результаты» является одной из наиболее важных областей характеристик деятельности предприятия и одной из основных для коммерческих организаций высокотехнологичной сферы. Выполнение грамотной финансовой политики – обязательное условие самого существования организации. Показатели этой области должны характеризовать необходимый баланс между разумным расходом средств и развитием предприятия, направленным на достижение успешных финансовых результатов и устойчивости деятельности в будущем.

4) Область «Качество продукции и услуг»

В этой области рассматриваются характеристики выходных продуктов - изделий, услуг - и способов их доведения до потребителей. Характеристики определяются в непосредственной связи с потребностями и оценками самих потребителей или их групп. Все они отнесены к показателям активности (показателям непосредственных результатов оказания отдельной услуги).

Среди показателей этой области находятся показатели, которые с точки зрения отдельных пользователей могут рассматриваться как показатели результативности. Вместе с тем для предприятия в ряде случаев оценки результативности отдельными или даже всеми пользователями могут оказаться недостаточными для получения результата деятельности предприятия или реализации процесса на новом оборудовании. Требуется

оказывать множество качественных услуг в течение значительного времени или предоставлять качественный продукт на постоянной основе и достичь того, ради чего оказываются эти услуги или предоставляются продукты. Поэтому все показатели этой области могут быть отнесены к показателям активности предприятия, использующего новое оборудование. Для показателей активности в этой области могут быть предусмотрены следующие категории:

- удовлетворенность предоставлением продукта/услуги (получаемых пользователем каждой группы/категории);
- сфера охвата продуктом/услугой;
- доступность продукта/услуги;
- своевременность и время доставки;
- качество обслуживания и ответственность;
- адекватность ассортимента.

5) Область «Параметры процессов»

В этой области рассматриваются не услуги и не их пользователи, а характеристики тех бизнес-процессов, посредством которых продукты или услуги (или иные выходы) могут быть получены и доведены до пользователей с применением нового оборудования.

Для описания этой области существенным является наличие в модели предприятия и явное выделение тех его функций, для выполнения которых предназначен новый процесс. Целесообразно описывать не просто старый бизнес-процесс, а его планируемые параметры, которые могут быть получены за счет замены старых технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств.

Для показателей активности предприятия в этой области предусмотрены следующие категории:

- экономическая эффективность процесса;
- производительность/продуктивность и время выполнения процесса;

- качество и обратная связь от пользователей;
- безопасность и защита процесса;
- постоянное совершенствование процесса и управления им;
- прозрачность/подконтрольность бизнес-процесса.

6) Область «Параметры оборудования»

Эта область характеризует свойства нового оборудования и его эксплуатации, которые существенны для выполнения бизнес-процессов и использования непосредственными пользователями.

Для показателей активности предприятия в этой области могут быть предусмотрены следующие категории:

- показатели экономической эффективности;
- качество реализации;
- продуктивность/производительность;
- надежность;
- доступность и защита;
- удовлетворенность непосредственных пользователей.

7) Комплексная область «Направления вклада нового оборудования»

Комплексная область - это совокупность условных линий, соединяющих снизу вверх ресурсы предприятия, бизнес-процессы, поддерживаемые новым оборудованием, выходы, получаемые пользователями этих процессов, результаты (в том числе финансовые), получаемые благодаря функционированию этих процессов, и, наконец, стратегические цели предприятия. Так, в области «Параметры оборудования» фиксируются и описываются связи, определяющие вклад показателей указанных выше категорий параметров нового оборудования в обеспечение параметров бизнес-процессов, определяется и оценивается характер этого вклада.

На каждой такой линии определяется вклад нового оборудования (и других ресурсов) в достижение конечных целей. Вклад и его характер фиксируются указанием доли использования или оценкой в условных, качественных единицах (баллах).

Комплексная область «Направление вклада нового оборудования» является важнейшим инструментом анализа эффективности деятельности предприятия. Она может использоваться, например, для:

- уточнения пределов допустимой стоимости некоторых проектов или бизнес-процессов регулярной деятельности (например, обслуживания пользователей), перераспределения средств между статьями расходов;
- обеспечения процесса составления технико-экономического обоснования проекта или подпроекта;
- поддержки обоснования заявок на выделение бюджетных средств;
- обоснования и анализа тендерных предложений на выполнение некоторого проекта;
- формирования обоснованного портфеля проектов организации.

2.2.3 Экспертные оценки качественных показателей

Как было показано выше, при замене технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств показатели оценки могут быть количественными и качественными. При этом показатели могут характеризовать, как внешнюю, так и внутреннюю сферу нового производства.

Наибольшую трудность представляет проведение оценок качественных характеристик. Здесь необходимо использовать возможности экспертно-аналитической подсистемы и работы с проведением анкетных опросов экспертов по шкалам в сочетании с методом анализа иерархий и парных сравнений [42, 43].

Проведение анкетного опроса экспертов по открытому или закрытому набору вопросов с заданием по каждому вопросу оценочных (семантических, градуированных) шкал осуществляется в следующем порядке:

- формирование запроса экспертам путем сопоставления каждому индикатору, показателю, критерию соответствующего вопроса;

- составление балльных порядковых шкал в структуре «Название шкалы - Наименование деления шкалы – Балл – Пояснение (комментарий)», поясняющих содержание вопроса;

- подбор соответствующей группы экспертов. В отдельных случаях проведения экспертного опроса может потребоваться участие порядка 5 экспертов;

- рассылка формализованного вопроса со шкалами экспертам с уведомлением, обеспечивающим гарантированную доставку;

- проведение вопросов и балльная оценка ситуации экспертами, отправка результата в базу данных;

- автоматическое обобщение результатов балльной оценки по шкалам с применением метода анализа иерархий или вычислением среднего;

- просмотр результатов экспертизы и автоматического обобщения балльных оценок;

- автоматизированный подбор наиболее полезного варианта презентации результата обобщения балльных оценок на 2-мерной гиперплоскости, координатами которой может являться любая пара шкал, а значениями – выбранные куратором балльные оценки различных экспертов;

- обобщение содержательное (с использованием метода анализа иерархий) результатов экспертизы;

- просмотр результатов экспертизы.

Задание запроса экспертам для проведения оценок параметров может быть проведен в форме просьбы заполнить анкету:

В каждую ячейку приведенных таблиц занесите оценки по следующей «школьной» шкале:

Шкала уровня	<<< Выше <<<				<*>	>>> Ниже >>>				Затрудняюсь ответить
	Абсолютный	Очень высокий	Высокий	Выше среднего	Средний	Ниже среднего	Низкий	Очень низкий	Пребрежимо малый	
Оценки	5-	4+	4	4-	3+	3	3-	2	1	X

Если оценивается уровень чего-либо, то оценка должна отражать не личное отношение к поставленному вопросу, а знание о предмете оценки.

В случае, если уровень средний - оценка «3+», если ответ «затрудняюсь» — «X». Удобно по столбцу поставить высшую (не всегда «5-») оценку, затем — низшую (не всегда «1»), после чего — промежуточные оценки.

Просьба обращать внимание на различие в оценках соседних ячеек таблицы. Маловероятно, чтобы они были одинаковы».

При проведении сравнительных оценок различных показателей, находящихся на одном уровне иерархии (см. рис. 4), по отношению к критерию, находящемуся на более высоком уровне иерархии, целесообразно применять оценки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 - Шкала относительной важности при парном сравнении

<i>Степень предпочтения</i>	<i>Определение</i>	<i>Объяснение</i>
0	Независимы	Эксперт затрудняется ответить
1	Равная важность (значимость)	Имеют одинаковую важность
2	Некоторое (слабое) предпочтение значимости	Разница в важности равна 1 баллу
3	Сильное предпочтение значимости	Разница в важности равна 2 баллам
4	Очень сильное предпочтение значимости	Разница в важности равна 3 баллам
5	Абсолютное предпочтение значимости	Разница в важности равна 4 баллам

При проведении сравнений основным элементом для представления интенсивности взаимовлияния объектов является матрица парных сравнений. Объекты, находящиеся на одном уровне иерархии, обладают одинаковыми наборами показателей. Значения этих показателей для каждого объекта различные. Конечной целью сравнения объектов является - выяснить их рейтинг среди рассматриваемого множества, причем, рейтинг стремятся получить в виде количественной индивидуальной оценки. Решение задачи осуществляется снизу вверх. Сначала рассматривают объекты, находящиеся на самом нижнем уровне иерархии (эксперты, альтернативы, критерии, факторы и др.) и попарно сравнивают друг с другом. При сравнении пары

объектов эксперт стремится установить насколько один объект лучше (хуже) другого, что выражается установлением количественной оценки. Просмотрев все сочетания возможных пар объектов, и установив между ними оценки взаимного влияния, эксперт получает матрицу парных сравнений.

Для построения шкал в аналитических структурах должно быть предусмотрено создание и ведение баз данных:

- типовых концептуальных моделей системы оценок;
- типовой набор семантических шкал (не менее 20 шкал);
- концептуальная математическая модель для сравнительного и кластерного анализов вариантов выбора оборудования;
- методика анализа причин и последствий влияния факторов на развитие проблемных ситуаций при замене оборудования и др.

Представление результата экспертизы должно предоставлять возможность видеть все перечисленные реквизиты от всех экспертов, обеспечивать составление самостоятельного обобщения по каждому реквизиту. Представление результата экспертизы должно также предоставлять возможность задавать способ обобщения (среднее, или по методу анализа иерархии) и форму представления для Руководителя результатов шкальных оценок.

Окончательное представление результата экспертизы осуществляется по мере поступления ответов экспертов. Руководитель должен иметь возможность увидеть по своему вопросу:

- ответы и шкальные оценки всех экспертов, содержащего основные и вспомогательные реквизиты окон экспертов;
- результат аналитической обработки экспертных заключений и обобщения ответов куратором;
- справочная, экспертная и аналитическая информация, подобранная куратором из других источников.

При необходимости сам Руководитель или модератор оценочной процедуры должны иметь возможность обратиться к инструментарию метода анализа иерархий.

2.2.4 Оценки количественных показателей

При оценке технико-экономической эффективности проекта замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств используется система количественных показателей, которые дают обоснование целесообразности вложения средств в проектное решение. Их можно разделить на две группы – натуральные и стоимостные показатели. Эти показатели в основном «сосредоточены» в ветви иерархии показателей, соответствующей разделу «Менеджмент» (см. рисунок 3). Вместе с тем после количественной оценки целесообразна юстировка значения количественного показателя с участием экспертной оценки.

Натуральные показатели, или технические параметры проекта характеризуют техническую или технологическую его стороны. Для проектов, связанных с рассматриваемой заменой оборудования, это могут быть следующие показатели: прирост объема производства, повышение надежности работы устройств и установок, снижение потерь электроэнергии; снижение трудоемкости работ и др.

Но как бы высоки ни были технические параметры проекта, окончательное решение о его принятии к реализации или выборе наиболее оптимального варианта принимается по показателям, характеризующим его конкурентоспособность. Значительное место в этом занимает стоимостный показатель.

Стоимостными показателями проекта замены оборудования являются:

- сумма инвестиций или капитальных вложений, необходимых для реализации проекта - К;

- текущие расходы или издержки производства, возникающих при внедрении проекта или эксплуатации проектных разработок - С;

- доходы, получаемые предприятием в результате использования проектных решений Д;

- прибыль или чистый доход по проекту, остающиеся у предприятия после покрытия всех расходов и уплаты налогов - П или ЧД.

Обычно проект содержит большую группу как технических, так и стоимостных параметров. Но основной целью проекта, как правило, является улучшение одного или двух-трех показателей. Эти показатели и являются критериями инвестиционного проекта. Практика показывает, что для производства наибольшее значение имеют критерии-показатели улучшения технических или технологических параметров производственного процесса. Однако для технико-экономического обоснования проекта обязательным условием должно быть включение в качестве критерия и стоимостных параметров.

В качестве одного из ведущих критериев экономической оценки инвестиционного проекта выступает показатель срок окупаемости проекта – Ток. Срок окупаемости проекта характеризует период времени, в течение которого инвестиции, затраченные на проект, окупятся экономическим эффектом, полученным при его реализации.

Экономический эффект инвестиционного проекта характеризует положительный абсолютный экономический результат, полученный при внедрении проекта. Это могут быть следующие параметры: увеличение доходов – $\Delta Д$, прибыли предприятия ($\Delta П$ или $\Delta ЧД$), снижение его текущих затрат – $\Delta С$ или ликвидация экономического ущерба от некачественной работы оборудования, устройств электроснабжения или систем управления производством – $\Delta У$.

Инвестиционный проект замены оборудования, как любая финансовая операция, порождает денежные потоки, то есть реальное движение денежных средств. Денежный поток инвестиционного проекта (ДПпр) – это зависимые

от времени денежные поступления и платежи, возникающие при реализации инвестиционного проекта. Таким образом, денежный поток проекта характеризуется притоком и оттоком денежных средств.

Приток средств ($ПР_{ср}$) инвестиционного проекта равен размеру денежных поступлений для его финансирования на каждом этапе реализации. Под оттоком средств ($ОТ_{ср}$) понимаются денежные платежи и различные виды перечислений в соответствии со сметой затрат на реализацию проекта. Сальдо денежного потока ($С_{дп}$) – это соотношение притока и оттока денежных средств, которое может выступать оценкой эффекта или убыточности проекта как на каждом этапе его реализации, так и в конечной цели:

$$С_{дп} = ПР_{ср} - ОТ_{ср}$$

Денежный поток инвестиционного проекта состоит из потоков средств различных видов деятельности: инвестиционной, операционной и финансовой.

Для денежного потока от инвестиционной деятельности характерно, что к притоку средств относятся продажа активов, уменьшение оборотного капитала. Продажа активов может выступать в условной форме в виде акций или иных ценных бумаг. Отток по инвестиционной деятельности выражается в виде капитальных вложений, затрат на пуско-наладочные, ликвидационные работы, затрат на увеличение оборотного капитала и вложений в специальные фонды.

Приток средств от операционной деятельности существует в форме выручки от реализации продукции, работ или услуг, получаемой при внедрении нового оборудования, а также от прочих внереализационных поступлений. К оттоку денежных средств от операционной деятельности относятся: производственные издержки, налоги и прочие производственные платежи.

Денежные потоки от финансовой деятельности учитывают, как правило, на стадии оценки эффективности финансового участия инвесторов в проекте. Приток средств включает вложения собственного или акционерного капитала,

субсидий, дотаций, заемных ресурсов, долговых ценных бумаг. Денежный отток средств от финансовой деятельности состоит из затрат на возврат и обслуживание заемных ресурсов, ценных бумаг, выплат дивидендов и других финансовых операций.

При экономической оценке целесообразности внедрения новых проектных решений может использоваться показатель «экономическая эффективность проекта». Это относительный показатель, характеризующий соотношение результатов и затрат по проекту. Он может быть представлен различными параметрами этой оценки.

Среди показателей инвестиционного проекта можно использовать понятие «расчетный срок проекта» - $t_{\text{расч}}$. Его величина включает: период реализации проекта (t_p); период освоения проектной мощности, предусмотренной проектом ($t_{\text{осв}}$); период полной эксплуатации или использования на производстве проектных решений ($t_{\text{экс}}$); период консервации или вложения дополнительных средств на его реконструкцию в целях возможности дальнейшего использования ($t_{\text{конс}}$):

$$t_{\text{расч}} = t_p + t_{\text{осв}} + t_{\text{экс}} + t_{\text{конс}}$$

Период реализации проектного решения включает время, необходимое для выполнения проектно-изыскательских работ по разработке проекта и время на непосредственную реализацию проектной программы – новое строительство, реконструкцию или модернизацию.

Период освоения проектной мощности – это время, в течение которого при начале эксплуатации проект набирает запланированную мощность, связанную с выпуском продукции или улучшением технических параметров реконструируемых объектов. Этот период называют «лаг освоения». Его величина обычно составляет не более трех лет и зависит от масштабов проекта. В электроэнергетике максимальный лаг освоения имеют инвестиционные проекты по генерирующим объектам, проекты по объектам сетевого энергообеспечения, набирающие полную мощность освоения в течение одного года.

Величина лага освоения ($t_{\text{осв}}$) может быть определена расчетным путем с учетом суммы капитальных вложений в проект ($K_{\text{пр}}$), доходов ($D_{\text{пр}}$), текущих расходов ($C_{\text{пр}}$) и налогов ($H_{\text{пр}}$), формируемых при эксплуатации проекта за период от начала реализации проекта (t_0) до срока его окупаемости ($T_{\text{ок}}$):

$$\sum_{t_0}^{t_p} K = \sum_{t_{\text{осв}}}^{T_{\text{ок}}} (D_{\text{пр}} - C_{\text{пр}} - H_{\text{пр}})$$

При оценке эффективности проекта используются различные методы, которые классифицируются по ряду признаков в зависимости от периода вложения капитала, выбранных критериев оценки и ряда особых целевых параметров. В любом случае оценка эффективности инвестиций предусматривает соизмерение полученного эффекта от использования проекта (доходов или прибыли) и затрат как на реализацию проекта, так и его эксплуатацию.

С точки зрения окончательного критерия оценки эффективности инвестиционного проекта, могут использоваться методы, основанные на компаративном, затратном или доходном подходе.

Методы оценки эффективности нового проекта подразделяются в зависимости от периодов вложения капитала и получения отдачи на него на:

- методы, не учитывающие фактор времени (простые методы оценки);
- методы, учитывающие периоды вложения капитала, изменения затрат и чистого дохода по проекту (интегральные или методы дисконтирования).

2.2.5 Сводная оценка

Сводная оценка технико-экономической эффективности замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств может осуществляться путем проведения сетевой экспертизы в следующем порядке:

- формируется 3-уровневое, дерево целей (например, главная цель, внешние цели, внутренние задачи) замены оборудования (рисунок 4, уровень цели);

- проводится с применением метода парных сравнений оценка приоритетов выделенных целей, подцелей, задач, в результате каждому показателю присваивается нормированное числовое значение приоритета;

- строится дерево значений показателей по компоненте менеджмента (рисунок 4);

- дерево значений показателей по компоненте менеджмента ранжируется по приоритету с применением метода парных сравнений;

- формируются нормированные шкалы абсолютных значений количественных показателей по компоненте менеджмента;

- оцениваются абсолютные значения менеджерских экономических показателей согласно п. 2.2.4;

- формируются нормированные шкалы качественных показателей по компонентам Целостность и Репутация (рисунок 4);

- с применением шкальных оценок оцениваются непосредственные значения 27 показателей, приведенных в п. 2.1.2 и отображенных на рисунке 4;

- определяется взвешенная сумма значений показателей, в которой в качестве веса показателя берется его приоритет.

В результате получается критерий технико-экономической эффективности замены технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование (обрабатывающие центры и др.) для специализированных производств. По этому критерию осуществляется сравнение различных вариантов проекта.

§2.3 Методика отбора и обоснования технологий и универсального оборудования для изготовления перспективных, в т. ч. уникальных, изделий в целях технического переоснащения специализированных производств на основе формирования профессионально ориентированных экспертно-аналитических групп

Роль настоящей методики принципиальна, поскольку замена технологических, станочных, цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование, имея целью достижение максимальной адаптивности и гибкости технологического процесса по отношению к рынку или иным внешним требованиям, является сложной многокомпонентной, многоаспектной операцией. Многоаспектность приводит, с одной стороны, к росту гибкости (лиан, эджайл) процесса, с другой – к неустойчивости – незначительные ошибки в выборе характеристик компонент могут привести к большим изменениям выходного продукта.

Базовым принципом методики является формирование, структуризация и сетевая экспертная оценка бизнес-критериев, обеспечивающих целевую направленность внедрения нового оборудования, создающих необходимые условия для повышения устойчивости достижения требуемого качества продукции в высокотехнологичной промышленности.

2.3.1 Бизнес-критерии выбора оборудования

Бизнес-критерии формируют систему показателей оценки эффективности всего бизнеса, реализуемого с применением новых технологий и универсального оборудования. Показатели оценки технологического процесса и отдельных его компонент - оборудования - могут быть количественными и качественными. Количественные показатели имеют числовое выражение и единицу измерения, качественные обычно имеют вербальное или образное представление некоторой мысли, утверждения. Применительно к настоящей методике бизнес-критерии можно также классифицировать по следующим фасетным интервальным основаниям деления:

- внешние и внутренние, идентифицирующие оборудование;
- критерии целостности, репутации и менеджмента;
- стратегические, тактические;
- целевые и регулярные;
- финансовые и материально-технические;
- нормативные и ненормативные;
- традиционные и новаторские;
- величина оборудования (крупное, среднее, мелкое);
- скорость адаптации под новые требования и др.

Рассмотрим некоторые из перечисленных критериев в контексте предмета методики. Возможно, первое из перечисленных оснований деления – деление показателей на внутренние и внешние – является наиболее важным. Оно выделяет новое оборудование во всем проекте, делает его уникальным, отличным от других видов оборудования и частей проекта. Это то, что собственно идентифицирует оборудование. Вместе с тем это оборудование является составной компонентой всего проекта замены оборудования. Некорректная его установка может привести к росту рисков неустойчивости всего проекта в целом.

Стратегические и тактические показатели обеспечивают реализацию систем стратегического и тактического контроллинга использования оборудования в рамках всего проекта. Здесь могут использоваться как качественные, так и количественные показатели. Причем, в стратегическом контроллинге чаще используются качественные показатели. Иногда стратегические и тактические показатели развития компании могут называться, соответственно: целевыми и регулярными.

Регулярные показатели представляются, например, с помощью известной методики построения сбалансированной системы показателей с выделением 4-х кластеров показателей, соответствующих: потребителям (социальная эффективность), финансам (экономическая и бюджетная эффективность), процессам (организационным и административным

регламентам, мотивационному управлению и др.), развитию (исследование, обучение). Вместе с тем, эта методика может быть эффективно применена и для оценки стратегических показателей [44, 45].

Целевые показатели по форме могут носить неколичественный характер и представляться в виде схем, архетипов, семантической сети или когнитивного графа взаимосвязей факторов. Целевые показатели могут быть представлены в виде логической модели, в которой элементами могут быть факторы, взаимосвязанные причинными отношениями. При этом каждый показатель может иметь сложную структуру. Например, показатели эффективности могут определяться по следующим направлениям:

- мотивационная и имиджевая эффективность;
- коммерческая эффективность;
- бюджетная эффективность.

Показатели стратегической эффективности требуют особых методов анализа, поскольку, они носят преимущественно качественный характер: миссия, цели, факторы, проблемы, важность и актуальность направлений и др. С одной стороны, компании оперируют агрегированными показателями эффективности, получаемыми в ходе локальных проектов. С другой стороны, синергетические эффекты, создаваемые в ходе реализации проектов, могут не быть суммой локальных показателей, которые могут принимать и отрицательные значения.

По рискам может быть введена отдельная система показателей для формирования системы управления рисками. К таким показателям можно отнести:

- юридические риски (возможность утраты права собственности, невозможность возмещения убытков и др.);
- проектные, технологические риски (ошибки в конструктивных решениях, недостаточная проработка проекта и др.);
- административные риски (изменения в налоговом режиме, выполнение обязательств по развитию инфраструктуры и др.);

- экономические и организационно-экономические риски.

Функциональные показатели:

- состояние проекта установки оборудования;
- обеспеченность проекта финансами, структура и стоимость инвестиционного капитала;
- загрузка производственной мощности;
- относительные показатели освоенного объема;
- распределение доходов от реализации;
- структура затрат и перекрытие условно-постоянных затрат;
- нижний и верхний пределы цен на объекты (продукцию, услуги) и пр.

В целом показатели эффективности, как стратегические, так и тактические, оцениваются исходя из целей проекта.

Финансовые и материально-технические показатели – это показатели, которые наиболее явно ассоциируются с бизнесом.

Обычно оценка проекта осуществляется преимущественно по его финансовым и натурально-статистическим показателям. Однако следует иметь в виду, что эти показатели не могут в полной мере дать представления об истинном состоянии дел. Эти показатели не в полной мере отражают готовность проекта адаптироваться к внешним условиям, достаточно оперативно изменять бизнес-стратегию, принимать эффективные решения, проводить реинжиниринг под новые требования рынка. Финансы, в лучшем случае, на 70% характеризуют обстановку. Вместе с тем финансовая отчетность по проекту должна быть составлена таким образом, чтобы полностью удовлетворить запросы всех ее потребителей, все компоненты проекта, в который входит рассматриваемый проект.

Финансовые показатели могут состоять из следующих основных частей:

- баланс;
- отчет о прибылях;
- отчет о дополнительном капитале;
- отчет об изменениях акционерного капитала;

- отчет об управлении проектом;
- специальные отчеты.

Основным компонентом финансовой отчетности по проекту является его баланс. Традиционная двусторонняя таблица - актив слева, пассив справа - не единственная форма баланса, публикуемого компаниями. Баланс может быть представлен односторонней таблицей, где сначала отражается актив, а ниже приводится пассив. Принцип расположения статей в активе баланса: сверху вниз в порядке снижения их ликвидности. Сначала указываются текущие (оборотные) активы, а затем нетекущие (необоротные) активы.

Для управления проектом используются показатели системы бюджетирования. Бюджетирование - это компонент процесса принятия управленческих решений, основанный на систематическом (регулярном) формировании будущего проекта путем составления и принятия различных бюджетов. Бюджетированием называется процесс составления и принятия бюджетов по отдельным элементам проекта, а также последующий контроль за их исполнением. Система бюджетов должна быть иерархической. Она служит инструментом для решения задач краткосрочного и текущего финансового планирования и установления оперативного контроля за эффективным использованием финансовых ресурсов.

Материально-техническое обеспечение проекта является формой распределения средств производства на основе организационных связей и договоров между поставщиками и потребителями непосредственно или через посредников. Оно в значительной мере предопределяет результативность производства с применением нового оборудования, оказывая непосредственное воздействие на использование производственных фондов, ритмичность производства, проведения работ, себестоимость, продолжительность реализации проектов и другие показатели.

К менеджеральным показателям в контексте настоящей методики, можно также отнести показатели оценки эффекта снижения внутрикорпоративных транзакционных издержек:

- Сбыт - организация единого сбыта с точки зрения коллективного распределения ресурсов проекта;

- Производство – объединение производственных мощностей; ведет к максимальному использованию производственных мощностей, снижению издержек при закупках, к экономии на накладных расходах;

- Снабжение - часть производственной синергии;

- Инвестиции - мультиплицированный эффект от использования инвестиционных возможностей каждого отдельного элемента проекта;

- Управление - увеличение интеллектуального потенциала и обмен управленческими ноу-хау.

Нормативные и ненормативные показатели характеризуют деятельность предприятия и отдельный его процесс, оборудование со стороны, соответственно, общепринятых нормативных показателей (и стандартов) и нетрадиционных показателей.

Нормативные показатели обеспечивают реализацию следующих целей:

- разделение и специализация управленческого труда;
- координация решений взаимосвязанных задач управления;
- стандартизация приемов и методов решения однотипных задач управления;
- определение трудоемкости и оценка качества выполнения процедур;
- единое методологическое руководство по разработке и применению организационно-распорядительной документации.

Признаками (критериями) внедрения нормативов является наличие «Положения о порядке формирования норм» с:

- набором стандартов и контрольных показателей;
 - нормативными величинами для контрольных показателей;
 - информационной инфраструктурой нормативов,
- а также наличие организационной структуры, деятельность которой будет включать:
- технологию организационного проектирования;

- стандартизацию функций управления;
- нормативно–административное делопроизводство;
- нормативно–правовое управление.

В состав системы корпоративных стандартов, характеризующих нормативных характер управления, входит следующий набор правил, регламентирующих управление по уровням:

Уровень 1. Положение о системе управления:

- модель бизнес-системы – внешняя среда и характер связей;
- корпоративная модель;
- организационная система и нормативные отношения;
- цели и мотивация;
- информирование;
- функционирование.
- нормативная база для планирования и контроля;
- объекты управления и ресурсы.

Уровень 2. Стандарты и классификаторы:

- стандарты (положения). Разрабатываются для каждого объекта управления и управленческой функции;
- справочники и классификаторы.

Уровень 3. Рабочие инструкции для исполнителей.

Нормативы могут иметь международный (например, ISO 9000:2000, GAAP), отраслевой и корпоративный статус.

К ненормативным показателям могут относиться такие показатели, как оценка уровня корпоративной культуры (неписаных правил поведения), атмосферы лидерства, доверия. Они могут оцениваться соответствующими внутренними методиками.

Все вышеперечисленные показатели преимущественно входят в спектр уже традиционно освоенных. Вместе с тем выход на международные рынки диктует потребность осваивать относительно новые технологии управления

бизнесом. То, что эти технологии могли появиться не один год назад, мало что меняет, понимание освоения технологии занимает определенное время.

2.3.2 Отбор и обоснование технологии

В основу построения настоящей методики выбран известный метод структурирования функций качества («домики качества») [46, 47]. Этот метод является ключевым в системе технологий менеджмента на основе качества. В методике учитывается шесть основных понятий, связанных с этим методом:

1. Структурирование функции качества - общая концепция, которая обеспечивает средства для перевода потребительских требований в соответствующие инжиниринговые (инструментальные, технические) требования на каждом этапе разработки изделия и его производства.

2. Голос потребителя - потребительские требования, выраженные на языке самих потребителей.

3. Характеристики-двойники – требуемое потребителями качество на языке производителей, т.е. в технических терминах. Это параметры, характеристики, по которым судят о качестве конечного продукта.

4. Структурирование функции изделия - преобразование голоса потребителя в характеристики-двойники – технические требования.

5. Структурирование функции качества – определение действий необходимых для достижения качества, которого требует потребитель; распределение конкретной ответственности за качество между конкретными подразделениями.

6. Матрицы структурирования - серия матриц, применяемых для перевода голоса потребителя в требования к показателям качества конечного продукта, составляющих его компонентов и процессов их создания.

Концепция метода структурирования функций качества основывается на четырех ключевых документах:

1. Матрица потребительских требований переводит голос потребителя в контрольные характеристики-двойники; то есть она позволяет превращать

общие потребительские требования, полученные путем оценивания рынка, сравнений с конкурентами и рыночных тенденций, в конкретные контролируемые характеристики конечного продукта.

2. Матрица структурирования характеристик нового оборудования переводит выходные данные из Матрицы потребительских требований (т. е. контрольные характеристики конечного продукта) - в характеристики критических компонентов, из которых состоит изделие.

3. Матрицы процессов и контроля определяют критические параметры изделия, его компонентов и процессов их производства, а также способы и методы осуществления контроля каждого критического параметра.

4. Рабочие инструкции разрабатываются исходя из знания критических параметров изделия или процесса. Эти инструкции определяют способы, действия, операции, которые должны быть выполнены персоналом предприятия, чтобы гарантировать, что целевые потребительские требования достигнуты.

Цель Основной матрицы потребительских требований - перевод потребительских требований в требования к ограниченному набору контролируемых характеристик конечного продукта. В настоящей методике потребительские требования могут быть внешние и внутренние. Внешние потребительские требования – это требования к оборудованию, обеспечивающего непосредственно взаимодействие с конечным потребителем, принадлежащему внешнему рынку. Внутренние потребительские требования – это требования к отбору технологий и универсального оборудования со стороны всего нового технологического процесса, иных компонентов процесса, реализуемого при замене технологических (станочных) цепочек изготовления изделий на высокотехнологичное универсальное оборудование для специализированных производств. Составление матрицы потребительских требований, перевод потребительских требований в требования к ограниченному набору

контролируемых характеристик конечного продукта в высокотехнологичной промышленности включает десять этапов (рисунок 5).

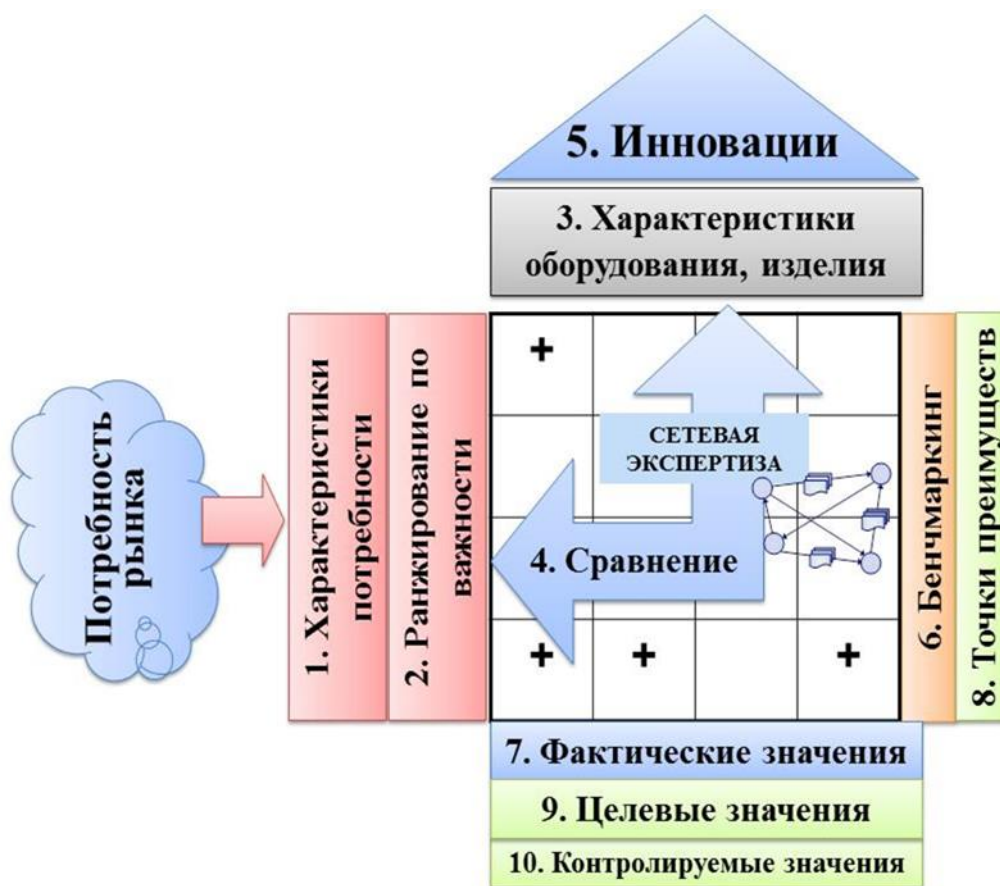


Рисунок 5 - Матрица потребительских требований

Этап 1. Составление списка требований к изделиям на языке потребителей. Первичные внешние требования, которые и выражают пожелания потребителей или пожелания, предъявляемые со стороны других компонентов процесса, затем детализируются в требованиях второго и третьего уровней, образуя перечень уже более конкретных требований. Этот этап – наиболее важная часть процесса метода структурирования функций качества и обычно самая сложная. В РКП, например, таких требований для одного вида оборудования может быть до 100. В качестве примера таких требований можно привести:

- скорость полета ракеты;
- цвет корпуса космического корабля;

- проблемы с удобствами и др.

Этап 2 посвящен парному сравнению важности потребительских характеристик. С применением метода парных сравнений и сетевой экспертизы проводится ранжирование потребительских характеристик – каждой характеристике присваивается нормированный коэффициент важности.

Этап 3. связан с выделением характеристик нового оборудования, правильный выбор значений которых, по экспертной оценке, должен обеспечить удовлетворения требований, сформулированных на этапе 1. Эти характеристики - двойники, отражающие потребительские требования, должны затем селективно «развертываться» в требования, учитываемые на различных этапах процесса разработки, производства, сборки и обслуживания, чтобы, в конце концов, проявиться в эксплуатационных качествах нового оборудования, удовлетворенности потребителя. Эти характеристики должны быть выражены в измеримых терминах, т. к. фактические данные предстоит контролировать и сравнивать с целевыми значениями. Список технических характеристик может быть раз в 5 длиннее списка потребительских требований. В качестве примера таких требований могут быть:

- изнашиваемость;
- робастность;
- мощность оборудования;
- температура плавления;
- вес оборудования и др.

Этап 4. Проверка того, верно ли технические характеристики отражают требования потребителя. На этом этапе проводится анализ зависимостей (связей) между потребительскими требованиями и контролируемыми характеристиками изделия. С применением сетевой экспертизы заполняется соответствующая матрица, в которой строки соответствуют потребительским требованиям, а столбцы – техническим (инжиниринговым). Так как степень корреляции между потребительскими требованиями и характеристиками

изделия может существенно различаться, для характеристики силы связи применяется набор символов или шкальные оценки. Целесообразно применять 5-балльную оценку с отрицательными и положительными значениями.

Этап 5. Это этап, порождающий инновации. На нем выявляются противоречивые требования к новому изделию, оборудованию (рисунок 6). Например, «мощность должна расти», а «вес уменьшаться». Такое противоречие требует организации отдельной научно-исследовательской работы, и, соответственно, оптимизации конструкции и/или технологии производства. На этом этапе, возможно, потребуется изменить или дополнить контролируемые характеристики, чтобы добиться адекватного отражения всех потребительских требований.

Этап 6. Для оборудования, обеспечивающего выход на конечного потребителя (рынок), необходимо добавление рыночного оценивания. Оно включает в себя как оценку рейтинга относительной важности требований к изделию с точки зрения потребителей (этап 2), так и сравнения конкурентоспособности существующих изделий. Проводится бенчмаркинг. Рейтинг потребительских требований позволяет определить области наибольшего интереса, наивысших ожиданий, и, с другой стороны, выявить «узкие» места оборудования, которые требуют усовершенствования.

Оценка конкурентоспособности показывает, как конечные потребители воспринимают продукцию и услуги в сопоставлении с конкурентами с точки зрения удовлетворения различных видов их потребностей. Информация для заполнения этой части плановой таблицы формируется на основании проводимых маркетинговых обследований, которые могут быть проведены с применением сетевой экспертизы.

Этап 7. Этап связан с оценкой фактических значений характеристик оборудования (изделия). Необходимые для этого данные обычно получают путем измерения и испытаний, проведенных внутри предприятия. При этом информация должна охватывать как собственные изделия предприятия, так и

изделия конкурентов. Эти данные по возможности должны быть результатом измерений, полученных в результате использования экспертных методов, обеспечивающие наиболее объективные оценки.

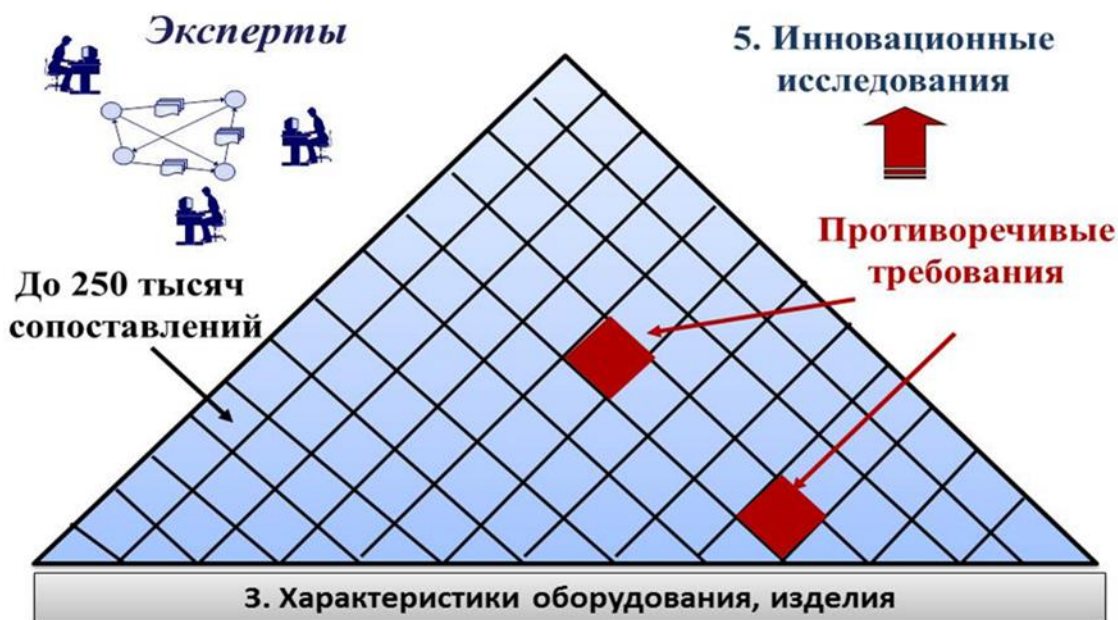


Рисунок 6 - Выявление противоречивых требований к новому изделию

Этап 8 связан с использованием данных ранжирования в правых столбцах матрицы сравнений для выделения «точек преимуществ» нового изделия. Термин «точка преимущества» определяет, какие аспекты изделия (например, лучшие в своем сегменте скоростные характеристики) могут выделить новое изделие в глазах потребителей и, которые, следовательно, важно подчеркивать в рекламных сообщениях на данном сегменте рынка. На основании этих же данных устанавливается цена изделия, стратегия рекламы, продвижения, сбыта.

Этап 9. Установление целевых значений для каждой характеристики нового изделия. При установлении целевых значений учитывают выбор «точек преимуществ», рейтинг важности с точки зрения потребителя, текущие сильные и слабые стороны изделия. При этом используются сетевые

экспертные оценки. Значения выделенных целевых характеристик должны оцениваться (измеряться) на всех этапах проекта. Например, при разработке электромотора:

- должна производиться оценка механических и функциональных свойств изделий прототипов;

- указанные характеристики должны быть рассмотрены в процессе анализа потенциальных видов дефектов и методов их предотвращения;

- производится испытание и измерение выделенных характеристик на узлах, изготовленных на промышленном оборудовании еще до начала производства, и первых узлах после их запуска в производство.

Этап 10 включает в себя выбор контролируемых характеристик изделия, условия обеспечения которых должны «структурироваться» («развертываться»), т. е. учитываться при формировании конструкции, технологии производства, методов контроля. Этот выбор основывается на сравнительной оценке важности выделенных потребителями характеристик, выборе «точек преимуществ», возможности достижения конкурентного преимущества по данным характеристикам, трудности (возможности) достижения целевого значения характеристики.

Те характеристики, которые сильно влияют на удовлетворение потребительских требований, по которым имеется отставание от конкурентов, или, напротив, если они создают конкурентные преимущества, должны быть «развернуты», т.е. систематизированным, дисциплинированным образом преобразованы в требования, действий и методы контроля, на всех этапах проекта.

В Матрице структурирования характеристик нового оборудования контролируемые характеристики проектируемого продукта переносятся с верхнего уровня, характеризующего все оборудование (изделие) в целом, на уровень функциональных подсистем, узлов и составляющих их компонентов.

На этой фазе процесса структурирования, как потребительские требования, так и контролируемые характеристики нового оборудования

рассматриваются более подробно. Вначале определяются характеристики подсистем и составляющих их узлов (компонентов), оказывающие влияние на контролируемые характеристики нового оборудования. Затем заполняется матрица, которая наглядно показывает степень взаимосвязи между характеристиками подсистем и компонентов и изделия в целом. Результатом такого структурирования является создание условий для обеспечения таких значений характеристик подсистем и компонентов, которые необходимы для достижения требуемых свойств изделия в целом.

Матрица структурирования компонентов расширяет список компонентов, влияющих на характеристики подсистем и изделия в целом, а также перечень параметров указанных компонентов. Значения этих параметров определяет способность достижения целевых характеристик готового изделия. Критические параметры компонентов затем «развертываются» с помощью Плана реализации процесса. План реализации процесса устанавливает связи между операциями процесса, используемого для производства компонента, и параметрами компонента и составляющих его деталей. Для обозначения силы связи используются те же шкалы для экспертной оценки, какие использовались в предшествующих матрицах.

На этой фазе структурирования производится выделение операций в составе процесса производства, которые в решающей степени определяют значения важных параметров готового компонента. Если важная характеристика критического компонента изделия (например, диаметр пружины, прочность, качество поверхности и т.п.) формируется или существенно изменяется на данной операции процесса, данная операция начинает рассматриваться как подлежащая контролю. Знания и опыт позволяют определить те параметры, которые необходимо контролировать на данной операции, для того, чтобы обеспечить достижение необходимых свойств готового компонента («контрольные точки»).

Перечень контрольных точек и контролируемых параметров составляют исходную информацию для разработки стратегии и плана обеспечения

качества изделий. Они задают подход к концентрации внимания и ресурсов на формировании и контроле таких параметров компонентов и процессов их производства, которые определяют способность изделия удовлетворять приоритетным потребительским требованиям.

Если для того, чтобы добиться целевых значений параметров компонентов в процессе проведения технологической операции нужно осуществлять непрерывный или периодический контроль (мониторинг) определенных параметров процесса (например, температура, давление и пр.), эти параметры фиксируются отдельно как «точки проверки». Информация о контрольных точках и точках проверки является исходной при разработке Карты контроля качества.

Карта контроля качества включает в себя блок-схему процесса, точки контроля, а также характеристики используемых методов контроля (объем и частоту взятия выборок, методы анализа результатов и выработки решений по управлению процессом) для каждой из перечисленных точек контроля.

Информация, получаемая на данной стадии процесса структурирования, используется для разработки Рабочих инструкций для исполнителей технологических и контрольных операций. Они определяют требования к исполнителям, вытекающие из выделенных ранее контрольных точек и точек проверки, зафиксированных в Плане процессов и Карте контроля качества.

В инструкциях по технологическим операциям необходимо предусмотреть варианты действий для возможных ситуаций возникающим в процессе производства. Этот документ диктует оператору способы реализации операции, обеспечивающие достижение требуемого уровня качества. Так, например, для оператора на сборочной линии, в такого рода инструкциях должно быть указано:

- какие требования предъявляются к используемым деталям;
- какие инструменты и как нужно использовать в процессе операции;
- как проводить контроль параметров компонентов и параметров операции.

В технологической и контрольной картах должно быть указано, как выполнение (невыполнение) этих требований может повлиять на контролируемые параметры компонента и нового оборудования в целом. Таким образом, каждый оператор знает, связь между выполняемой им работой и степенью удовлетворенности потребителя продукцией компании.

Настоящая методика приводится в движение динамически сегментированным рынком или динамикой изменения более сложного процесса, цепочки процессов, и является необходимым регламентированным атрибутом роста конкурентоспособности продукции и услуг высокотехнологичных отраслей на мировых рынках. Она позволяет установить связь между требованиями потребителей, техническими характеристиками оборудования, параметрами его функциональных подсистем и их компонентов на всех этапах разработки.

Методика обеспечивает средства перевода потребительских требований в совокупность контролируемых характеристик и требований к методам реализации технологических операций. Эта система формирует непрерывный информационный поток, гарантирующий, что все элементы производственной системы подчинены потребительским требованиям.

Методика предполагает использование командного подхода к организации работ по внедрению универсального оборудования для изготовления перспективных, в т.ч. уникальных, принципиально новых изделий, в целях технического переоснащения специализированных производств на основе формирования профессионально ориентированных экспертно-аналитических групп. Она позволяет объединить, скоординировать действия различных функциональных служб, помогает им лучше понять требования потребителя и друг друга и совместно находить средства удовлетворения этих требований

Глава 3 Разработка математической модели обоснования выбора варианта технического переоснащения высокотехнологичного предприятия

§3.1 Постановка задачи выбора оптимального варианта технического переоснащения предприятий

3.1.1 Вербальная постановка задачи

Техническое переоснащение предприятий, как было отмечено выше, направлено на повышение прибыли и технико-экономической эффективности предприятий, под которой понимается увеличение рентабельности производства и создание условий для широкой диверсификации, формирование благоприятных эргономических условий труда, а также выполнение требований по снижению энергоемкости, ресурсоемкости по некоторым видам критичных материалов и веществ, трудоемкости, объемам вредных выбросов в окружающую среду.

Обзор научных источников и учебной литературы по вопросам технико-экономической оценки эффективности технического переоснащения производства показал, что задача комплексного учета технических параметров оборудования и экономических показателей его эксплуатации полностью не решена. Нормативная, общепризнанная теория эффективности развития производства еще не создана.

Существующие методы оценки нового оборудования носят, прежде всего, стоимостный характер. Оценка эффективности проводится с точки зрения текущего производства. Так, в работе [48] в качестве целевой функции проектирования производственных цехов предлагается сумма затрат на производство всех деталей. В качестве ограничений принято распределение деталей по станкам, производственным участкам, фонд оплаты труда, нормативы выделения ресурсов по цехам, производственные цеховые площади и т.п.

За последние 40 лет разработано достаточно много подходов к оценке эффективности, скорее, экономичности, производства с точки зрения затрат

общественного труда, других ресурсов, учета социальных и экологических аспектов на основе параметрических индексных методов [например, 49-54].

В работе [20] для предварительной оценки уровня приоритетности внедрения технологий предложена математическая модель для расчета интегрального показателя технико-коммерческого потенциала базовых промышленных технологий, построенная на взвешенных суммах отдельно для технических и коммерческих показателей.

Показатели оцениваются по 4-х и 5-ти балльным шкалам соответственно, а коэффициенты определяются экспертным путем. При этом процедуры определения этих величин не конкретизированы.

В качестве частных технических показателей используются следующие:

- уровень технологии, характеризующий роль технологии в обеспечении прогрессивного развития отрасли;

- уровень применяемости, характеризующий возможности применения технологии в различных сферах;

- уровень реализации разработки, характеризующий степень готовности технологии к внедрению;

- уровень соответствия мировым аналогам, характеризующий ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

Для оценки коммерческого потенциала технологии предложены такие следующие показатели:

- степень уникальности, характеризующая наличие аналогов;

- степень удешевления функций, характеризующая влияние ценового фактора на перспективу внедрения;

- степень улучшения функций, характеризующая преимущество по техническим и потребительским свойствам перед аналогами;

- размер и динамика развития рынка, характеризующие потенциальные возможности по внедрению;

- доступность рынка, отражающая уровень конкуренции.

Совокупности представленных показателей не лишены противоречивости, а модель в целом слишком абстрактна для решения практических задач технического переоснащения производства.

Таким образом, основной задачей теории оценки технико-экономической эффективности производства и его развития является создание экономических расчетных ориентиров развития производства и системы их расчета на всех уровнях и стадиях управления им [55]. Это же справедливо и для инновационной продукции в целом. В работе [55] указано, что в настоящее время частично проведена унификация методов расчета экономической эффективности как инвестиционных, так и инновационных проектов с позиций их разработчиков и исполнителей. Однако такая система расчетов недостаточно универсальна. Она не позволяет объективно оценить эффективность разрабатываемой техники с точки зрения ее потребителя, т.е. в сфере ее предстоящей эксплуатации (в нашем случае для осуществления производственного процесса).

Здесь следует отметить, что рассматриваемая в монографии задача несколько уже и заключается не в разработке системы технико-экономических требований к новым образцам производственного оборудования, а выборе подходящего оборудования в достаточном количестве. Этим определяется выбор используемых параметров и подход к их оценке.

Все перечисленные в начале настоящего параграфа компоненты технико-экономической эффективности теоретически, на уровне аналитических исследований причинно-следственных связей и их формализованного описания сводимы к экономическим показателям рентабельности и оценкам прибыли предприятия. Однако необходимость учета ряда практических и неэкономических аспектов не позволяет описать рассматриваемую эффективность строго выведенным аналитическим выражением для скалярной функции.

Во-первых, как было отмечено выше из-за неопределенности рыночной ситуации, тем более в перспективе, невозможно точно оценить «стоимость»

диверсификации. Приходится учитывать создаваемый за счет нового оборудования потенциал для диверсификации как некоторое качество этого оборудования.

Во-вторых, показатели сокращения *той или иной* -емкости вне зависимости от их прямого влияния на рентабельность производства могут служить самостоятельными характеристиками качества (ценности) оборудования в соответствии с политикой на общественном и государственном уровнях, существующими и прогнозируемыми нормативными ограничениями использования различных ресурсов, включая трудовые. Например, по совокупности учета показателя энергоемкости и трудоемкости более рентабельным (выгодным по стоимостным показателям) является внедрение универсальных станков типа А. Однако в соответствии со значениями показателей энергопотребления, которые (гипотетически) могут быть нормативно закреплены на уровне государственной и ведомственной политики, выбор осуществляется в пользу станков типа Б, поскольку они потребляют меньше энергии, хотя и требуют больше трудозатрат, по стоимости превышающих экономию энергии.

В-третьих, эргономичность оборудования на уровне физических процессов имеет влияние на состояние здоровья, утомляемость (работоспособность), травматизм трудящихся. В конечном итоге, все эти последствия сказываются на производительности труда, вероятности брака, размерах социальных выплат по нетрудоспособности и т.п. Однако строгий расчет этих последствий в форме дополнительных эксплуатационных затрат практически трудно выполним для нового оборудования. Кроме того, комфортность условий труда имеет социальное и нравственное содержание, неизмеримое стоимостными показателями. Эргономичность влияет на привлекательность труда на новом оборудовании. Эта сторона дела в настоящее время весьма важна для повышения эффективности отрасли, однако прямой ее экономический учет приведет к громоздким формульным выкладкам и все равно не обойдется без экспертных оценок. В связи с

изложенными соображениями эргономичность проще представить отдельным показателем качества оборудования и экспертным путем сопоставить его с другими компонентами технико-экономической эффективности.

Как отмечено в [55], для обобщенной оценки роста эффективности производства, технологических процессов, оборудования, изделий критерий эффективности должен быть не только общим для разных объектов анализа, но и сквозным для разных уровней управления процессами разработки, производства и потребления продукции. Таким сопоставительным критерием является динамический показатель – рост производительности общественного или совокупного труда (живого труда и прошлого, ранее материализованного в основных и оборотных фондах). Такой критерий отражает рост количества продукции или работы (с учетом ее качества), производимой на единицу совокупных затрат в новом варианте производства по отношению к базовому.

В [56] приводится обоснование использования в качестве универсального показателя качества управленческих решений на общественном уровне - сокращение общественно полезного времени, затрачиваемого на воспроизведение товаров и услуг, потребляемых обществом.

Таким образом, в монографии предлагается при конструировании целевой функции для оценки вариантов технического переоснащения учитывать не только экономические показатели увеличения доходности предприятий, но и прогрессивность нового оборудования, которая определяется экономией совмещенного труда на уровне предприятия или цеха, т.е. тех частей прошлого труда и живого труда, которые расходуются на производство продукции, а также ее эргономичность и экологичность.

Ограничениями при решении задачи в зависимости от ее постановки могут выступать:

- варианты номенклатуры оборудования, которые характеризуются как производственно-экономическими характеристиками, так и возможностями по выполнению тех или иных операций технологического передела;

- действующие или уже установленные для будущих периодов ограничения по ресурсо- и трудоемкости, экологическим и эргономическим параметрам;

- объемы финансовых резервов для осуществления технического переоснащения;

- объемы государственных заказов;

- нормативы по наличию резервных мощностей, которые могут быть выражены, в т.ч. в показателях оперативности изготовления тех или иных деталей или конечной продукции;

- имеющиеся производственные площади;

- имеющиеся складские площади.

В упомянутой выше работе [48] предложен еще ряд ограничений, касающихся распределения станков по участкам и цехам, ограничений ресурсов по цехам, накладывающих требования выполнять некоторую операцию для всей партии на одном типе станков и деталей одного наименования только на одном из участков, а также некоторые другие. С нашей точки зрения, такие ограничения могут существенно сократить набор допустимых вариантов решений. На практике они сужают границы творчества заводских проектировщиков, и в задачу технико-экономического обоснования переоснащения неоправданно привносят элементы задачи оптимального управления производством. Первая задача относится к разряду стратегических, а вторая – тактических. Они должны быть гармонизированы, но их эклектическое смешение усложняет и запутывает принятие стратегических решений.

При разработке математической платформы в настоящей работе используется принцип холистичности [22], и задача выбора вариантов технического переоснащения ставится исходя из рассмотрения предприятия как единой системы, для которой необходимо обеспечить устойчивое развитие. Это находит воплощение в том, что исследуются не отдельные типы оборудования для некоторого ограниченного набора операций и даже не

технологические линии, а оптимизируется вариант переоснащения в масштабе производственного комплекса завода в целом. При этом учитываются вопросы обеспечения информационной безопасности, сопровождения эксплуатации со стороны разработчика и др. Критерием выбора является комплексный показатель, учитывающий как прямой эффект в виде увеличения прибыли, так и вторичные эффекты, учитывающие трудосберегающий и экологический вектора развития производительных сил.

Постановка задачи обоснования ресурсного обеспечения технического переоснащения предприятий может быть сформулирована в двух формах:

1) полная постановка задачи развития технико-экономического потенциала предприятия, охватывающая все значимые элементы принятия стратегического решения о техническом переоснащении - максимизировать целевую функцию технико-экономического развития предприятия при заданных ограничениях, в т.ч. на использование ресурсов;

2) узкая постановка задачи, касающаяся лишь повышения рентабельности производственного потенциала предприятия – выбрать наиболее экономичный вариант переоснащения, обеспечивающий выполнение существующих или заданных в ближнесрочной перспективе объемов производства с производительностью не меньше существующей или требуемой в ближнесрочной перспективе при заданных ограничениях, в т.ч. на использование ресурсов.

Используются следующие допущения, имеющие практическое значение:

- одни и те же операции выполняются только на одном типе оборудования – старого или нового образца;

- если изделие (заготовка, деталь, передел) поступило на какой-либо экземпляр необходимого оборудования, то на нем будут выполнены все необходимые операции, которые могут быть выполнены на таком оборудовании, т.е. минимизируется объем логистики на уровне производственного процесса.

3.1.2 Математическая постановка задачи

Целевая функция

Для того чтобы учесть различные варианты технического переоснащения, в т.ч. касающиеся различных технологических цепочек в масштабе предприятия, по критериям учета прямой выгоды в настоящей работе предложена математическая модель выбора вариантов технического переоснащения предприятий по критерию максимизации следующей целевой функции $f(\dots)$ [57]:

$$F^T = \max_{l \in L} \left(f \left(\Pi^T(l), R^T(l), W^T(l), \bar{M}^T(l), \bar{E}^T(l), A^T(l) \right) \right), \quad (1)$$

где

$f(\dots)$ – функция полезности варианта технического переоснащения производства на временном интервале T ; в дальнейшем для упрощения записи индекс T опущен везде, где это не ведет к потере однозначности понимания;

$l=1(1)L$ – условный порядковый номер варианта технического оснащения l из множества вариантов L ($l \in L$); l -ый вариант переоснащения представляет собой вектор $\bar{U}^l = \|\mathbf{u}^l\|$, каждый элемент которого – количество единиц нового основного производственного оборудования j -ой номенклатурной единицы при l -ом варианте оснащения; $j=1(1)J$ – условный порядковый номер марки (наименования, спецификации) нового оборудования из рассматриваемого множества J номенклатурных единиц рассматриваемого оборудования; для унификации формализованного описания в модели не конкретизируется тип оборудования по тем физическим процессам, которые реализуются с его помощью для требуемых технологических переделов.

Здесь и далее (если не будет оговорено специально) все используемые параметры производства описываются исходя из выпуска изделий (товарной продукции, переделов) из множества D номенклатур, которые затрагивает хотя бы один l -ый вариант переоснащения. Для строгости и унификации

формализованного описания, тем более с учетом задач дальнейшей алгоритмизации автоматизированных расчетов, в множество D включены и те изделия, которые могут быть выпущены при каком-либо варианте переоснащения, но на старом оборудовании не выпускаются. Под изделием d понимается элементарный законченный результат обработки предмета труда. В качестве такого результата могут выступать либо единицы товарной продукции (например, детали машин, металлургическая, трубная продукция, устройство, прибор), либо результат некоторого технологического цикла в виде детали, заготовки. В последнем случае изделие может использоваться в разных последующих технологических циклах для производства различных номенклатур товарной продукции.

$\Pi^T(l)=\Pi_l$ – потенциально возможная валовая прибыль на интервале времени T от текущего момента в зависимости от выбора l -го варианта переоснащения;

$R_l=R(l)$ – удельные трудозатраты при l -ом варианте оснащения;

$W_l=W(l)$ – удельное энергопотребление при l -ом варианте оснащения;

$\bar{M}_l = \|m_{bl}\|$ - вектор удельной материалоемкости при l -ом варианте оснащения, где $b=1(1)B$ – условный порядковый номер материала из множества B дефицитных материалов, расход которых следует учитывать в целевой функции (если использование этого показателя не актуально, его можно исключить, не меняя структуру и логику постановки и решения задачи);

$\bar{E}_l = \|e_{vl}\|$ - вектор удельных вредных выбросов в окружающую среду при l -ом варианте оснащения, где $v=1(1)V$ – условный порядковый номер вредного вещества из множества V учитываемых в производстве вредных веществ;

$A_l=A(l)$ – уровень эргономичности l -го варианта оснащения.

Ограничения

1) Ограничение, связанное с получением прибыли.

Очевидно, что максимизация прибыли за счет переоснащения ограничивается, с одной стороны, выделенным объемом финансирования на переоснащение B , с другой – правой границей целесообразности (максимально востребованного госзаказом или рынком) объема выпуска товарной продукции. Оценки востребуемых объемов выпуска продукции должны рассчитываться по результатам маркетинговых исследований. Для этого могут использоваться экспертные оценки.

Пусть состав существующего оборудования описывается вектором $\bar{U}^{cm} = \|u_h^{cm}\|$, где u_h^{cm} - количество установленного оборудования h -го образца (номенклатуры), $h=1(1)H$ – условный порядковый номер номенклатуры существующего (ранее установленного) оборудования из множества H .

Для того, чтобы задать l -ый вариант переоснащения, необходимо определить следующее:

- номенклатуру нового оборудования, т.е. выбрать j -ые элементы из множества J ;

- номенклатуру заменяемого оборудования из состава существующего оборудования, т.е. выбрать h -ые элементы из множества H ;

- определить требуемое количество образцов нового оборудования, т.е. величины u_j^l для $\forall l \in L$ и $\forall j \in J$ (если какая-либо j -ая номенклатура оборудования не используется, то соответствующее значение u_j^l равно нулю).

Если для переоснащения задан объем финансирования B , то при решении (1) должна выполняться система условий:

$$\begin{cases} C_l \leq B, \\ \bar{N}^l = \eta(\bar{U}^l) \leq \bar{N}^{цл} \quad \forall l \in L, \end{cases} \quad (2)$$

где

C_l - полные затраты на реализацию l -го варианта оснащения;

$\bar{N}^l = \left\| n_d^l \right\|$ - вектор возможности выпуска количества изделий товарной продукции, деталей или переделов каждой d -ой единицы номенклатуры изделий на заданном интервале времени (удобно принять за указанный интервал год) при l -ом варианте переоснащения;

η - функция, устанавливающая возможности выпуска изделий (товарной продукции, деталей, переделов) в зависимости от варианта оснащения;

$\bar{N}^{ul} = \left\| n_d^{ul} \right\|$ - вектор максимально целесообразного производства количества изделий в течение года из множества D интересующих номенклатур.

Значения элементов вектора \bar{N}^{ul} задаются как результат маркетинговых исследований по возможности реализации продукции, если речь идет о полной замене оборудования технологической цепочки изготовления товарной продукции (например, изготовление деталей машин на металлорежущих станках). В противном случае, n_d^{ul} равно меньшей из трех величин:

- максимально возможный объем входа в технически переоснащаемый производственный процесс (поступление заготовок, комплектующих, материалов и т.п.), n_d^{ex} ;

- максимально возможный годовой объем потребления (сбыта, если речь идет о товарной продукции) d -ых изделий n_d^{bix} ;

- минимальный объем производства полуфабрикатов и переделов на различных звеньях незаменимого подмножества оборудования рассматриваемого технологического процесса, n_d^{3g} ;

$$n_d^{ul} = \min(n_d^{ex}, n_d^{bix}, n_d^{3g}) \quad (3)$$

Смысл второго из условий (2) – невыгодно наращивать выпуск товарной продукции, если ее нельзя сбыть, и расточительно увеличивать

производительность звеньев технологической цепочки, если эти звенья получают не востребованную производственную мощность.

Если выдвинуты требования по объему выпуска номенклатуры товарной продукции (т.е. поставлена цель захвата определенных долей рынка) или для цеха (участка) выдвинута перспективная производственная программа, то допустимая область решения задачи, т.е. множество вариантов переоснащения L , ограничивается системой условий:

$$\begin{cases} \bar{N}^l = \eta(\bar{U}^l) \geq \bar{N}^{mp}, \forall l \in L \\ C(l) \xrightarrow{l \in L} \min \end{cases} \quad (4)$$

$\bar{N}^{mp} = \|n_d^{mp}\|$ - вектор заданного количества изделий товарной продукции (деталей, переделов) из множества D интересующих номенклатур.

Смысл ограничений (4) – допустимые варианты решения задачи (1) должны обеспечить заданные объемы выпуска продукции и не создавать избыточные мощности.

2) Другие ограничения задаются в виде:

$$R(l) \leq R^0, \quad W(l) \leq W^0, \quad \bar{M}(l) \leq \bar{M}^0, \quad \bar{E}(l) \leq \bar{E}^0, \quad A(l) \geq A^0.$$

Здесь скалярные и векторные величины с индексом \dots^0 описывают нормативно заданные значения. Нормативы могут быть установлены на государственном, муниципальном, ведомственном или корпоративном уровнях. Задание нормативов по эргономичности, кроме определенных законодательно, в действительности вряд ли следует ожидать. В этом случае таким нормативом может служить оценка эргономичности существующего оборудования.

Для грубой, но более простой по методике исполнения оценки вместо прогнозируемого изменения прибыли за счет переоснащения могут использоваться технологические функции, позволяющие оценить прогрессивность мероприятия переоснащения, т.е. формируемый производственный потенциал. В этом случае в целевой функции (1) в числе аргументов вместо прибыли Π должна использоваться технологическая

функция U (см. пункт 3.4.1) или ее усовершенствованный вариант, представленный в пункте 3.4.2. В этом случае не учитываются изменения объема выпуска продукции и величины прибыли предприятия. Оценка производится по косвенным показателям, отражающим следование общим тенденциям и, главное, целям научно-технического прогресса: сокращение живого труда, материалоемкости и энергоемкости.

§3.2 Математические модели оценки частных показателей вариантов технического переоснащения предприятий

3.2.1 Математическая модель оценки потенциально возможной валовой прибыли

Прибыль в обобщенной форме описывается следующим образом:

$$P_l = D_l - C_l; \quad P_{сц} = D_{сц} - C_{сц}, \quad (5)$$

где

$P_{сц}$, $D_{сц}$, $C_{сц}$ – прибыль, выручка и полные затраты при выпуске продукции на существующем оборудовании;

P_l , D_l , C_l – прибыль, выручка и полные затраты при l -ом варианте переоснащения.

Выручка, полученная на существующем оборудовании, вычисляется по формуле:

$$D_{сц}(T) = \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D n_d(t) \cdot k_{уз}^d \cdot \exp(-\Delta k_{уз}^d \cdot t) \cdot C_d(t) \cdot (1+v)^{-t}, \quad (6)$$

где

$n_d(t)$ – количество выпускаемых единиц товарной продукции d -ой номенклатуры на существующем оборудовании в t -ом году;

$k_{уз}^d$ – интегральный коэффициент износа оборудования технологических цепочек, используемых для изготовления изделий d -ой номенклатуры; этот коэффициент в общем случае усредняется для периода эксплуатации оборудования и отражает снижение производительности на

момент начала переоснащения ($t=0$); задается на основе статистики эксплуатации старого оборудования;

Δk_{uz}^d - интегральный коэффициент ежегодного изменения производительности технологических цепочек, используемых для изготовления изделий d -ой номенклатуры; он может задаваться на основе статистики путем точного расчета или экспертным способом интуитивной формализации опыта эксплуатации существующего оборудования;

$C_d(t)$ - прогнозируемая (договорная, контрактная или определенная в госзаказе) цена единицы товарной продукции d -ой номенклатуры в t -ом году;

v - норма дисконтирования будущих доходов; она может быть равна средней банковской ставке кредитов для промышленных организаций, установленной ренте на капитал предприятия или задаваться исходя из других соображений, вытекающих из финансовой политики предприятия.

Формула (6) описывает ожидаемые доходы в период T при реализации товарной продукции, произведенной на существующем оборудовании, приведенные к году, в котором запланировано техническое переоснащение. В каждом конкретном случае вместо экспоненты, описывающей снижение производительности и надежности оборудования, может использоваться другая зависимость или коэффициенты, назначаемые для каждого предстоящего года эксплуатации. Для малосерийного и единичного производства формула (6) упрощается за счет исключения экспоненты. В этих случаях, как правило, приобретает значение оперативность выполнения заказов на товарную продукцию. Формализованный учет этого ограничения при замене оборудования может быть осуществлен с помощью моделирования систем массового обслуживания (см. пункт 3.5.1).

Для вычисления значения усредненного коэффициента k_{uz}^d может использоваться формула:

$$k_{uz}^d = \sqrt[H^d]{\prod_{\substack{h \in \mathbf{H}, \\ \xi_{dh} \neq 0}} k_{uz}^h}, \forall d \in \mathbf{D}, \quad (7)$$

где

k_{uz}^h - коэффициент износа для h -го оборудования;

H^d – мощность подмножества номенклатур старого оборудования, используемого для изготовления d -го изделия; $H^d = \sum_{h=1}^H \xi_{dh}$.

$\xi_{dh} = \lambda_{hi} \cdot \rho_{di}$, если $\xi_{dh} = 1$, то для изготовления d -го изделия используется h -ое оборудование; $i=1(1)I$ - условный порядковый номер операции из рассматриваемого множества I всех операций, выполняемых для производства деталей из множества D .

Каждая номенклатурная единица оборудования (j -ое оборудование) реализует определенную совокупность операций обработки или перемещения предмета труда в рамках подмножества производственных операций, выполняемых на подмножестве оборудования (старого или нового), рассматриваемого в задаче технического переоснащения.

Возможности оборудования по выполнению операций описывает параметр λ_{ji} :

$$\lambda_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если на } j\text{-ом оборудовании может быть выполнена} \\ & i\text{-ая операция;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Потребности выполнения операций из множества I для создания изделий из множества D описывает параметр ρ_{di} :

$$\rho_{di} = \begin{cases} 1, & \text{если для изготовления } d\text{-го изделия требуется} \\ & \text{выполнение } i\text{-ой операции;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Аналогично вычисляется значение Δk_{uz}^h .

Если все заменяемое старое оборудование имеет один и тот же срок службы и гарантийный срок эксплуатации, то вместо формулы (6) целесообразно использовать выражение:

$$D_{cu}(T) = \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D n_d(t) \cdot k_{uz}^d \cdot \exp(-\Delta k_{uz}^d \cdot (t + t_{cu}^{эк} - t_{cu}^z)) \cdot C_d(t) \cdot (1+v)^{-t}, \quad (8)$$

где $t_{cu}^{эк}$, t_{cu}^z - соответственно количество лет, которое эксплуатируется существующее оборудование до момента переоснащения, и количество лет гарантийной эксплуатации существующего оборудования; здесь полагается, что во время гарантийной эксплуатации оборудование функционирует максимально эффективно.

Выручка, получаемая в результате технического переоснащения, вычисляется по формуле, аналогичной формуле (6):

$$D_l(T) = \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D n_d(t) \cdot k_{uz}^d \cdot \exp(-\Delta k_{uz}^d \cdot t) \cdot C_d(t) \cdot (1+v)^{-t} \quad (9)$$

Значения усредненного коэффициента k_{uz}^d рассчитывается по формуле:

$$k_{uz}^d = \sqrt[H_l^d]{\prod_{\substack{h \in H \\ \xi_{dh}=1 \\ \delta_{lh} \neq 1}} k_{uz}^h \cdot \prod_{\substack{j \in J \\ \xi_{dj}=1 \\ \mu_{jl}=1}} k_{uz}^j}, \quad (10)$$

где

$$\mu_{lj} = \begin{cases} 1, & \text{если при } l - \text{ом варианте переоснащения} \\ & \text{используется } j - \text{ое оборудование;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$\delta_{lh} = \mu_{lj} \cdot \zeta_{jh}$ - индикатор, который отражает замену h -го старого оборудования при l -ом варианте переоснащения; по определению $\delta_{lh} = 1$, если при l -ом варианте переоснащения используется новое j -ое оборудование, которое является подходящим для замены h -ого старого оборудования;

$$\zeta_{jh} = \begin{cases} 1, & \text{если } j - \text{ое оборудование может заменить } h - \text{ое;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

k_{uz}^h – коэффициент износа для h -го оборудования;

k_{uz}^j – коэффициент износа для j -го оборудования;

$\xi_{dj} = \lambda_{ji} \cdot \rho_{di}$; если $\xi_{dj}=1$, то для изготовления d -го изделия может использоваться j -ое оборудование;

H_l^d - мощность подмножества номенклатур существующего и нового оборудования, используемого для изготовления d -го изделия при l -ом варианте переоснащения;

$$H_l^d = \sum_{h \in \mathbf{H}} \xi_{dh} \cdot \delta_{lh} + \sum_{j \in \mathbf{J}} \mu_{jl} \cdot \xi_{dj} \quad (11)$$

Аналогично вычисляется значение Δk_{uz}^d .

В связи с тем, что в формулах (9) и (10) учитывается старое и новое оборудование, коэффициенты k_{uz}^h и Δk_{uz}^d могут иметь сильную зависимость от времени, поскольку новое оборудование не имеет износа. Для k_{uz}^j , используемых в формуле (10), целесообразно ввести различные значения для периода гарантийной и послегарантийной эксплуатации:

$$k_{uz}^j = \begin{cases} 0, & t \leq \tau_2^j \\ k_{uz}^j, & t > \tau_2^j \end{cases}, \quad \forall t \in [0; T],$$

где τ_2^j - срок гарантийной эксплуатации j -го оборудования.

Определение значений объема $n_d(t)$ выпуска d -го изделия на некотором (h -ом или j -ом) оборудовании

Если существующее оборудование работало на полную мощность, или увеличение выпуска продукции в период T исключается, или объемы заданы для каждого $t \in [0; T]$, то количество произведенной товарной продукции или d -ых изделий известно без вычислений. В противном случае, следует оценить потенциально возможный объем производства с тем, чтобы сравнить потенциально возможную прибыль от использования существующего

оборудования и потенциально возможную прибыль в результате переоснащения.

Расчет потенциальной прибыли в этом случае может быть получен при наилучших условиях распределения суммарного производственного времени (временного производственного ресурса) для выпуска объемов продукции той или иной номенклатуры, т.е. при использовании оптимальной производственной программы [20].

Здесь принимается допущение со степенью достоверности, стремящейся к 1, что каждая i -ая операция при изготовлении изделия выполняется один раз. Даже в случае отклонения практики от этого допущения в целях математического моделирования без потери точности можно полагать, что операция выполняется один раз, а ее возможную повторяемость учесть через искусственное адекватное увеличение ее длительности.

Время использования h -го оборудования определяется объемом выполняемых на нем операций в интересах изготовления изделий и вычисляется по формуле:

$$G_h = \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D n_d \cdot g_{id}^h + g_{co}^h \cdot \left(\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \rho_{di} \cdot \lambda_{hi} + 1 \right), \quad (12)$$

где:

g_{id}^h - продолжительность выполнения на h -ом оборудовании i -ой операции для производства d -ой продукции; если i -ая операция не требуется для изготовления d -го изделия ($\rho_{di} = 0$) или она не выполняется на h -ом оборудовании ($\lambda_{hi} = 0$), то g_{id}^h принимается равным нулю;

g_{co}^h - поправка к продолжительности выполнения каждой операции, учитывающая подготовку операций (установку заготовки, смену инструмента, шпинделя, станка и т.п.), эвакуацию изделия с оборудования; определяется как среднестатистическое время перехода от одной операции к другой (среднестатистическая продолжительность внутренней логистической операции на микроуровне, т.е. на уровне элементарных операций обработки

предмета труда); подход к определению поправки как некоторого среднестатистического значения диктуется тем, что для разных изделий, например, деталей машин, в общем случае требуется разный набор операций, а также различная степень выполнения каждой операции; эта поправка может определять основной выигрыш в производительности при замене станочных цепочек на универсальные станки или обрабатывающие центры.

Максимально выгодный объем производства продукции (т.е. количество производимых изделий каждой d -ой номенклатуры) на старом оборудовании при заданных производственных и рыночных ограничениях на ее объем находится как решение оптимизационной задачи для каждого года t из интервала $[1; T]$:

$$\Pi_{\text{цц}}(t) = \pi \left(\sum_{d \in \mathbf{D}} n_d(t) \right) \xrightarrow{\bar{N}(t)} \max \quad (13)$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} G_h \leq u_h \cdot \Phi_h^{p6}, h \in \mathbf{H} \\ n_d \leq n_d^{ul} = \min(n_d^{6bx}, n_d^{36}) \\ \sum_{d \in \mathbf{D}} n_d(t) \cdot r_{zd}(t) \leq r_{limz}(t), \forall z \in \mathbf{I} \end{cases},$$

где

Φ_h^{p6} – фонд времени работы h -го оборудования в течение года; формируется с учетом продолжительности и количества рабочих смен, профилактических мероприятий различного характера: штатное техническое обслуживание (в т.ч. цеховой или заводской инфраструктуры), мероприятия санитарной обработки рабочих мест и т.п.;

$\pi(\dots)$ – функция, описывающая отношения между количеством производимых изделий и прибылью; эта функция вычисляется на основе выражений (6) и (8); (порядок расчета себестоимости описан ниже в пункте 3.2.2);

r_{z0}^{ex} - требуемый объем ограниченного входного ресурса для изготовления d -го изделия, $d \in D$;

$z=1(1)G$ – условный порядковый номер некоторого вида ресурса, $z \in G$;

$r_{lim z}$ - предельно возможный объем z -го ресурса, который может быть предоставлен производству для выпуска изделий из множества D .

Второе ограничение для задачи (13) аналогично ограничению (3).

Третье ограничение отражает предельно возможный суммарный объем входа предмета труда в производственное пространство изготовления изделий из множества D . Например, для вытачивания различных деталей машин (разные элементы множества D) требуются одинаковые заготовки, для производства различных корпусных деталей требуются идентичные метизы и т.п. В связи с этим совокупность изготавливаемых изделий из множества D , которым требуется один и тот же входной продукт не может потребить больше результатов предыдущего труда, чем предоставляет этот входной поток. Подобного ограничения может и не быть, если поставка исходной продукции не ограничена.

Задача (13) может быть решена одним из методов дискретного математического программирования, в частности, методом линейного программирования, однако при существующих уровнях производительности ПЭВМ и достаточно ограниченном количестве альтернативных вариантов оптимальное решение можно найти простым перебором, не усложняя алгоритмику общей модели.

Решение задачи (13) определяет максимально возможную выручку, которую можно получить на существующем оборудовании (множество H), производя изделия в пространстве номенклатуры, задаваемой множеством D . Это решение $n_d^{max}(t)$ для каждого $d \in D$ следует подставить в выражение (6) или (8).

Для варианта технического переоснащения, когда объемы производства изделий из множества D не заданы аналогично решается задачи оптимизации

структуры производства изделий по критерию максимизации потенциально возможного дохода.

Время использования оборудования при некотором l -ом варианте переоснащения вычисляется аналогично выражению (12) по формулам:

$$\begin{aligned} G_j &= \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D n_d \cdot g_{id}^j \cdot \lambda_{ji} + g_{co}^j \cdot \left(\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \rho_{di} \cdot \lambda_{ji} + 1 \right) \\ G_h &= \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D n_d \cdot g_{id}^h \cdot \lambda_{hi} + g_{co}^h \cdot \left(\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D \rho_{di} \cdot \lambda_{hi} + 1 \right) \end{aligned} \quad (14)$$

Задача определения потенциально возможной прибыли при l -ом варианте переоснащения ставится и решается аналогично задаче (13) для старого оборудования.

$$\Pi_l(t) = \pi \left(\sum_{d \in \mathbf{D}} n_d(t) \right) \xrightarrow{\bar{N}(t)} \max \quad (15)$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} G_h \leq u_h \cdot \Phi_h^{pe}, h \in \mathbf{H} \\ G_j \leq u_j^l \cdot \Phi_j^{pe}, j \in \mathbf{J} \\ n_d \leq n_d^{ul} = \min(n_d^{6bx}, n_d^{36}) \\ \sum_{d \in \mathbf{D}} n_d(t) \cdot r_{zd}^{6x}(t) \leq r_{limz}(t), \forall z \in \mathbf{\Gamma} \end{cases}$$

3.2.2 Математическая модель оценки затрат на техническое переоснащение

Затраты на какой-либо вариант оснащения производства складываются из стоимости нового оборудования, затрат на осуществление переоборудования и эксплуатационных расходов в течение заданного периода времени. В качестве такого периода целесообразно рассматривать длительность жизненного цикла типового оборудования в типичных рыночных условиях. Этот период в современных реалиях для сложного обрабатывающего оборудования составляет 10-15 лет.

Затраты на переоборудование включают следующие основные составляющие:

$C_h^{дем}$ - демонтаж старого оборудования;

$C_j^{цена}$ - рыночная стоимость приобретения нового оборудования, включая, если требуется, соответствующую технологическую оснастку и др.;

$C_j^{уст}$ - установка нового оборудования;

$C_j^{нал}$ - наладка нового оборудования;

$C_j^{уч}$ - обучение рабочих и инженеров эксплуатации нового оборудования;

$C_j^{инф}$ - разработка и внедрение программно-информационного обеспечения;

$C_j^{инб}$ - проведение мероприятий по проверке и защите оборудования в рамках мероприятий по обеспечению информационной безопасности;

$C_j^{доп}$ - другие сопутствующие затраты, которые могут формироваться в каждом конкретном случае производственной ситуации;

$D_l^{ном}$ - потеря дохода вследствие прерывания производственного цикла предприятия при l -ом варианте переоснащения; возможно, если отсутствуют резервные площади и предприятие работает на массовый рынок.

С другой стороны, затраты на технологическое переоснащение должны быть уменьшены на выручку z_h^{ym} от утилизации или продажи снятого оборудования каждого h -го образца.

Эксплуатационные расходы составляют следующие статьи, которые представляют собой удельные приведенные расходы на выполнение операций по изготовлению d -го изделия на единице h -го или j -го оборудования:

$C^{зар}$ - заработная плата работников, эксплуатирующих и обслуживающих оборудование;

$(k^{нач} \cdot C^{зар})$ - начисления, налоги и сборы на заработную плату работников, эксплуатирующих и обслуживающих оборудование;

C^{mat} - расход материалов;

$C^{эн}$ - затрачиваемая в ходе эксплуатации энергия (электроэнергия);

$C^{рас}$ - расходные материалы для производства (сверла, резцы, абразивные поверхности, масла, вода, хладагенты, теплоносители, различные газы и т.д.);

$C^{то}$ - техническое обслуживание (включая запасные части и расходные материалы для обслуживания оборудования), в т.ч. силами изготовителя или специальных сервисных центров;

$C^{рем}$ - потенциальный ремонт оборудования, включая запасные части;

$C^{ам}$ - амортизация;

$C^{имн}$ - налог на имущество;

$C^{доп}$ - другое; эта статья расходов учитывает различные специфические расходы для каждого предприятия в каждой ситуации планирования, которые невозможно учесть на уровне разработки методики общего применения в отрасли.

Возможно, что из-за прерывания производственного цикла на время технического обслуживания или ремонта предприятие потеряет прибыль, если рассматриваемое оборудование работает на массовый рынок. Эти потери учитываются коэффициентом износа $k_d^{из}$ (см. выражения (6)-(9)).

Эксплуатационные расходы могут быть уменьшены, если производитель, поставщик, дилер оборудования и сервисная организация предоставляют скидки $Z^{скид}$ на техническое обслуживание, ремонт и т.п.

Таким образом, выражение для расчета затрат на изготовление некоторого объема изделий при эксплуатации существующего оборудования выглядит следующим образом:

$$C_{ци} = \sum_{h \in H} \left(\left(c_h^{рем} \left(\frac{N_h}{u_h} \right) + c_h^{мо} + c_h^{ам} + c_h^{имн} \right) \cdot u_h + c_h^{дон} - z_h^{скид} \right) + \left(\sum_{d \in D} n_d \cdot \left((1 + k^{нач}) \cdot c_{dh}^{zap} + c_{dh}^{мам} + c_{dh}^{эн} + c_{dh}^{pac} \right) \right), \quad (16)$$

где

u_h - количество образцов h -го оборудования;

N_h - общее количество изделий, изготавливаемых на h -ом оборудовании;

$$N_h = \sum_{d \in D} n_d \cdot \xi_{dh}.$$

Стоимость ремонта, как следствие неисправностей, зависит от эксплуатационной нагрузки, что и отражает первое слагаемое в выражении (16).

Строго говоря, параметры в правой части этого выражения могут изменяться от года к году, поэтому при исследовании экономической эффективности с использованием общего выражения (6) и ему подобных следует уточнять ежегодные значения аргументов в (16).

Теория и методология расчета затрат на производство продукции, включая расходы труда, отработана детально и широко применяется на практике экономическими и финансовыми подразделениями предприятий. В частности, детально и обстоятельно эти вопросы рассмотрены в [55, 58]. Поэтому описывать каким образом вычисляются аргументы в правой части (16) в рамках настоящей работы смысла нет.

Сложнее выглядит модель для расчета затрат на производство в результате переоснащения.

Пусть $C_l^{мон}$ - затраты на переоборудование в соответствии с l -ым вариантом.

$$C_l^{мон} = \sum_{h \in H} \delta_{lh} \cdot u_h \cdot (c_h^{дем} + D_l^{ном}) + \sum_{j \in J} (c_j^{унф} + c_j^{дон} + u_j \cdot (c_j^{цена} + c_j^{уст} + c_j^{нал} + c_j^{уч} + c_j^{инб})) \quad (17)$$

$$D_l^{ном} = \sum_{h \in H} \sum_{d \in D} \delta_{lh} \cdot \tau_{lh}^{неп} \cdot n_d \cdot \delta_{hd} / \Phi_h^{рв}, \quad (18)$$

где $\tau_l^{неп}$ - время, требуемое для переоснащения при l -ом варианте.

Каждое слагаемое правой части (17) отражает затраты труда, энергии, материалов.

Американский инженер Т.П. Райт заметил, что при производстве самолетов каждое удвоение серии сокращает на 20 % требуемое время для создания последнего образца в серии [59]. Это, происходит, видимо, за счет обучения, приобретения необходимой сноровки, отладки взаимодействия и т.п. Впоследствии экономическая практика неоднократно подтвердила эту закономерность при осуществлении многоступенчатых и разнообразных технологических и производственных процессов, которые требуется выполнить для создания сложной техники.

Пусть:

$\tau^{мп}$ - трудозатраты, измеряемые временем;

$K^{обуч}$ - коэффициент обучения; (в закономерности Райта $K^{обуч} = 0.8$);

$\tau_1^{мп}$ - трудозатраты, измеряемые временем, для производства первого изделия (выполнения некоторых работ, например, по демонтажу или монтажу) в первый раз;

$N_{\underline{0}}$ - номер мероприятия (изделия) по порядку исполнения.

В соответствии с закономерностью Райта для u -го по счету изделия или, в нашем случае мероприятия по демонтажу или монтажу, время на выполнение вычисляется по формуле:

$$\tau^{мп} = \tau_1^{мп} \cdot N_{\underline{0}}^e, \quad (19)$$

$$e = \ln(k^{обуч}) / \ln 2$$

Общие трудозатраты на все I мероприятия равны $\sum_{N_2=1}^I \tau_1^{mp} \cdot N_2^e$.

Вероятно, значение коэффициента обучения, замеченное около 90 лет тому назад (двумя технологическими укладами раньше), уменьшается с развитием технологий управления качеством, стандартизации и автоматизации, в результате применения предварительного моделирования различных процессов, а также обратно зависит от сложности исследуемых мероприятий. Таким образом, нельзя ожидать, что в современных условиях организации производства на изготовление восьмого образца сложной техники, такого как космический аппарат, подводный аппарат, ракета-носитель, потребуется времени в два раза меньше, чем на первый. Тем более подобное сомнение оправданно для изготовления серийных деталей машин на станках с ЧПУ или обрабатывающих центрах.

Мы полагаем, что значение коэффициента обучения необходимо устанавливать в каждом конкретном случае. Исходить из удвоения серии мероприятий для определения коэффициента обучения, как правило, психологически удобно, однако, это не обязательное условие. Можно рассматривать и другую кратность серии, но тогда необходимо адекватно поменять значение аргумента в логарифме, стоящем в знаменателе во второй части выражения (19).

Выражение (18) позволяет лишь оценить возможные потери дохода. Эти потери можно сократить за счет рационального постепенного вывода экземпляров оборудования и других мероприятий, которые должны учитываться в плане по переоснащению. Достаточно адекватно и приемлемо просто описать это на уровне универсальной математической модели невозможно.

Затраты на производство множества D деталей при реализации l -го варианта переоснащения на единичном интервале времени t вычисляются по формуле:

$$\begin{aligned}
C_l = & \sum_{h \in H} (1 - \delta_{lh}) \cdot \left(\left(c_h^{рем} \left(\frac{N_h}{u_h} \right) + c_h^{mo} + c_h^{ам} + c_h^{умн} \right) \cdot u_h + c_h^{дон} - z_h^{скид} \right) + \\
& + \sum_{j \in J} \left(\left(c_j^{рем} \left(\frac{N_j}{u_j} \right) + c_j^{mo} + c_j^{ам} + c_j^{умн} \right) \cdot u_{jl} + c_j^{дон} - z_j^{скид}(u_{jl}) \right) + (20) \\
& + \sum_{d \in D} n_d \cdot \sum_{i \in I} \left((1 - \delta_{li}) \cdot \left((1 + k^{нач}) \cdot c_{idh}^{zap} + c_{idh}^{mam} + c_{idh}^{эн} + c_{idh}^{pac} \right) + \right. \\
& \left. + \mu_{lj} \cdot \left((1 + k^{нач}) \cdot c_{idj}^{zap} + c_{idj}^{mam} + c_{idj}^{эн} + c_{idj}^{pac} \right) \right)
\end{aligned}$$

В общем случае рассмотрение вариантов оснащения производства должно учитывать, что существующее оборудование, возможно, не выработало ресурс и его жизненный цикл по техническим параметрам может продолжаться. В этом случае в затратах должны учитываться амортизационные отчисления на старое оборудование (в выражении (20) не показаны для упрощения записи), если оно не реализовано по остаточной балансовой стоимости.

Общие затраты на рассматриваемом интервале времени T вычисляются по формуле:

$$\begin{aligned}
C_{сц}^T &= \sum_{t=1}^T C_{сц}(t) \cdot (1 + \nu)^{-t} \\
C_l^T &= \sum_{t=1}^T C_l(t) \cdot (1 + \nu)^{-t} + C_l^{мон}
\end{aligned} \tag{21}$$

3.2.3 Оценка влияния качества выполнения технологических операций

Качество выполнения операций на новом технологическом оборудовании \bar{Q}^j в общем случае может иметь влияние на оценку различных рассматриваемых в настоящей модели параметров: рыночную цену товарной продукции, ресурсоемкость, трудозатраты.

В первом случае мы полагаем, что изделия изготавливаются с заданным качеством, определяемым техническими возможностями, и потребителю предлагается то, что есть. Соответственно, в зависимости от рыночной конъюнктуры определяется допустимая продажная цена для поддержания конкурентоспособности и обеспечения сбыта (см. в частности [60-62]).

Во втором случае речь может идти о величине отходов (например, из-за ширины распила), брака, расхода энергии на переделку, доделку и т.п.

Трудоемкость зависит от качества, когда вследствие недостаточно точной обработки изделий в технологический процесс включаются операции, в т.ч. ручные, по их доведению до кондиции, проверке и др.

Указанные варианты влияния качества на производственный процесс могут сочетаться между собой в различных комбинациях, поскольку они друг друга не исключают.

Расчеты для каждого случая в теории и практике известны, в частности, [51, 55, 58]. Они могут применяться, в т.ч. в модифицированном виде, если это требуется, для каждой конкретной продукции и конкретных технологических особенностей производства.

Здесь целесообразно отметить только то, что для уточнения цены на товарную продукцию в зависимости от качества целесообразно использовать кривые равного предпочтения, построенные на основе теории полезности [63-66]. Этот подход применительно к моделированию интегральной функции полезности для вариантов технического переоснащения изложен в пункте 3.3.1. С нашей точки зрения, он имеет приемлемую сложность и заслуживает более широкого практического применения при решении задач, имеющих стратегическое значение.

Что касается влияния качества на ресурсоемкость и трудоемкость, то здесь требуется описание технологических процессов с использованием теории графов, инженерно-экономические расчеты, а также экспертные и статистические оценки затрат живого труда, материалов и энергии с

использованием конкретного набора исходных данных применительно к конкретным условиям производства и продукции.

3.2.4 Оценка второстепенных частных показателей функции полезности вариантов технического переоснащения

Математические модели оценки значений частных показателей, кроме прибыльности, которая рассмотрена выше, не имеют методических особенностей. Модели, касающиеся удовлетворения требований по ресурсоемкости и трудоемкости, полностью соответствуют моделям оценки трудоемкости и ресурсоемкости, используемым при оценке затрат (см. пункт 3.2.2).

Модели оценки экологичности разрабатываются на основе изучения конкретных физических и производственных процессов и в общем случае невозможны. Однако для оценки ФП по критерию вредных выбросов могут использоваться оценки затрат, возникающих в связи с этим. Математическая модель для оценки таких затрат в общем виде выглядит следующим образом [55]:

$$C_{\text{экол}} = k_{\text{инф}} \cdot k_{\text{рас}} \cdot \gamma_v \cdot \sum_{v=1}^V c_{\text{нзв}} \cdot M_{\text{ввв}} , \quad (22)$$

где

$k_{\text{инф}}$ - коэффициент учета инфляции (индексации);

$k_{\text{рас}}$ – коэффициент расположения зоны загрязнения;

γ_v – показатель относительной опасности выброса v -го вредного вещества;

$c_{\text{нзв}}$ – ставка платы за загрязнение v -ым вредным веществом в пределах установленного лимита;

$M_{\text{ввв}}$ – масса v -го вредного вещества, принимая для расчета платы за загрязнение при аварийной обстановке.

Показатели относительной опасности определяются на основе нормативных документов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»¹ и Санитарных правил и норм «Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПиН 2.1.5.980-00»² :

$$\gamma_v = 1/ПДК_v$$

В числе показателей эргономичности, как правило, используются следующие:

- уровень шума;
- уровень вибрация;
- безопасность, т.е. вероятность нанесения травмы рабочему в результате его ошибки или неисправности оборудования;
- комфортность работы.

Модели оценки эргономичности, также, как и экологичности, представляют собой отдельные направления исследований. Однако здесь уместно сделать одно методическое замечание, что влияние выше указанных параметров на эргономичность может быть описано функциями полезности на основе экспертных оценок. В упрощенном варианте оценки – с использованием методики вычисления длины вектора в пространстве учитываемых параметров эргономичности, описывающего интегральный уровень эргономичности по нормированной шкале [68]. Эти модели описаны в §3.3.

§3.3 Модели оценки интегрального значения целевой функции вариантов технического переоснащения

Наиболее распространенным и в то же время примитивным способом описания интегрального показателя F является его представление в виде средневзвешенной суммы частных показателей φ_p с фиксированными

¹ Введены в действие Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.05.2003 г. № 114 с 25.06.2003 г. (с изменениями и дополнениями от 3 ноября 2005 г. и 4 февраля 2008 г.).

² Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000 г. (с изменениями от 04.02.2011 и от 25.09.2014).

весовыми коэффициентами z_p на всей области определения частных показателей:

$$F = \sum_{p=1}^P z_p \cdot \varphi_p, \quad (23)$$

где P – число частных показателей и $\sum_{p=1}^P z_p = 1$.

Главная проблема расчетов по этой формуле - вычисление весов z_p , если частные показатели нельзя сопоставить с какой-либо одной шкалой, например, стоимостной. Кроме того, игнорируется необходимость проверки выполнения гипотезы об аддитивной независимости частных показателей при интеграции их в обобщенный показатель. В результате формальное применение средней взвешенной суммы, как правило, влечет за собой серьезные методические ошибки. На практике это означает, что могут быть получены выводы весьма далекие от истины. Вплоть до того, что по формальному показателю отрасль или предприятие развивается успешно, а в действительности имеет место застой или даже снижение ранее достигнутого уровня.

Таким образом, при решении многокритериальной задачи возникают, прежде всего, две методологические трудности [68]:

- как найти и описать компромисс между частными показателями, характеризующими состояние исследуемого объекта, и сопоставить его с комплексной оценкой;

- в каких единицах, и по какой шкале оценить состояние в целом, а не по отдельным частным показателям.

Первая из них разрешается через скаляризацию критериев, а вторая через интерпретацию скалярного критерия в естественных интуитивно-понятных величинах. Последнее не всегда обязательно, поскольку практически часто важно получить не какие-либо абсолютные оценки альтернатив решения, а оценки, позволяющие ранжировать решения независимо от состава сравниваемых вариантов. «Физическая» интерпретация

скалярного критерия способствует лишь объяснению предлагаемых решений высшему руководству.

Методы поиска компромисса при скаляризации строятся на принципах:

- равномерности;
- абсолютной уступки;
- выделения главного критерия;
- максимизации отношения, устанавливаемого на множестве взвешенных показателей.

Последний принцип наиболее распространен. Обычно он реализуется одним из пяти методов:

1) $F = \sum_{p=1}^P z_p \cdot \varphi_p$ - арифметический;

2) $F = \prod_{p=1}^P \varphi_p^{z_p}$ - геометрический;

3) $F = \frac{\sum_{p=1}^P \varphi_p}{\sum_{p=1}^P \frac{\varphi_p}{z_p}}$ - среднегармонический;

4) $F = \sum_{p=1}^P z_p \cdot \lg \varphi_p$; 5) $F = \sqrt{\sum_{p=1}^P z_p \cdot (1 - \varphi_p)^2}$,

где

φ_p - значение частного показателя, как правило, нормированного интервалом [1; 0];

z_p - коэффициент важности p -го частного показателя; $\sum_{p=1}^P z_p = 1$;

P - количество рассматриваемых показателей.

Кроме того, что указанные методы не отличаются высокой стабильностью [69], им присущ еще ряд недостатков, связанных с их сущностной природой.

Во-первых, не всегда ясен их смысл. В связи с этим часто неоднозначен выбор того или иного метода, что важно, т.к. они приводят к различным численным значениям комплексного показателя.

Во-вторых, методические подходы к получению коэффициентов важности, как правило, не учитывают внутренние логические связи между частными показателями в структуре предпочтений эксперта в отношении значений комплексной оценки.

Решает проблему использование функций полезности [63-66].

3.3.1 Использование функций полезности для описания интегральной функции предпочтений при выборе вариантов технического переоснащения

Выбор ФП как теоретической основы разработки настоящей модели объясняется следующим:

- метод построения ФП фактически является способом декомпозиции проблемы оценки; шаг за шагом он последовательно разрешает неопределенность представления лица, принимающего решение, (далее – ЛПР) о своих собственных предпочтениях;

- частные ФП отражают нелинейность (и часто экспоненциальный характер) предпочтений ЛПР относительно значений частных показателей;

- вместо принятых в «свертках» коэффициентов важности используются коэффициенты замещения, которые по своему содержанию отражают баланс предпочтений ЛПР между парами частных показателей, т.е. каким «расходом» одного показателя он готов пожертвовать для увеличения значения другого на заданную величину.

Полезность устанавливается на основании предпочтений ЛПР относительно исходов различных вариантов решения. Эта теория реализует прескриптивный подход, заключающийся в том, что ЛПР не предоставляется готовое решение, а даются рекомендации, как следует с системных позиций подходить к определению и структуризации целей, к установлению их возможной взаимной компенсации, к сбалансированности различных видов риска. В этом состоит принципиальное отличие методов теории полезности от методов прямого экспертного оценивания, поскольку в случае последних эксперту предлагается «беспристрастно» количественно описать те или иные

объекты, в то время как при определении полезности ему необходимо описать собственное отношение к различным последствиям решения, «тяжесть» которых он сам же и испытывает [70].

Следует отметить, что ФП могут быть определены не на всех структурах исходных данных [66, 71], однако для рассматриваемых в настоящей задаче частных параметров выполняется аксиома Архимеда [71]: *на области определения значений показателя присутствуют только истинно конкурирующие значения, и нет ни бесконечно более других предпочтительных, ни абсолютно бесперспективных.* Это является достаточным условием существования вещественно-значной функции, сохраняющей соответствующий порядок на области значений показателя, и единственной с точностью до положительного линейного преобразования.

Анализ предложенных в фундаментальных работах [63-66] рекомендаций и методик построения комплексной функции полезности, позволил вывести следующую формальную алгоритмизированную процедуру.

1) Проверка допущений о независимости показателей по предпочтению с тем, чтобы использовать эти допущения для построения общей структуры предпочтений и определения функционального вида многомерной ФП.

В случае положительного результата, функция представляет собой мультипликативное или аддитивное выражение от частных ФП, каждая из которых отражает предпочтения по одному из показателей, в противном случае, построение ФП более трудоемко.

В случае задачи (1) (см. пункт 3.1.2) установлено, что выполняется условие аддитивной независимости по полезности для частных показателей. Это означает, что интегральная ФП линейно зависит от значений частных ФП. Другими словами, не наблюдается кумулятивный эффект в пространстве значений показателей, т.е. значения одного показателя не усиливают эффект влияния на интегральную ФП значений некоторого другого показателя.

В этом случае интегральная ФП представима в простой аддитивной форме:

$$F = \sum_{p \in P} z_p \cdot \varphi_p(m_p) ,$$

где $z_p, \varphi_p(m_p)$ - коэффициент замещения для p -го частного показателя, частная ФП по показателю m_p .

Любая аддитивная по учитываемым частным критериям ФП всегда отображает компенсационное предпочтение.

Представленная в общем виде (1) интегральная ФП в зависимости от постановки задачи и предпочтений ЛПР может быть сведена к одномерной функции, где в качестве критерия задается максимизация приращения прибыли, а остальные критерии приобретают сатисфакционный характер, т.е. соответствующие показатели должны лишь удовлетворять заданным ограничениям.

2) Построение частных ФП (одномерных ФП).

Процесс построения основан на том, что эксперту по специально разработанной методике предлагаются различные неопределенные ситуации для их эквивалентной замены детерминированными значениями показателя – используется идея детерминированного эквивалента. Вероятность лучшего исхода по определению есть значение ФП от соответствующего детерминированного значения показателя, эквивалентного по предпочтению неопределенности ситуации. Для реализации этого метода ниже предложена анкета.

Для некоторых случаев строго доказана справедливость экспоненциального вида частных ФП. В общем случае процесс построения ФП завершается подбором аналитического выражения для интерполяции полученных точек.

3) Анализ ценностных соотношений для определения коэффициентов замещения между показателями.

Для оптимизации усилий на выполнение такого анализа показатели вначале упорядочиваются по возрастающей значимости (для этого могут использоваться различные методы); затем устанавливаются соотношения типа

$$z_{p^*} = z_{p^{**}} \cdot \varphi_{p^{**}}(m_{p^{**}}^+) ,$$

где

z_{p^*} и $z_{p^{**}}$ - коэффициенты замещения для p^* -го и p^{**} -го показателей, характеризующих некоторую альтернативу;

$\varphi_{p^{**}}(m_{p^{**}}^+)$ - значение функции полезности p^{**} -го показателя для его значения $m_{p^{**}}^+$.

Такое соотношение для каждой пары выводится как результат ответов на вопрос:

Каково должно быть значение $m_{p^{**}}$, чтобы два разных последствия:

а) значение p^* -го показателя - наилучшее, p^{**} -го - наихудшее, а значения остальных показателей на фиксированных уровнях;

б) значение p^* -го показателя - наихудшее, p^{**} -го равно $m_{p^{**}}^+$, а значения остальных показателей на тех же фиксированных уровнях, были равноценны.

Следующим шагом является определение одного коэффициента и расчет по нему остальных.

Процесс построения функции полезности $\varphi(m_p)$ должен быть в значительной степени формализован. Для этого могут быть использованы анкеты экспертного опроса методом интервью.

Анкета

1. Представьте, что Вы стоите перед дилеммой:

Принять некоторое решение, которое позволит с равной вероятностью получить либо _____ **или** _____
наилучшее значение показателя, либо - наихудшее

Удовлетвориться некоторым гарантированным значением показателя (детерминированным эквивалентом), которое может быть наверняка обеспечено другим комплексом мер

Назовите такое значение m_p , при котором Вы не можете однозначно разрешить эту дилемму:

$m_{p4} =$

2. Прodelайте процедуру аналогичную пункту 1, изменив лучшее (максимально достижимое) значение показателя m_p равное 1 (с учетом нормирования множества значений показателя на интервале $[0; 1]$) на m_{p4} :

$$m_{p2} =$$

4. Прodelайте процедуру аналогичную пункту 1, изменив худшее значение показателя m_p равное 0 на m_{p4} :

$$m_{p6} =$$

5. Прodelайте, процедуру аналогичную пункту 1 для каждого интервала:

$$[0; m_{p2}]; [m_{p2}; m_{p4}]; [m_{p4}; m_{p6}]; [m_{p6}; 1];$$

$$m_{p1} = \quad m_{p3} = \quad m_{p5} = \quad m_{p7} =$$

После заполнения анкеты необходимо рассмотреть функцию $\chi(m_p; \Delta m_p)$, представляющую собой надбавку за риск, на предмет постоянства ее значения для любого m_p из интервала $[\Delta m_p; 1 - \Delta m_p]$ при любом значении Δm_p .

Надбавка за риск вычисляется по формуле:

$$\chi(m_p; \Delta m_p) = m_p^0 - m_p,$$

где m_p^0 - детерминированный эквивалент варианта принятия решения $\langle \Delta m_p; 0.5; 1 - \Delta m_p \rangle$, при котором с равной вероятностью (0.5) могут быть обеспечены значения показателя равные Δm_p и $(1 - \Delta m_p)$.

Если ЛПР (аналитик) затрудняется дать ответ, а практически, как правило, именно так дело и обстоит, то вначале ему нужно предложить проверить указанную гипотезу для нескольких значений m_p при заданном Δm_p . Эту процедуру следует проводить до тех пор, пока окончательно не сложится мнение ЛПР.

Для каждого Δm_p целесообразно рассматривать 3÷5 значений m_p , равномерно распределенных по промежутку допустимых значений.

В том случае, если оказывается, что отношение ЛПР к риску действительно не зависит от значения m_p , т. е. надбавка $\chi(m_p; \Delta m_p)$ постоянна на множестве задания m_p для любого возможного Δm_p , то на ФП накладываются жесткие ограничения. С учетом нормализации ФП интервалом $[0; 1]$ справедливы выражения:

$$\varphi(m_p) = \frac{e^\theta - e^{\theta \cdot m_p}}{e^\theta - 1}, \quad \text{если } \chi(m_p; \Delta m_p) < 0;$$

$$\varphi(m_p) = 1 - m_p, \quad \text{если } \chi(m_p; \Delta m_p) = 0;$$

$$\varphi(m_p) = \frac{e^{\theta \cdot m_p} - e^\theta}{1 - e^\theta}, \quad \text{если } \chi(m_p; \Delta m_p) > 0.$$

Для того чтобы найти значение параметра θ достаточно решить соответствующее уравнение, например,

$$\frac{e^\theta - e^{\theta \cdot m_p}}{e^\theta - 1} = 0.5.$$

e в данном случае – основание натурального алгоритма.

Важно отметить, что по опыту работы с экспертами можно сделать априорное предположение, что государственные чиновники и топ-менеджеры в вопросах принятия сложных многофакторных стратегических решений не склонны к риску.

Если же это условие не выполняется, тогда следует осуществить стандартные процедуры интерполяции и определение аналитического вида ФП, например, в виде полинома n -ой степени (или меньше), где n – количество точек, использованных в вышеприведенной анкете.

3.3.2 Определение интегральной функции методом вычисления расстояния в пространстве показателей

Для определения интегральной скалярной функции, описывающей предпочтения вариантов решения, в векторном пространстве показателей может быть использован подход, упрощенный по сравнению с аппаратом функций полезности [67].

Зачастую для этого используется взвешенная сумма значений частных показателей, нормированных на интервале $[0; 1]$. При этом в качестве базы для нормирования выбираются максимальные и минимальные значения показателей по выборке сравниваемых вариантов решения.

Математическое представление нормированных показателей выглядит следующим образом:

$$m_p^{нор} = \frac{m_p - m_p^{min}}{m_p^{max} - m_p^{min}} \quad \text{или} \quad m_p^{нор} = \frac{m_p^{max} - m_p}{m_p^{max} - m_p^{min}}, \quad (24)$$

где

m_p – значение p -го частного показателя варианта решения, m_p^{min} – минимальное, а m_p^{max} – максимальное значения p -го частного показателя вариантов решений на всем множестве рассматриваемых вариантов решений.

Если увеличение качества решения пропорционально росту значения рассматриваемого p -го частного показателя варианта решения, то используется левая формула, в противном случае – правая.

Здесь за базу нормирования принимается разброс значений рассматриваемых вариантов решений.

Другим вариантом нормирования является приведение значения некоторой характеристики к максимальному значению этой характеристики, опять же, в пространстве рассматриваемых вариантов решений.

$$m_p^{нор} = \frac{m_p}{m_p^{max}}; \quad m_p^{нор} = \frac{m_p^{min}}{m_p} \quad (25)$$

Если увеличение качества решения пропорционально росту значения рассматриваемого p -го частного показателя варианта решения, то используется левая формула, в противном случае – правая.

Подобные подходы рассмотрены в работе [72] и показана их принципиальная неприемлемость, поскольку выбор базы нормирования влияет не только на абсолютные значения целевой функции, но и, главное, на ранги рассматриваемых альтернатив. Последнее обстоятельство не позволяет объективизировать обоснование принятия решения с помощью формализованных методов. Однако неприемлемо и предложенное в указанной работе решение проблемы, когда за базу для нормирования принимаются характеристики некоторого эталонного образца (решения) из множества известных. Выбор некоего лучшего образца в качестве опорного также не позволяет построить формализованный критерий устойчивый по отношению к количеству рассматриваемых альтернатив и смене эталонного образца. В современных условиях ускоренного научно-технического прогресса эталонные образцы меняются несколько раз в год. Кроме того, при решении социально-экономических задач никакого эталонного образца может не быть в принципе. Невозможно построить формализованный критерий ранжирования альтернатив, устойчивый к смене эталонного образца.

Недостатки подхода обусловлены тем, что попытка найти объективную форму описания предпочтений строится на субъективном выборе диапазона изменения рассматриваемой величины, который не позволяет получать устойчивые результаты при введении относительных величин оценки показателей. Под устойчивостью здесь понимается сохранение порядка предпочтений вариантов решений независимо от включения в рассмотрение новых альтернатив.

Решением задачи может быть вычисление значения целевой функции на основе измерения расстояния в векторном пространстве показателей от точки, соответствующей некоторой альтернативе, до крайней точки рассматриваемого пространства. Крайняя точка соответствует идеальному максимально достижимому состоянию. Нормирование в этом случае

используется только для обеспечения сопоставимости влияния частных показателей на интегральную функцию предпочтения. Нормированные значения характеристик каждого варианта решения никак не зависят от множества рассматриваемых вариантов [67].

В этом случае интегральная функция предпочтений может быть представлена как длина вектора, описывающего вариант решения, имеющего P координат:

$$F = \sqrt{\sum_{p=1}^P (z_p \cdot m_p^o)^2} \quad (26)$$

где

$p=1(1)P$ – условный порядковый номер учитываемого показателя качества решения (координата в пространстве оценки альтернатив);

m_p^o – нормированное значение p -го показателя качества решения;

z_p – коэффициент замещения (важности, веса) p -го показателя.

Нормированные значения показателей вычисляются по формуле:

$$m_p^o = \frac{m_p}{m_{max}}, \quad (27)$$

где m_{max} – максимально возможное значение (теоретически или практически предельное значение рассматриваемого показателя).

Точка отсчета (начало координат в рассматриваемом векторном пространстве) соответствует минимально возможным значениям показателей и совпадает с нулем. В этом случае нормирование используется только для обеспечения сопоставимости влияния частных показателей на интегральную функцию предпочтения. В такой модели интегральной функции предпочтения варианты решения оцениваются не относительно друг друга, а по удаленности относительно не зависящей от них точки отсчета в пространстве решений.

Принципиальным вопросом является определение коэффициентов z . Выше был рассмотрен способ получения коэффициентов замещения. В следующем пункте будет описан еще один, более простой, но менее объективный способ их вычисления.

3.3.3 Определение коэффициентов важности методом попарного сравнения

Вместо коэффициентов замещения можно использовать веса, вычисляемые по алгоритму парных сравнений [42].

Каждому эксперту или лицу, принимающему решение, предлагается заполнить таблицу 5, аналогичную тем, которые ведутся на турнирах по игровым видам спорта.

Пусть p – условный порядковый номер частного показателя из списка показателей ($p=1(1)P$).

Если 2-ой показатель важнее, чем p^* -ый, то в ячейку, расположенную на пересечении 2-ой строки и p^* -го столбца вносится 2, в противном случае – 0. Если ответ дать затруднительно, или эксперт считает, что критерии равноценны, то в соответствующую ячейку ставится 1.

Сравнение пар показателей осуществляется по очень грубой шкале (всего три значения), однако за счет того, что для каждого показателя используется несколько измерителей его важности в виде множества других частных показателей, точность относительных оценок оказывается достаточно высокой. В то же время, очевидно, что метод дает более адекватные и устойчивые результаты при возрастании количества сравниваемых показателей (альтернатив и т.п.).

Таблица 5 – Попарное сравнение важности частных показателей

№ критерия	1	2	...	p^*	...	P
1						
2				2		
...						
p^*		0				1
...						
P	0			1		

Следует отметить, что сравнение попарной предпочтительности может осуществляться и по шкале, имеющей больше градаций, например, «сильное предпочтение», «слабое предпочтение», «безразлично». Однако суть дела это не меняет и в настоящей задаче нецелесообразно.

В матрице, представленной в виде таблицы 5, собраны относительные значения приоритетов. Далее необходимо вычислить абсолютные веса показателей.

Для вычисления абсолютных значений приоритетов, которые используются для скаляризации векторных предпочтений (вычисления интегральных функций предпочтений, полезности и т.п.) существует ряд способов, в частности, предложенный в [42] метод, использующий собственные значения обратно симметричной квадратной матрицы.

Получить достаточно приемлемые результаты, но обладающие преимуществом методической простоты и ясности можно путем определения абсолютного веса как доли полученных «очков» в общей их сумме.

Приоритет p -го критерия z_p рассчитывается по формуле:

$$z_p = \frac{\sum_{a=1, p \neq a}^P b_{pa}}{P \cdot (P - 1)}, \quad (28)$$

где b_{pa} - значение в ячейке, стоящей на пересечении p -ой строки и a -го столбца.

Методу присущи некоторые недостатки, которые не позволяют рассматривать его результаты как абсолютно точно отражающие структуру предпочтений ЛПР. Во-первых, отсутствует объективная основа для определения диапазона измерения важности. Во сколько раз наиболее важный показатель (победитель) важнее (сильнее) показателя, занявшего последнее место? Во-вторых, результаты вычисления абсолютных весов существенно зависят от выбранного численного эквивалента наименьшего значения шкалы сравнения. Например, если выбрана «спортивная шкала» (0; 1; 2), то в какой-либо строке матрицы могут оказаться одни нули и соответствующий показатель может получить нулевой вес. В этом случае он должен быть

исключен из анализа, даже если это нецелесообразно с практической точки зрения.

Ошибка вычисления значения комплексной ФП в рассматриваемой задаче (1) при таком исключении вряд ли превысит 3-5 %, что в условиях высокой неопределенности и субъективизма экспертных оценок никакой практической роли не играет и не скажется на упорядочивании альтернатив решения. Кроме того, указанные недостатки теряют значение с увеличением количества показателей (на практике более 5-7). Однако рассмотреть подходы к их нивелированию целесообразно [67].

Способ 1.

Устанавливается минимальный вес z_{min} , который может иметь критерий и в соответствии с ним корректируется z_p :

$$z'_p = \frac{z_p + z_{min}}{1 + P \cdot z_{min}} \quad (29)$$

В качестве минимального значения может быть выбрано значение равное точности оценки коэффициентов важности, например, 0.05.

Способ 2.

Устанавливается максимально допустимое отношение между максимальным и минимальным весом $h = \frac{z_{max}}{z_{min}}$.

Этот способ немного сложнее, но его идея наиболее близка к смыслу коэффициентов замещения.

Учитывая, что человек надежно различает только 7 градаций некоторой величины, можно рекомендовать принимать значение $h \leq 10$ (не более 70 % различаемой разницы соседних градаций, что примерно соответствует принятому в теории электро-радио цепей порогу устойчивого различения сигнала по сравнению с «белым шумом»).

Пусть

$$b_{min} = \min_p \left(b_p = \sum_{\substack{a=1 \\ a \neq p}}^A b_{pa} \right), \quad b_{max} = \max_p \left(b_p = \sum_{\substack{a=1 \\ a \neq p}}^A b_{pa} \right),$$

Z_p, Z_{min}, Z_{max} – абсолютные ненормированные веса, соответствующие весам b .

Очевидно, что $Z_{min} = b_{min}, \frac{Z_{max}}{b_{min}} = h$.

Если $b_{min} \neq 0$, то значения Z_p вычисляются по формуле:

$$Z_p = b_{min} \cdot \left(1 + \frac{(b_p - b_{min}) \cdot (h - 1)}{b_{max} - b_{min}} \right). \quad (30)$$

Далее вычисляются коэффициенты важности z_p , которые могут быть использованы в свертке (23), как относительные веса:

$$z_p = \frac{Z_p}{\sum_{p=1}^P Z_p}, \quad (31)$$

Если $b_{min} = 0$, то следует ввести минимальное значение b_{min}^+ и определить, что $h = \frac{Z_{max}}{b_{min}^+}$. В результате формула (30) примет вид:

$$Z_p = b_{min}^+ \cdot \left(1 + \frac{b_p \cdot (h - 1)}{b_{max}} \right). \quad (32)$$

Избежать нулевых значений b_p можно, изменив числовую шкалу описания предпочтений. Например, «предпочтительно» - 3, «равнозначно» - 2, «менее предпочтительно» - 1. В этом случае в формуле (28) знаменатель следует умножить на 2.

Отсутствие нулевых значений в таблице 5 позволяет использовать способ определения абсолютных значений весов показателей на основе вычисления относительной значимости среднегармоничных оценок баллов для каждого p -го показателя:

$$z_p = \frac{\sqrt[P]{\prod_{a=1, p \neq a}^P b_{pa}}}{\sum_{p=1}^P \sqrt[P]{\prod_{a=1, p \neq a}^P b_{pa}}} \quad (33)$$

Если для определения приоритетов привлекается несколько экспертов, то результаты усредняются. Для этого существует множество методов, ставших де факто стандартными [73, 74].

Для упрощения трудоемкости процедуры назначения весов частным ФП можно использовать, так называемый, *метод выбора крайних*.

Этот метод реализует основную идею лексикографического упорядочивания.

Экспертам предлагается выбрать два наиболее важных с их точки зрения критерия, а затем столько же наименее важных. Критериям, попавшим в первую (наиболее важную) группу присваивается значение 3, тем, которые, по мнению эксперта, наименее важны – 1, остальным - 2.

Расчет приоритетов проводится по формуле:

$$b_p = \frac{\sum_{\varepsilon=1}^{\varepsilon} b_{p\varepsilon}}{3\varepsilon}, \quad (34)$$

где:

$b_{p\varepsilon}$ - значение, который поставил ε -ый эксперт p -му критерию, отнеся его к той или иной группе;

ε – общее число экспертов; желательно, чтобы квалифицированных экспертов было не менее 7.

Для удобства величины b_p целесообразно нормировать на интервале [0; 1]:

$$z_p = \frac{b_p}{\sum_{p=1}^P b_p} \quad (35)$$

§3.4 Модели анализа вариантов технического переоснащения по косвенным критериям

3.4.1 Модель анализа вариантов технического переоснащения на основе технологических функций

В качестве теоретического базиса для экономико-математических моделей процесса развития производительных сил и вывода технологических функций можно рассматривать производственные функции. Под ними понимается экономико-математическая зависимость в форме связи между количеством производимой продукции и факторами производства - трудом и капиталом.

Производственная функция чаще всего используется в виде степенной зависимости между объемом производства Q и факторами производства в виде капитала K и труда L , имеющей вид $Q = A \cdot K^a \cdot L^b$ (функция Кобба-Дугласа), где A - постоянный коэффициент; a, b – показатели степени, характеризующие отдачу от использования каждого из двух основных видов ресурсов [28].

В макроэкономике известны производственные функции, применяемые для анализа народного хозяйства в целом. В их числе, кроме указанной функции Кобба-Дугласа, следующие [55]:

1) с постоянной эластичностью замещения (замены):

$$y = (c_1 r_1^{-a} + c_2 r_2^{-a})^{-1/a},$$

$c_1 > 0, c_2 > 0$ и $a > -1$ - константы; r_1 и r_2 – объемы ресурсов производства (труда и капитала); y – объем производства продукции;

2) Леонтьева (величины можно подставить в предыдущее выражение):

$$r_1 = a_1 \cdot x; r_2 = a_2 \cdot x,$$

x – количество производимого продукта; $a_1 > 0, a_2 > 0$;

3) фон Тюнена:

$$y = c_0 + c_1 \sqrt{r},$$

c_0 и c_1 – константы.

4) Я.Тинбергена:

$$Y = A \cdot L^\alpha \cdot F^p \cdot e^{\gamma t} ,$$

Y – результаты производства; L – затраты труда; F – затраты фондов; A , α – параметры; γ – коэффициент отражающий изменения технического прогресса во времени t ;

5) Солоу (дополнительно учитывает неоднородную возрастную структуру производственных фондов):

$$Y = A \cdot L(t)^\alpha F(t)^{1-\alpha} e^{z t} ; \quad F(t) = \int_{-\infty}^t I(\tau) \cdot e^{z \tau} d\tau ,$$

Y – выпуск продукции; I – инвестиции в период τ ; $e^{z t}$ – взвешивающий множитель, отражающий z -кратный рост эффективности инвестиций в каждом последующем периоде их реализации (технический прогресс).

Известные производственные функции выведены либо эмпирически, либо эвристически. В первом случае они адекватны на статистике, полученной только в конкретных условиях. Во втором – логически не бесспорны.

В работе [76] предложена производственная функция, снимающая известные в теории парадоксы функции Солоу:

$$\begin{cases} A_{t+1} = K_{t+1} \cdot (1 - \delta_{t+1}^*) \cdot a_t + (K_{t+1} \delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot a_{t+1} \\ V_{t+1} = K_{t+1} \cdot (1 - \delta_{t+1}^*) \cdot \beta_t + (K_{t+1} \delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot \beta_{t+1} \\ P_{t+1} = K_{t+1} \cdot (1 - \delta_{t+1}^*) \cdot r_t + (K_{t+1} \delta_{t+1}^* + I_{t+1}^*) \cdot r_{t+1} \end{cases} ,$$

где

δ_{t+1}^* - коэффициент выбытия капитала в $(t+1)$ -ом году в среднегодовом измерении ($\delta_t^* = F_t^* / K_t$);

K – запас капитала;

F^* – объем реновационных инвестиций;

A – амортизация капитала;

V – заработная плата, выплаченная работникам, занятым в производстве ВВП;

P – брутто-прибыль, распределяемая на инвестиции, дивиденды, налоги и сборы, рентные и процентные платежи;

α – средняя норма амортизации капитала;

β – показатель трудооруженности капитала при постоянной средней ставке заработной платы;

r – средняя норма брутто-прибыли на единицу капитала.

В модели предполагается, что в году $t+1$ происходит выбытие старого основного капитала в объеме $F_{t+1}^* = K_{t+1} \cdot \delta_{t+1}^*$. Этот капитал имеет параметры базового качества a_t, β_t, r_t . Взамен выбывшего из эксплуатации капитала вводится в действие новый капитал объемом F_{t+1}^* , а также осуществляется добавочное вложение нового основного капитала объемом I_{t+1}^* . Новый основной капитал характеризуется улучшенными параметрами качества $a_{t+1}, \beta_{t+1}, r_{t+1}$.

В целом производственные функции отражают логику экономической стабильности и роста, влияния основных факторов – труда, нормы накопления, капитала. Однако они труднообъяснимы с точки зрения «физической» природы экономических процессов в силу своей абстрактности и, несмотря на инвариантность своей структуры уровню изучения технологического развития (народное хозяйство, отрасль, завод, цех), не отражают всех особенностей и последствий выбора вариантов технологического переоснащения на уровне предприятия.

На базе логики производственных функций построены технологические функции, которые используются на заводском, цеховом и более низких уровнях общественного производства. Строятся они также на основе теории трудовой стоимости с использованием двух принципов [55]:

1) пропорциональность стоимостных показателей натуральным или техническим параметрам производства или техники;

2) исключение размерностей показателей.

Математическая форма технологической функции, описывающей эффективность нового оборудования, выглядит следующим образом:

$$Y = p \cdot \pi \cdot k / \left(u_o \cdot m \cdot d_o / t + u_{\tau} \cdot l \cdot d_{\tau} / k_{\text{ул}} + u_9 \cdot w \cdot d_9 + u_m \cdot r \cdot d_m \right), \quad (36)$$

где:

$p \cdot \pi \cdot k$ – произведение реляторов (индексов) производительности, надежности новой техники и качества производимой продукции, отражающих рост полезного эффекта производства;

u_o – релятор цены единицы прошлого труда в новом варианте производства по отношению к старому ($u_o = a_{он}/a_o$);

m – релятор количества прошлого труда ($m = M_n/M$);

d_o – доля стоимости прошлого (овеществленного) труда в составе изделия, произведенного в старом варианте производства;

d_t – доля стоимости живого труда в составе товара старого образца;

l – релятор количества живого труда ($l = L_n/L$);

u_t – релятор цены единицы живого труда в новом варианте производства по отношению к старому ($u_t = a_{тн}/a_t$);

t – релятор срока службы новой техники;

$k_{ул}$ – коэффициент учета условий труда (эргономичности) в новом варианте техники;

$u_э$ – релятор нового тарифа на энергию ($u_э = a_{эн}/a_э$);

w – релятор установленной мощности привода ($w = W_n/W$);

$d_э$ – доля затрат на энергию в стоимости продукции старого варианта производства;

u_m – релятор цены сырья и материалов в новом варианте ($u_m = a_{ам}/a_m$);

r – релятор расхода материалов или сырья ($r = R_n/R$);

d_m – доля затрат на материалы или сырье в стоимости продукции старого варианта производства.

При отсутствии в опубликованных материалах каких-либо требуемых для расчета технологической функции характеристик нового оборудования их значения могут быть вычислены, если для этого хватает исходных данных, или определены экспертным путем, если исходных данных недостаточно.

3.4.2 Модель анализа вариантов технического переоснащения на основе описания показателей производительности технологических машин

Для ускоренных расчетов в интересах технико-экономического обоснования технических и технологических нововведений может использоваться инженерно-экономическая модель инвестиций, полученная на основе теории производительности технологических машин, разработанной Г.А. Шаумяном [77, 78]:

$$\sigma \leq \left(\frac{\varphi \cdot [m \cdot (c - \delta) + c] - \frac{1}{\varepsilon}}{K \cdot \mathcal{E}_N} + \varphi \cdot c \right) \cdot (1 - L \cdot \mathcal{E}_N), \quad (37)$$

где:

$$\mathcal{E}_N = \frac{1}{N} \cdot \left[\mathcal{E} + \left(1 + \frac{\psi}{100} \right)^N \right]$$

и может быть названо годовым коэффициентом экономической эффективности рефинансирования капитальных вложений в новую технику;

\mathcal{E} – коэффициент экономической эффективности рефинансирования капитальных вложений в новую технику;

ψ – банковский процент, под который взят кредит для рефинансирования производства;

N – горизонт технико-экономического анализа в годах;

σ – коэффициент изменения единовременных затрат прошлого труда, необходимого для создания новой техники; он показывает во сколько раз новое оборудование дороже существующего;

L – непроизводительные потери времени, связанные с неэффективным оборотом денежных средств, а именно: затраты времени на разработку, изготовление, пуск, наладку и переналадку оборудования, устранение неисправностей и поломок;

K – коэффициент технической вооруженности действующего производства, для которого предназначается новая техника; он может быть вычислен как отношение числа инструментов, станков, приспособлений к

количеству обрабатываемых деталей; в современных условиях тенденции к универсализации оборудования вместо станков и инструментов можно рассматривать количество операций, совершаемых механическим (неручным) способом с использованием какой-либо функции универсального оборудования;

m – коэффициент энергоемкости и материалоемкости продукции в действующем производстве; другими словами, в соответствии с ГОСТ 27782-88¹ это усредненный коэффициент расхода материалов и энергии на единицу продукции или полезного эффекта;

φ – коэффициент повышения производительности оборудования (показывает во сколько раз новое оборудование более производительное, чем существующее);

δ – коэффициент изменения текущих затрат прошлого труда, связанных, в первую очередь, с материалоемкостью и энергоемкостью продукции и инструментальным обеспечением производства; он показывает во сколько раз сокращаются (возрастают) затраты энергии, расходных материалов и инструментов в эквивалентных единицах (по стоимости);

ε – коэффициент изменения затрат живого труда, возникающий в результате внедрения новых средств производства;

c – коэффициент повышения выхода годной продукции на новом оборудовании по сравнению с действующим: $c=1+\beta$, где β – доля дополнительно изготовленной годной продукции; фактически β определяется соотношением брака на новом и действующем оборудовании и может быть вычислена по формуле:

$$\beta = \frac{b_c - b_n}{(1 - b_c)}, \quad (38)$$

где b_c и b_n – доли (вероятности) брака на старом (действующем) и новом оборудовании соответственно.

¹ ГОСТ 27782-88. Материалоемкость изделий машиностроения. Введен в действие с 01.01.1989 г.

Коэффициент m может быть вычислен по следующей формуле:

$$m = \frac{s_e^o \cdot m_e + \sum_I s_e^o \cdot m_i}{I + 1}, \quad (39)$$

где

$i=1(1)I$ – условные порядковые номера используемых материалов;

$m_{(.)}$ – частный коэффициент расхода в производстве i -го материала или энергии на единицу продукции или полезного эффекта; этот коэффициент является обратной величиной к коэффициенту использования материала, т.е. степени полезности расхода материала или энергии на единицу продукции или полезного эффекта;

$s_{(.)}^o$ – удельная нормированная стоимость i -го материала или энергии, используемых для изготовления единицы продукции или получения полезного эффекта.

$$s_{(.)}^o = \frac{s_{(.)}}{\sum_{I,e} s_{(.)}}, \quad (40)$$

где $s_{(.)}$ – стоимость единицы используемого материала или энергии.

Модель (37) устанавливает зависимость между техническими параметрами нового оборудования относительно существующего ($\varphi, \delta, \varepsilon, c$), планируемыми экономическими (инвестиционными) показателями (\mathcal{E}_N, p) и характеристиками действующего оборудования (K, m).

Правая часть выражения (37) задает верхнюю границу коэффициента удорожания производственных мощностей за счет нововведения по сравнению со стоимостью действующего оборудования, при котором за N лет еще можно добиться повышения экономической эффективности производства в \mathcal{E} раз при заданных относительно действующего оборудования параметрах качества нового оборудования.

Модель позволяет решать и другие задачи инженерной экономики путем выбора переменной относительно, которой должно быть решено неравенство (37):

- определение сроков окупаемости затрат;
- определение требуемых параметров нового оборудования при заданных экономических и инвестиционных условиях и требованиях; эта задача может решаться в отдельности по каждому параметру или как задача нахождения вектора значений (выбора варианта новшества из интересующего множества номенклатуры);
- определение допустимых условий получения банковского кредита.

Представленная модель позволяет получать данные для принятия решения об использовании технологических инновациях без подробных экономических расчетов. Она позволяет быстро получить производственно-экономические оценки, но эти оценки, естественно, достаточно грубы. В связи с этим модель может применяться в следующих случаях:

- при использовании локальных инноваций, когда значения используемых параметров очевидны или легко вычисляемы, или измеряемы путем нетрудоемких экспериментов;
- при предварительной оценке вариантов технического переоснащения для исключения явно невыгодных;
- при большой неопределенности различных инженерно-экономических параметров и маркетинговых данных, когда оценить уровень загрузки технологических линий различной номенклатурой выпускаемой продукции, в т.ч. еще неизвестными видами этой продукции, трудоемкость, ресурсоемкость, производительность достоверно невозможно.

В последнем случае выбор модели (37) для принятия решений о техническом и технологическом переоснащении диктуется соображениями следовать общему принципу: повышение производительности технологических машин создает объективную основу для повышения производительности производства и обеспечения экономической

устойчивости предприятия в перспективе в широком диапазоне колебаний рыночной конъюнктуры.

Как было отмечено выше, в работе [3] на основе решения уравнения Ферхюльста и использования каскадной системы уравнений для определения граничных условий построения кривой освоения технологий проводится анализ производственной мощности в качестве критерия оптимизации технологического перевооружения. Однако несмотря на очевидные достоинства метода, включая интегрирование моделей анализа эффективности оборудования и оптимизации технологических планировок оборудования (с использованием нейронной сети Кохонена и трехмерного моделирования), он может оказаться абстрактным, когда требуется учет изменения номенклатуры изделий, состава технологических операций. Вероятно, перспективным направлением дальнейших разработок может быть комплексирование более детальных моделей, предложенных в §§3.2, 3.3, детально решающих узкую задачу выбора варианта переоснащения, как состава и количества заменяемого оборудования, с рассмотренным здесь каскадным методом управления инновационными проектами технического переоснащения, охватывающим более широкий спектр задач, но на более абстрактном уровне.

3.4.3 Модели оценки эффективности переоснащения по частным критериям экономической эффективности

Для всестороннего исследования эффективности использования ресурсов, расходуемых для технического переоснащения, выявления дополнительных резервов и направлений повышения эффективности производства, формирования требований по технологическому и техническому развитию целесообразно наряду с решением задачи выбора вариантов технического оснащения по целевым критериям, рассмотренным в §§3.1-3.3, проводить всесторонний факторный анализ эффективности нового оборудования. Кроме того, факторный анализ позволяет выявлять «узкие»

места в техническом оснащении производства и намечать приоритеты проведения технической политики.

В работе [2] приведена классификация эффектов инновационного оборудования, представленная в таблице 6.

Таблица 6 - Эффекты внедрения инновационного технологического оборудования и их характеристика

<i>Наименование</i>	<i>Характеристика</i>
Эффекты ресурсосбережения	
Эффект энергосбережения ($\mathcal{E}_{\text{эн}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами технологической энергии
Эффект экономии затрат на инструменты и технологическую оснастку ($\mathcal{E}_{\text{инст}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами на закупку (производство) инструментов и технологической оснастки
Эффект экономии производственных площадей ($\mathcal{E}_{\text{пл}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию на меньших производственных площадях за счет компактности
Эффект экономии материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов) ($\mathcal{E}_{\text{м}}$)	Достигается за счет возможности изготовления деталей из более рациональных заготовок, более дешевых видов материалов, использование которых не сказывается отрицательно на качестве готовой продукции
Эффект снижения уровня брака ($\mathcal{E}_{\text{бр}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшим удельным весом бракованных изделий
Эффект экономии времени основных производственных рабочих ($\mathcal{E}_{\text{тр}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами труда основных производственных рабочих за счет повышения уровня автоматизации производственных операций, эргономическими преимуществами новых средств труда
Эффект экономии времени вспомогательных рабочих ($\mathcal{E}_{\text{трвсп}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами труда вспомогательных рабочих за счет повышения уровня автоматизации вспомогательных операций (автоматическая заточка инструмента, автоматический контроль предметов труда и т.п.)

<i>Наименование</i>	<i>Характеристика</i>
Эффект экономии времени обслуживающего персонала ($\mathcal{E}_{\text{тробс}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами труда персонала за счет повышения уровня автоматизации выполнения обслуживающих операций (автоматическая уборка рабочего места, автоматическая передача предметов труда и т.д.)
Эффект экономии по затратам на ремонт ($\mathcal{E}_{\text{рем}}$)	Обусловлен тем, что затраты на ремонт нового оборудования, как правило, меньше издержек, связанных с ремонтом изношенного оборудования
Эффекты ресурсоотдачи	
Эффект роста производительности оборудования ($\mathcal{E}_{\text{пр}}$)	Выражается в том, что на инновационном оборудовании в единицу времени может быть произведен больший объем изделий
Эффект роста энергоотдачи ($\mathcal{E}_{\text{эном}}$)	Обеспечивается инновационными свойствами нового оборудования, позволяющими производить готовую продукцию с меньшими затратами неэнергетических ресурсов. Например, если инновационное оборудование имеет более высокий уровень автоматизации, то оно может потреблять большее количество электроэнергии. Однако при этом возможно большее значение экономии затрат по оплате труда основных и вспомогательных рабочих, по изготовлению или покупке инструмента и технологической оснастки. В этом случае будет наблюдаться рост энергоотдачи оборудования и т.д.
Эффект роста отдачи использования инструментов и технологической оснастки ($\mathcal{E}_{\text{инсом}}$)	Использование инновационного оборудования при сопоставимых объемах производства может привести к росту затрат на инструмент и оснастку. Однако при этом возможно также большее значение экономии затрат по оплате труда основных и вспомогательных рабочих, по изготовлению или покупке инструмента и технологической оснастки и т.д.
Эффект роста отдачи использования производственных площадей ($\mathcal{E}_{\text{плот}}$)	Инновационное оборудование может занимать большую производственную площадь по сравнению с предыдущим поколением станков. Однако при этом возможно большее значение экономии материалов, по изготовлению или покупке инструмента и технологической оснастки и т.д.
Эффект роста отдачи использования материалов ($\mathcal{E}_{\text{матом}}$)	Технологии, используемые в инновационном оборудовании, могут предусматривать использование в процессе производства дорогостоящих материалов. Однако при этом могут существенно увеличиваться качество произведенной продукции, потребительские свойства, снижаться трудоемкость обработки и т.д. Таким образом, рост стоимости материалов при сопоставимом объеме производства может сопровождаться общей экономией затрат. Что будет свидетельствовать об увеличении отдачи от использования материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов)

<i>Наименование</i>	<i>Характеристика</i>
Эффект роста отдачи использования рабочего времени основных производственных рабочих ($\mathcal{E}_{\text{пром}}$)	Технологии, используемые в инновационном оборудовании, могут предусматривать повышение трудоемкости обработки отдельно взятого изделия, что при прочих равных условиях приведет к росту затрат на оплату труда. Однако при этом могут существенно увеличиваться качество произведенной продукции, потребительские свойства и т.д. Таким образом, рост фонда оплаты труда при сопоставимом объеме производства может сопровождаться общей экономией затрат, что будет свидетельствовать об увеличении отдачи от использования рабочего времени основных производственных рабочих
Функциональные эффекты	
Эффект дополнительных операций ($\mathcal{E}_{\text{доп.оп}}$)	Современной тенденцией развития новых видов оборудования является углубление их универсализации. В результате станки становятся более функциональными со все большим количеством доступных технологических операций. Появляется возможность ликвидировать рабочие места, ответственные за выполнение данных операций
Эффект расширения ассортимента продукции ($\mathcal{E}_{\text{асс}}$)	Выражается в получении производителями дополнительной прибыли
Эффект расширенных возможностей числового программного управления ($\mathcal{E}_{\text{чпу}}$)	Наличие эффекта будет выражаться в повышении производительности труда, экономии энергоресурсов и т.д.

На основе работы [2] ниже представлены следующие модели для оценки эффектов ресурсосбережения.

Расчет эффекта энергосбережения может быть осуществлен по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эн}} = Z_{\text{эн}}^c - Z_{\text{эн}}^n, \quad (41)$$

где

$Z_{\text{эн}}^c$, $Z_{\text{эн}}^n$ - годовые затраты (возможно, месячные или квартальные) на энергообеспечение старого и нового оборудования.

Альтернативным способом расчета может быть учет затрат на энергообеспечение не на функционирование оборудования, а на производство одного и то же вида и объема продукции при старом и новом оборудовании.

Более детально применительно к электроэнергии формула (41) может быть представлена в виде:

$$\mathcal{E}_{эн} = C_{квт} \cdot \left(\sum_h u_h \cdot w_h \cdot \phi_h - \sum_j u_j \cdot w_j \cdot \phi_j \right), \quad (42)$$

где

$C_{квт}$ – себестоимость одного кВт/ч;

u_h, w_h , – количество единиц старого оборудования, энергопотребление одной единицы старого оборудования h -го наименования;

ϕ_h – годовой эффективный фонд времени работы единицы старого оборудования h -го наименования;

u_j, w_j , – количество единиц нового оборудования j -го наименования, энергопотребление одной единицы нового оборудования j -го наименования;

ϕ_j – годовой эффективный фонд времени работы единицы нового оборудования j -го наименования.

Под величиной ϕ понимается суммарное время работы оборудования в течение рассматриваемого периода (год) для производства продукции в заданном плановом объеме.

Эффект экономии затрат на инструменты и технологическую оснастку:

$$\mathcal{E}_{инст} = Z_{инст}^c - Z_{инст}^н, \quad (43)$$

где

$Z_{инст}^c, Z_{инст}^н$ – затраты по рассматриваемой статье при использовании старого и нового оборудования.

Эффект экономии производственных площадей неоднозначен. Если предприятие может сдавать в аренду высвобождаемые площади, то годовой экономический эффект вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{пл} = (S^c - S^н) \cdot D_{арпл}, \quad (44)$$

где

S_c, S_n – площадь занимаемая старым и новым оборудованием;

$D_{арпл}$ – чистый годовой доход от аренды 1 кв. м производственной площади.

Если предприятие получает экономический эффект не от сдачи площадей в аренду, а в результате приобретения другого оборудования и, соответственно, выпуска дополнительной продукции, то эффект $\mathcal{E}_{пл}$ рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{пл} = \mathcal{ЧП}_{обпл}^{доп}, \quad (45)$$

где

$\mathcal{ЧП}_{обпл}^{доп}$ - чистая годовая прибыль от реализации дополнительной продукции, произведенной оборудованием, размещенным на высвободившихся дополнительных площадях.

Эффект экономии материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов):

$$\mathcal{E}_м = \mathcal{З}_м^с - \mathcal{З}_м^н, \quad (46)$$

где

$\mathcal{З}_м^с, \mathcal{З}_м^н$ - годовые затраты на материалы при плановом объеме производства при использовании старого и нового оборудования.

Годовой экономический эффект от снижения брака рассчитывается для случаев появления брака исключительно вследствие несовершенства оборудования. Для этого может быть использована формула:

$$\mathcal{E}_{бр} = \mathcal{З}_{бр}^с - \mathcal{З}_{бр}^н, \quad (47)$$

где

$\mathcal{З}_{бр}^с, \mathcal{З}_{бр}^н$ - годовые затраты (потери), связанные с устранением брака, при использовании старого и нового оборудования при плановом объеме производства.

В основе расчета указанных затрат должна лежать статистическая информация о количестве случаев производства бракованной продукции на старом оборудовании и расчет предполагаемых затрат на устранение брака при плановом объеме производства.

На основе экспертных или статистических оценок может быть установлен коэффициент α снижения брака, и формула (47) преобразуется к виду:

$$\mathcal{E}_{бр} = \alpha \cdot \mathcal{Z}_{бр}^c \quad (48)$$

Эффект экономии времени основных производственных рабочих:

$$\mathcal{E}_{mp} = 1,34 \cdot \frac{\sum_i t_i^c \cdot ЧТС_i^c - \sum_i t_i^H \cdot ЧТС_i^H}{60}, \quad (49)$$

где

1,34 – коэффициент, учитывающий необходимость уплаты предприятием обязательных страховых взносов (здесь указано примерное значение, поскольку в соответствии с нормативной правовой базой его точное значение зависит от уровня доходов работников и других факторов);

t_i^c, t_i^H – годовая трудоемкость выполнения i -ой операции на старом и новом оборудовании при плановом объеме производства, мин.;

$ЧТС_i^c, ЧТС_i^H$ – часовая тарифная ставка основных производственных рабочих для выполнения i -ой операции на старом и на новом оборудовании.

Эффект экономии времени вспомогательных рабочих при косвенно-сдельной форме оплаты труда:

$$\mathcal{E}_{mpвсп} = 1,34 \cdot \beta \cdot \frac{\sum_i t_i^c \cdot ЧТС_i^c - \sum_i t_i^H \cdot ЧТС_i^H}{60} = 1,34 \cdot \beta \cdot \mathcal{E}_{mp}, \quad (50)$$

где

β – коэффициент перевода заработной платы основных производственных рабочих в заработную плату вспомогательных рабочих при косвенно-сдельной системе оплаты труда.

Эффект экономии времени вспомогательных рабочих при повременной системе оплаты труда:

$$\mathcal{E}_{mpвсп} = 1,34 \cdot \left(Ч_{всп}^c - округлвверх \left(\frac{T_{всп}^H}{T_{всп}^c} \right) \cdot Ч_{всп}^c \right) \cdot ФОТ_{всп}, \quad (51)$$

где

$округлвверх(\cdot)$ – функция округления дробного числа до большего по модулю целого;

$T_{всп}^c, T_{всп}^н$ - годовая трудоемкость вспомогательных работ для старого и нового оборудования;

$Ч_{всп}^c$ - необходимая численность вспомогательных рабочих;

$\Phi OT_{всп}$ – средний годовой фонд оплаты труда одного вспомогательного рабочего.

Аналогично рассчитывается эффект экономии времени обслуживающего персонала при повременной системе оплаты:

$$\mathcal{E}_{тробс} = 1,34 \cdot \left(Ч_{обс}^c - округлвверх\left(\frac{T_{обс}^н}{T_{обс}^c}\right) \cdot Ч_{обс}^c \right) \cdot \Phi OT_{обс}, \quad (52)$$

Индекс «обс» обозначает обслуживающий персонал.

Расчет экономии затрат на ремонт осуществляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{рем} = \mathcal{Z}_{рем}^c - \mathcal{Z}_{рем}^н, \quad (53)$$

где

$\mathcal{Z}_{рем}^c, \mathcal{Z}_{рем}^н$ - планируемые годовые затраты на ремонт старого и нового оборудования.

В целом экономический эффект ресурсосбережения в результате переоснащения описывается выражением:

$$\mathcal{E}_{рсб} = \mathcal{E}_{эн} + \mathcal{E}_{инст} + \mathcal{E}_{пл} + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{бр} + \mathcal{E}_{тр} + \mathcal{E}_{трвсп} + \mathcal{E}_{тробс} + \mathcal{E}_{рем} \quad (54)$$

Модели для оценки эффектов ресурсоотдачи

Все эффекты ресурсоотдачи можно разделить на две группы:

- эффекты, которые непосредственно влияют на увеличение чистой прибыли и должны учитываться в аддитивной структуре вычисления оценки экономического эффекта внедрения нового оборудования;

- эффекты, которые сопряжены с другими эффектами, в частности с эффектами ресурсосбережения, и в общей оценке экономического эффекта внедрения нового оборудования не должны учитываться для исключения двойного счета; оценки таких эффектов определяются для получения дополнительной информации в аналитических или исследовательских целях; соответствующие модели предлагаются в настоящем отчете для наращивания арсенала математических инструментов («математической оснастки») в целях решения различных аналитических задач, которые могут возникать при подготовке решений по развитию производства, в том числе в стратегической перспективе.

К первой группе эффектов ресурсоотдачи относятся эффекты от увеличения производительности оборудования \mathcal{E}_{np} , эффект роста отдачи от использования материалов (сырья, комплектующих, покупных полуфабрикатов $\mathcal{E}_{матот}$, эффект роста отдачи от использования рабочего времени основных производственных рабочих $\mathcal{E}_{трот}$.

Вторую группу составляют эффект роста энергоотдачи $\mathcal{E}_{эот}$, эффект роста отдачи от использования инструментов и технологической оснастки $\mathcal{E}_{инсот}$, эффект роста отдачи от использования производственных площадей $\mathcal{E}_{плот}$.

Следует отметить, что эффект от использования материалов $\mathcal{E}_{матот}$ может быть отнесен к обеим группам, но при этом соответствующие оценки рассчитываются по-разному.

В используемой в данном пункте монографии работе [2] предлагается эффект от роста производительности оборудования рассчитывать, как разность между чистой годовой прибылью в плановом периоде при использовании нового оборудования (чей прирост обусловлен более высокой производительностью инновационного оборудования) и чистой годовой прибылью в плановом периоде при существующей системе оборудования. Однако остается открытым вопрос, каким образом вычленить прирост чистой

прибыли, обусловленный лишь ростом производительности оборудования, с тем, чтобы, во-первых, адекватно оценить влияние этого фактора на развитие производительных сил предприятия, во-вторых, обеспечить возможность аддитивной структуры интегрального экономического эффекта от внедрения нового оборудования.

Для решения этой задачи в настоящей монографии предлагается модель вычисления рассматриваемого эффекта, в которой изменяется только один параметр - объем выпуска продукции, обусловленный возможностями нового оборудования. Поскольку в этом подразделе отчета рассматриваются не потенциальные эффекты, а реально достигаемые, то в качестве объема выпуска продукции на новом оборудовании используются реальные значения, которые заложены в производственный план (или были достигнуты по факту).

$$\mathcal{E}_{np} = \sum_d \pi_d^{map} \cdot n_d^c \cdot (k_d - 1), \quad (55)$$

где:

π_d^{map} - маржинальная прибыль при производстве единицы d -ой продукции при использовании старого оборудования;

n_d^c - количество d -ой продукции, которое позволяло произвести старое оборудование;

k_d - отношение количества d -ой продукции, которое произведено на новом оборудовании к количеству этой продукции, которое производилось (при полной загрузке) на старом оборудовании.

Если оборудование не полностью загружено, то в действительности экономический эффект от роста производительности оборудования создается не полностью, либо отсутствует вовсе.

В §3.2 при постановке задачи выбора оптимального варианта технического переоснащения предприятия учитывается определение количества требуемого оборудования в зависимости от возможности увеличения программы выпуска продукции для того, чтобы не тратить

ресурсы на создание потенциального эффекта от повышения производительности, когда этот эффект не может быть получен в реальности, т.е. дополнительно произведенная продукция не может быть реализована на рынке.

Эффект использования материалов при новом оборудовании (речь, прежде всего, здесь идет об использовании других материалов недоступных или нерентабельных для старого оборудования) может приводить к повышению качества конечной продукции и вследствие этого увеличению ее сбыта и цены, т.е. прибыли. В этом случае создается дополнительный экономический эффект, который может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{мамот}}^{1ep} = \sum_d n_d^h \cdot (\text{ЧП}_{de\delta}^c + \Delta\text{ЧП}_{de\delta}^m) - \sum_i n_d^c \cdot \text{ЧП}_{de\delta}^c, \quad (56)$$

где

$\text{ЧП}_{de\delta}^c$ - маржинальный чистый доход на единицу d -ой продукции при использовании старого оборудования;

$\Delta\text{ЧП}_{de\delta}^m$ - увеличение маржинального чистого дохода на единицу d -ой продукции при использовании нового оборудования за счет использования других материалов, что устанавливается факторным анализом увеличения рыночной цены на выходную продукцию и роста спроса на нее.

Эффект роста отдачи от использования материалов при рассмотрении этого показателя в контексте второй группы эффектов:

$$\mathcal{E}_{\text{мамот}}^{2ep} = \frac{\text{ЧП}^h}{Z_m^h} - \frac{\text{ЧП}^c}{Z_m^c} \quad (57)$$

В тех случаях, когда это целесообразно, в выражении (57) вместо прибыли ЧП и затрат Z могут использоваться физические величины измерения выпуска продукции в натуре (шт., кг, м и т.д.) и расхода тех или иных материальных ресурсов соответственно.

Аналогично рассчитываются другие эффекты роста ресурсоотдачи, относимые ко второй группе эффектов.

Эффект роста энергоотдачи:

$$\mathcal{E}_{\text{эном}} = \frac{\text{ЧП}^{\text{н}}}{\sum_j u_j \cdot w_j \cdot \phi_j} - \frac{\text{ЧП}^{\text{с}}}{\sum_h u_h \cdot w_h \cdot \phi_h}, \quad (58)$$

где $\text{ЧП}^{\text{с}}$ и $\text{ЧП}^{\text{н}}$ – чистая годовая прибыль, получаемая при одном и том же плановом задании, одних и тех же ценах на конечную продукцию с использованием соответственно старого и нового оборудования.

В тех случаях, когда это возможно и целесообразно, в выражении (58) вместо прибыли ЧП могут использоваться физические величины измерения выпуска продукции в натуре (шт., кг, м и т.д.)

Эффект роста отдачи от использования инструментов и технологической оснастки:

$$\mathcal{E}_{\text{инст}} = \frac{\text{ЧП}^{\text{н}}}{Z_{\text{инст}}^{\text{н}}} - \frac{\text{ЧП}^{\text{с}}}{Z_{\text{инст}}^{\text{с}}} \quad (59)$$

Эффект роста отдачи от использования производственных площадей:

$$\mathcal{E}_{\text{плот}} = \frac{\text{ЧП}^{\text{н}}}{S^{\text{н}}} - \frac{\text{ЧП}^{\text{с}}}{S^{\text{с}}} \quad (60)$$

Эффект роста отдачи от использования рабочего времени основных производственных рабочих рассчитывается по следующим формулам:

$$\mathcal{E}_{\text{прот}} = \frac{\text{ЧП}^{\text{н}}}{\text{ФОТ}_{\Sigma}^{\text{н}}} - \frac{\text{ЧП}^{\text{с}}}{\text{ФОТ}_{\Sigma}^{\text{с}}}, \quad (61)$$

где $\text{ФОТ}_{\Sigma}^{\text{н}}, \text{ФОТ}_{\Sigma}^{\text{с}}$ - годовой фонд оплаты труда основных производственных рабочих при использовании нового и старого оборудования при одном и том же плановом задании с учетом уровня инфляции, если ФОТ для разных вариантов технического оснащения рассчитывается для разных лет.

Общий эффект от ресурсотдачи представляет собой сумму:

$$\mathcal{E}_{\text{рот}} = \mathcal{E}_{\text{пр}} + \mathcal{E}_{\text{мамот}}^{\text{Iгр}}, \quad (62)$$

Модели функциональных эффектов

При смене оборудования может измениться состав технологических операций. При этом, как правило, их общее количество сокращается. Прямые экономические эффекты в результате этого учитывают формулы, отражающие расходы различных ресурсов (41)-(43), (46), (49)-(53). Однако в исследовательских целях для выявления тенденций совершенствования функциональности и структур технологических и производственных процессов может быть интересно оценить отдельно экономический эффект в результате изменения состава операций для производства продукции в результате внедрения нового оборудования. Сделать это можно по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{опон}} = \frac{\text{ЧП}^n}{\sum_d I_d^n} - \frac{\text{ЧП}^c}{\sum_d I_d^c}, \quad (63)$$

где I_d^n, I_d^c - количество операций для изготовления d -ой продукции при новом и старом оборудовании.

Эффект расширения ассортимента продукции связан с тем, что благодаря внедрению нового оборудования можно расширить ассортимент выпуска продукции и получить дополнительную прибыль. Этот эффект рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{асс}} = \Delta \text{ЧП}_{\text{асс}}, \quad (64)$$

где

$\Delta \text{ЧП}_{\text{асс}}$ - величина прироста чистой годовой прибыли в плановом периоде, обусловленная изготовлением дополнительных видов продукции.

Эффект в результате внедрения ЧПУ $\mathcal{E}_{\text{чпу}}$ выражается в повышении производительности труда, экономии энергоресурсов, в сокращении количества операций, сокращении брака и т.д., поэтому его проявление учитывается в выше приведенных формулах, отражающих экономию затрат. Исследование этого эффекта отдельная непростая задача, выходящая за рамки настоящей работы.

Таким образом, общий самостоятельный эффект от функциональных эффектов рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_\phi = \mathcal{E}_{acc} \quad (65)$$

Интегральный прямой экономический эффект в результате внедрения нового оборудования определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{интех} = \mathcal{E}_{рсб} + \mathcal{E}_{рот} + \mathcal{E}_\phi \quad (66)$$

§3.5 Моделирование различных аспектов технического переоснащения высокотехнологичных предприятий

3.5.1 Модель оценки производственных возможностей оборудования для выполнения государственных и иных заказов на предприятиях

Эффект специализированного производства на определенном интервале времени имеет фиксированное значение, определяемое стоимостью государственных заказов и (или) договоров (сроком от 1 года) с коммерческими заказчиками (отечественными или зарубежными). Принципиальное значение здесь приобретает дисциплина соблюдения сроков выпуска продукции. Запланированный эффект – стоимость выполнения госзаказов и заключенных договоров может быть уменьшен на величину штрафных санкций за срыв сроков выполнения договорных обязательств или в результате их неисполнения вообще. Кроме того, при нарушении сроков выпуска продукции предприятие подрывает свой авторитет на рынке, т.е., выражаясь в рыночных категориях, уменьшает свой гудвилл. Для руководителей государственных предприятий или представителей государства в органах управления предприятия могут последовать и серьезные административные санкции.

В ходе промышленных переделов при производстве наукоемких высокотехнологичных изделий машиностроения номенклатура выпускаемых изделий достаточно широка, однако серии различных изделий как комплектующих, так и конечных образцов могут быть малы. Зачастую

производство имеет уникальный характер, выпускаемые изделия не имеют аналогов.

В связи с этим, с одной стороны, специализированное станочное оборудование может простаивать, с другой – станочный парк и технологические линии должны иметь потенциал для самого широкого спектра операций обработки и изготовления различных деталей и узлов. Простои могут возникать, если на предприятии не разработаны программы выпуска конверсионной, сопутствующей, побочной продукции, востребованной на различных секторах рынка.

Каждый образец специализированного производственного оборудования объективно проще и дешевле образца универсального оборудования и, тем более, обрабатывающего центра. В то же время можно предположить, что количество экземпляров универсального оборудования и обрабатывающих центров требуется меньше, чем суммарное количество различных специализированных станков для выполнения одной и той же совокупности обрабатывающих операций определенного количества заготовок и деталей.

В многосерийном производстве необходимое количество станков прямо зависит от требуемой производительности, т.е. объема задания выходной продукции. Этот объем, как отмечено выше, определяется исходя из возможностей оборудования последующих звеньев станочных цепочек, наличия у предприятия оборотных средств, складских мощностей и, главное, возможности продажи, т.е. емкости интересующего сектора рынка и позиций производителя на рынке.

В случае малосерийного, уникального, опытного производства оборудование должно обеспечить требуемую оперативность изготовления конечной продукции. Требуемая оперативность определяется производственными планами, а достигаемая - скоростью обработки и временем ожидания, когда освободится нужное оборудование.

В современных условиях, когда предпринимаются шаги к повышению рентабельности производства, в т.ч. за счет повышения загрузки оборудования, серийность переделов может заметно возрасти в результате развития программ выпуска востребованной на рынке конверсионной, побочной продукции, участия высокотехнологичных предприятий в промышленных кластерах.

В целях моделирования обработки потока различных заготовок и деталей единицу обрабатывающего оборудования (станок, обрабатывающий центр и т.п.) можно рассматривать как систему массового обслуживания (далее – СМО) с очередью.

Специализированное оборудование (станок) – СМО с одним каналом обслуживания однотипных заявок. Время обслуживания определяется скоростью обработки и временем ожидания в очереди, т.е. длиной очереди. Для заданной скорости обслуживания длина очереди зависит от интенсивности заявок, т.е. частоты их поступления.

Поток заявок может быть детерминированным или случайным. Гарантировать, что поток является детерминированным нельзя, поскольку на него влияет много различных факторов. Тем более это нельзя прогнозировать на длительную перспективу в несколько лет, для которой решается задача выбора варианта замены оборудования. Кроме того, для задачи моделирования СМО детерминированный поток является частным случаем случайного.

В рассматриваемой задаче в отношении потока заявок справедливы следующие допущения, которые позволяют считать поток пуассоновским:

- поток является ординарным, т.е. в один момент времени приходит одна заявка;

- поступление заявки не зависит от поступления предыдущей заявки.

Совокупность однотипного оборудования, обеспечивающего выполнение какой-то конкретной операции, можно рассматривать как

многоканальную СМО. Выходной поток, т.е. поток выхода изделий также можно считать пуассоновским.

Если суммарная интенсивность выполнения операции обработки (интенсивность выходного потока) не меньше интенсивности входного потока, то производительность оборудования (количество станков и их производительность) удовлетворяет потребности для массового производства. В случае уникального производства необходимо рассматривать правую границу доверительного интервала времени обработки заявки от момента ее поступления. Эта граница задает требования по оперативности – изделие должно быть готово к заданному сроку.

Универсальное оборудование может быть описано двумя моделями СМО:

- поток разнотипных заявок, имеющих разные законы распределения времени поступления и разные длительности обработки, и один канал обслуживания;

- поток разнотипных заявок, имеющих разные законы распределения времени поступления и разные длительности обработки, и несколько каналов обслуживания.

Последняя модель применяется, если оборудование позволяет обрабатывать одновременно различные детали или заготовки при выполнении над ними разных операций. При этом, вероятно, некоторые операции могут выполняться одновременно, а другие - нет. Это означает, что при вычислении времени обработки или времени ожидания каждой операции необходимо учитывать вероятности занятости оборудования выполнением той или иной операции.

Во всех случаях следует использовать модели СМО с приоритетами обслуживания, которыми могут пользоваться операции по обработки деталей в интересах основного производства.

Таким образом, для моделирования процесса обработки заготовок и деталей необходимы следующие данные:

- определение номенклатуры потенциальных операций обработки;
- определение интенсивности (периодичности) поступления заявок на выполнение каждой операции из составленного списка номенклатуры;
- определение интенсивности выполнения операций обработки на каждом виде оборудования.

Математическое моделирование СМО, описывающих функционирование цепочек оборудования

Используются следующие обозначения, действующие только в пределах настоящего пункта:

$i=1(1)I$ – условный порядковый номер операции из множества I номенклатуры рассматриваемых операций;

λ_i - интенсивность потока заявок на выполнение i -ой операции (средняя продолжительность интервала времени между поступлениями заявок, или количество поступления заявок на выполнение операций в единицу времени, например в час);

μ_i - интенсивность выполнения i -ой операции (среднее время выполнения операции с учетом времени подготовки оборудования, например, часов).

U_i - количество однотипных станков для выполнения i -ой операции.

В общем случае интенсивность выполнения потока операций i -го вида равна:

$$\mu_i = \sum_{U_i} \mu(u_i) \quad (67)$$

где $\mu(u_i)$ - интенсивность выполнения i -ой операции на станке u_i из множества U_i станков для выполнения i -ой операции.

Поскольку по факту процесс выполнения операций стабильный, т.е. очередь заявок на обслуживание не растет бесконечно, то, очевидно, что $\lambda_i < \mu_i$.

Далее определяются параметры выполнения совокупности последовательных операций на специализированном (существующем) оборудовании, позволяющем выполнять только одну операцию на одном типе станка.

В общем случае (на уровне моделирования) длительности выполнения каждой операции из множества I рассматриваются как случайные величины.

Среднее время прохождения детали (заготовки) по цепочке I равно:

$$T_I = \sum_{i \in I} \tau_i, \quad (68)$$

где τ_i - среднее время выполнения i -ой операции.

Среднее квадратичное отклонение для величины T_I - времени прохождения цепочки – вычисляется по следующей формуле:

$$Q_I = \sqrt{\sum_{i \in I} D_i}, \quad (69)$$

где D_i - дисперсия времени выполнения i -ой операции.

В большинстве случаев время обслуживания, также как и время поступления заявки в СМО, может быть описано без существенных погрешностей экспоненциальным законом. В пользу этой гипотезы говорит и то, что каналы обслуживания (станки для i -ой операции) могут быть не идентичны по своим тактико-техническим характеристикам (далее – ТТХ), износу, влияющему на оперативность, а i -ый вид операции в разных случаях может иметь отличное содержание по требуемому объему работы (диаметр и глубина проточки или высверливания, площадь поверхности и требования к качеству шлифовки и т.п.).

Если это допущение справедливо, то:

$$T_I = \sum_{i \in I} \frac{1}{\mu_i} \quad (70)$$

$$Q_I = \sqrt{\sum_{i \in I} \frac{1}{\mu_i^2}} \quad (71)$$

Если при выполнении каждой i -ой операции требуется детерминированное время на подготовку станка, то в формулы (68) и (70) следует добавить слагаемое $\sum_{i \in I} r_i$, где r_i - детерминированное время на подготовку к началу выполнения i -ой операции.

Значения величин T_I и Q_I в рассматриваемой задаче задают критерии принятия решения об экономической целесообразности замены специализированного оборудования на универсальное. Значения этих показателей использования универсального оборудования должны быть не хуже, чем для специализированного.

В устойчивом состоянии для каждой I -ой цепочки выполнения операций справедливо условие:

$$\lambda_I < \min_{i \in I} \mu_i, \text{ где } \lambda_I - \text{интенсивность входного потока заявок на}$$

прохождение цепочки операций, образующих множество I . Эту интенсивность задает поток заявок на выполнение первой операции из множества последовательных операций I .

Универсальное оборудование в целях настоящего моделирования может быть разделено на два класса:

1) выполняющее в заданный момент времени только одну операцию из множества I - класс s ;

2) способное выполнять одновременно все операции из множества I – класс r .

Оборудование класса s тождественно I -ой технологической цепочке. Его работа может быть описана моделью одноканальной СМО с ожиданием и интенсивностью обслуживания μ_I^s . Здесь индекс I идентифицирует множество операций, выполняемых на одном универсальном оборудовании (обрабатывающем центре), и фактически обозначает соответствующий вид такого оборудования.

Величина μ_I^S может быть задана в ГТХ оборудования, или получена на основе статистики, или рассчитана по формуле аналогичной (68), если известны интенсивности выполнения каждой операции.

$$T_I^S = \sum_{i \in I} \tau_i^S, \quad (72)$$

Для N_I^S станков интенсивность выходного потока будет равна $(N_I^S \cdot \mu_I^S)$.

При малом значении N_I^S (менее 5) выходной поток, строго говоря, не является пуассоновским, а представляет собой поток Пальме с ограниченным последствием. Однако без большой погрешности можно принять его пуассоновским. В этом случае рассчитанное среднеквадратичное отклонение интенсивности обслуживания будет несколько больше реального, т.е. субъективная оценка оперативности универсального оборудования будет несколько занижена по сравнению с реальной. Другими словами, оценка оборудования будет более строгой. Это обеспечит решение целевых задач, а некоторые избыточные мощности можно будет использовать в коммерческих целях. Кроме того, необходимо учитывать, что величины интенсивности обслуживания в решаемой задаче носят дискретный характер, что определяется номенклатурой рассматриваемого оборудования. Поэтому любые уточнения характеристик СМО в этом случае имеют смысл, если они приводят к изменению требуемого количества образцов оборудования.

Среднее квадратичное отклонение интенсивности обслуживания на оборудовании типа s при сделанном допущении вычисляется по формуле:

$$Q_I^S = \frac{1}{N_I^S \cdot \mu_I^S}. \quad (73)$$

Для адекватной, с точки зрения оперативности, замены специализированного оборудования на универсальное должно выполняться условие $Q_I^S \leq T_I$ (формулы (68) и (70)).

Оперативные характеристики универсального оборудования класса r фактически сводятся к интенсивности выполнения самой продолжительной операции.

3.5.2 Модели анализа показателей эффективности инвестиций в техническое переоснащение предприятий

С одной стороны, задачу выбора варианта технического переоснащения решает предприятие, используя выше описанные модели. С другой стороны, переоснащение является инвестиционным проектом и при его обосновании целесообразно посмотреть на проблему с точки зрения инвесторов, т.е. использовать принятые в практике инвестирования критерии и показатели.

Под инвестированным капиталом здесь мы понимаем не только затраты на переоборудование, но и стоимость его эксплуатации. В качестве инвестора в частном случае могут выступать и его акционеры, и само предприятие. Суть дела для математического моделирования в данном случае не меняется.

В число типовых показателей эффективности инвестиционных проектов, к которым, безусловно, относятся проекты технического переоснащения, включаются следующие показатели:

- чистый доход (NV);
- чистый дисконтированный доход, или чистая текущая стоимость (NPV);
- дисконтированный индекс доходности (DPI);
- внутренняя норма доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистый доход NV , приведенный к моменту инвестирования, вычисляется по формуле:

$$NV = \sum_{t=1}^T \frac{P_t}{(1 + \varphi)^t \cdot (1 + t(t))}, \quad (74)$$

где

P_t – доход, получаемый инвестором в t -ом году;

ψ – ставка рефинансирования;

$i(t)$ – коэффициент инфляции в t -ом году по сравнению с моментом начала проекта ($t=0$).

Чистая приведенная дисконтированная прибыль NPV описывается выражением:

$$NPV = -IC_0 + \sum_{t=1}^T \frac{P_t - IC_t}{(1 + \psi)^t \cdot (1 + i(t))}, \quad (75)$$

где IC_t – поток инвестиций.

Если роль инвестора играет само предприятие, то NPV является прибылью, вычисляемой по формуле (9) (см. пункт 3.2.1), а затраты IC представляют собой затраты на техническое переоснащение и осуществление производства с использованием нового оборудования, вычисляемые по формулам (20) и (21) (см. пункт 3.2.2).

Дисконтированный индекс доходности (DPI):

$$DPI = \frac{NPV}{\sum_{t=0}^T \frac{IC_t}{(1 + \psi)^t}}, \quad (76)$$

DPI отражает рентабельность инвестиций.

Внутренняя норма прибыли инвестиционного проекта (IRR) представляет собой значение коэффициента дисконтирования ψ , при котором NPV проекта по техническому переоснащению равен нулю.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{P_t}{(1 + IRR)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{IC_t}{(1 + IRR)^{t-1} \cdot (1 + i(t))} = 0, \quad (77)$$

Решается это уравнение либо с помощью специальных таблиц, либо численными методами, что при наличии ПЭВМ никакого труда не составляет.

Дисконтированный срок окупаемости (DPP) показывает, через сколько периодов рассмотрения проекта чистый дисконтированный денежный доход превысит первоначальные вложения:

$$NV(DPP) = \sum_{t=1}^{DPP} \frac{P_t - IC_t}{(1 + \varphi)^t \cdot (1 + \iota(t))} > IC_0 . \quad (78)$$

Представленные показатели являются стандартными при оценке инвестиционных проектов. При решении задачи обоснования варианта технического переоснащения предприятия они показывают насколько тот или иной вариант проекта переоснащения может быть привлекательным для инвесторов. Кроме того, их использование позволяет спрогнозировать левую границу ренты на капитал ψ , под которую возможно привлечь инвестиции, а также использовать ее в качестве правой границы банковской ставки на единицу измерения периода реализации проекта (месяц, квартал, год).

3.5.3 Модель оптимизации производственной программы при многономенклатурном производстве на основе максимизации маржинальной прибыли с учетом рыночных факторов

В работе [80] изложена параметрическая модель прибыли предприятия и на ее основе предложена методика выбора оптимальных планово-управленческих решений при однономенклатурном производстве на основе технологических цепочек. Расширенный вариант этой модели для многономенклатурного производства, использующего универсальное оборудование, рассмотрен в работе [81]. Эти модели позволяют исследовать прибыльность производства при оптимальном использовании его оборудования в том или ином варианте технического оснащения.

В основе параметрической модели лежат следующие рассуждения.

Пусть:

P_b - прибыль базисного периода;

P_a - прибыль анализируемого периода;

C_b - цена изделия в базисном периоде;

C_a - цена изделия в анализируемом периоде;

N_b - количество изделий, проданных в базисном периоде;

N_a - количество изделий, проданных в анализируемом периоде;

$C_{\bar{o}}$ - себестоимость изделия в базисном периоде;

C_a - себестоимость изделия в анализируемом периоде.

Тогда прибыль от реализации товарной продукции базисного и аналитического периодов определяется по формулам:

$$\Pi_{\bar{o}} = N_{\bar{o}} \cdot (\Pi_{\bar{o}} - C_{\bar{o}}) \quad (79)$$

$$\Pi_a = N_a \cdot (\Pi_a - C_a), \quad (80)$$

а индекс прибыли будет равен:

$$I = \frac{\Pi_a}{\Pi_{\bar{o}}} = \frac{N_a \cdot (\Pi_a - C_a)}{N_{\bar{o}} \cdot (\Pi_{\bar{o}} - C_{\bar{o}})}, \quad (81)$$

В таблице 7 введены обозначения для формул определения некоторых параметрических показателей, формирующих прибыль предприятия в однономенклатурном производстве.

Таблица 7 – Обозначения для формул

Обозначение показателя	Наименование показателя	Формула
b	Коэффициент изменения объема производства и реализации товарной продукции	$b = N_a / N_{\bar{o}}$
p	Коэффициент рентабельности производства товарной продукции в базисном периоде	$p = \Pi_{\bar{o}} / C_{\bar{o}}$
d	Коэффициент изменения цены реализации товарной продукции	$d = \Pi_a / \Pi_{\bar{o}}$
C_{nep}	Переменные затраты на единицу товарной продукции базисного периода	-
K_n	Коэффициент изменения переменных в анализируемом периоде	$K_n = C_{nep}^a / C_{nep}$
C_{noc}	Условно-постоянные затраты в абсолютном выражении на выпуск товарной продукции базисного периода	-
ΔC_{noc}	Прирост условно-постоянных затрат в анализируемом периоде	-
$C_{\bar{o}}$	Себестоимость единицы товарной продукции в базисном периоде	$C_{\bar{o}} = C_{nep} + C_{noc} / N_{\bar{o}}$

Обозначение показателя	Наименование показателя	Формула
r	Коэффициент доли переменных затрат в затратах базисного периода	$r = C_{nep} / C_{\bar{o}}$
C_a	Себестоимость единицы товарной продукции в анализируемом периоде	$C_a = K_n \cdot C_{nep} + (C_{noc} + \Delta C_{noc}) / b \cdot N_b$
f	Коэффициент изменения постоянных затрат в анализируемом периоде	$f = \Delta C_{noc} / C_{noc}$
S	Коэффициент изменения себестоимости продукции базисного периода под влиянием изменения ее переменных составляющих	$g = K_n \cdot r + (1 - r)$ $K_n \cdot r = g - (1 - r)$

Тогда из (81) получается:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{b \cdot (C_a - C_{\bar{o}})}{C_{\bar{o}} \cdot \left(\frac{C_{\bar{o}}}{C_{\bar{o}}} - 1 \right)} = \frac{b \cdot \left(d \cdot \frac{C_{\bar{o}}}{C_{\bar{o}}} - \frac{C_a}{C_{\bar{o}}} \right)}{p - 1} = \\
 &= \frac{b \cdot \left(p \cdot d - \frac{K_n \cdot C_{nep} + (C_{noc} + \Delta C_{noc}) / b \cdot N_b}{C_{\bar{o}}} \right)}{p - 1} \\
 &= \frac{b \cdot (p \cdot d - K_n \cdot r) - (1 - r) \cdot (1 + f)}{p - 1}
 \end{aligned} \tag{82}$$

Если же в приведенную формулу подставить вместо выражения ($K_n \cdot r$) равное ему значение из таблицы 7, то можно получить вторую эквивалентную формулу параметрической модели:

$$I = \frac{b \cdot (p \cdot d - g) - (1 - r) \cdot (b - 1 + f)}{p - 1} \tag{83}$$

Обе модели равнозначны. Выбор какой-то из них для конкретного прогнозирования прибыли определяется обстоятельствами и наличием исходной информации.

Важно отметить, что формулы (82) и (83) являются лишь следствиями соотношений (79), (80), и с их помощью можно, например, определить, как

изменится I (т. е. как изменится прибыль), если известны изменения других параметров базисной ситуации (известны b, d, p, g, r, f, K_n), каковы должны быть соотношения между этими параметрами, чтобы изменение прибыли базового периода оказалось приемлемым ($I > 0$ - прибыль, $I > 1$ - прибыль больше, чем в базовом периоде) и т. д.

Однако информации, заложенной в эти формулы, не достаточно, чтобы ответить на вопрос: «Сколько изделий производить и по какой цене их продавать, чтобы в результате получаемая в плановом периоде прибыль оказалась максимальной?». Причина в том, что в условиях рынка параметры b, d, p, g, r, f, K_n не могут меняться независимо (изменение цены на товар приводит к изменению максимально возможного объема продаж). Поэтому изменения параметров b, d, p, g, r, f, K_n с целью максимизации I (с целью максимизации прибыли), необходимо знать и учитывать характер зависимости между этими параметрами.

Эта зависимость выводится в теории эластичности спроса и предложения. Согласно этой теории на величину спроса и предложения влияют разные факторы. Это, прежде всего, цена изделия C и другие так называемые неценовые факторы, такие как, например, доходы покупателей, качество товара, цены на другие товары и пр. Влияние цены определяется законом спроса и предложения: цена будет стремиться к равновесному значению, при котором спрос и предложение уравниваются.

Известны стратегии ценообразования, каждая из которых рекомендует свои особые подходы к решению задачи установления цен на товары, отличающихся от равновесной цены. Например, скользящее ценообразование (цены последовательно снижаются с целью охвата различных уровней спроса), проникающее ценообразование (установление цен ниже рыночного уровня с целью увеличить свою долю рынка), сегментное ценообразование (установление различных цен на одинаковые продукты на локально изолированных рынках), гибкое ценообразование (установление цен с учетом изменившихся условий на рынке) и т.д. Однако такие стратегии носят

временный характер, и после решения поставленной задачи происходит переход к равновесному ценообразованию.

При равновесном ценообразовании справедливо:

$$b_c = 1 + K_{эц} \cdot (1 - d) + H_\phi \quad (84)$$

$$b_n = (1 - U_\phi) \cdot a + U_\phi \cdot b \quad (85)$$

$$b_c = b_n ,$$

где:

$K_{эц}$ - это коэффициент эластичности спроса по цене;

H_ϕ - это увеличение спроса из-за изменения неценовых факторов; следовательно, b_c - это выраженный в принятой первой части спроса спрос в анализируемом периоде.

Первое слагаемое в правой части (84) - это спрос в базовом периоде, принятый за 1 часть (спроса). Второе слагаемое в правой части (84) дает увеличение этого спроса в анализируемом периоде из-за уменьшения цены в базовом периоде, принятой за 1 часть (цены) до, как следствие, значения d в анализируемом периоде.

Учитывая сделанное выше предположение, что изменения различных факторов влияют на спрос независимо, приведенные выше рассуждения можно обобщить на случай наличия нескольких неценовых факторов. Если, например, предположить, что следует учитывать доходы населения, цены взаимозаменяемых товаров, цены сопрягаемых (взаимодополняемых) товаров и качество товаров, то получим:

$$H_\phi = K_{эд} \cdot (D - 1) + K_{эв} \cdot (d_v - 1) + K_{эс} \cdot (1 - d_c) + K_{эк} \cdot (I_k - 1) , \quad (86)$$

где

D - коэффициент изменения дохода потребителей товара по сравнению с базисным периодом;

d_v - коэффициент изменения цены взаимозаменяемого товара;

d_c - коэффициент изменения цены сопрягаемого (взаимодополняемого) товара;

I_k - индекс изменения качества товара по сравнению с базисным периодом;

$K_{эд}, K_{эв}, K_{эс}, K_{эк}$ - коэффициенты эластичности спроса товара соответственно от дохода потребителей, цены взаимозаменяемого товара, цены взаимодополняемого товара, изменения качества товара;

взаимозаменяемые товары (субституты) - это такие пары товаров, для которых рост цены одного товара приводит к росту спроса на другой товар;

взаимодополняемые товары (комплементы) - пары товаров, для которых рост цены одного товара приводит к падению спроса на другой товар;

нормальный товар - это товар, спрос на который увеличивается с ростом потребительских доходов;

низший товар (товар низшего качества) - это товар, спрос на который падает при росте потребительских доходов.

U_ϕ в правой части (85) - доля предложения фирмы в базисном периоде. Тогда $(1-U_\phi)$ - доля предложения других фирм-конкурентов, предлагающих то же или близкое изделие в базовом периоде. Если a - коэффициент изменения предложения всех прочих конкурентных фирм в анализируемом периоде, а b - коэффициент изменения предложения фирмы в анализируемом периоде, то правая часть (85) и b_n - это предложение, в анализируемом периоде выраженное в принятой 1 части спроса или (согласно (86)) предложения.

Если же в базисном периоде предприятие товар не предлагало, а сделало это впервые в анализируемом периоде (предприятие входит в отрасль в анализируемом периоде), то $b_n = a + a_\phi$, где a_ϕ - доля предприятия, входящего в отрасль в анализируемом периоде, по отношению к величине совокупного предложения в базисном периоде.

Из (84) следует, что:

$$d = \frac{(1 + K_{эц} + H_{\phi} - b_c)}{K_{эц}} \quad (87)$$

Эта формула показывает, как будет изменяться равновесная цена (изменение d) при изменении спроса (изменение b_c). Но, как отмечалось выше, при равновесной цене изменения спроса b_c и предложения b_n совпадают. Тогда:

$$d = \frac{(1 + K_{эц} + H_{\phi} - (1 - U_{\phi}) \cdot a + U_{\phi} \cdot b)}{K_{эц}} \quad (88)$$

Из полученной формулы следует, что

$$b = \frac{1 + K_{эц} \cdot (1 - d) + H_{\phi} - (1 - U_{\phi}) \cdot a}{U_{\phi}} \quad (89)$$

Это и есть искомые соотношения, с которыми необходимо считаться при максимизации индекса прибыли I . Чтобы сделать это, нужно подставить (89) в (82) и тем самым выразить индекс прибыли I через d , а затем продифференцировать полученную формулу и приравнять производную к нулю. Решив это уравнение, можно показать, что для получения максимальной прибыли в рамках этой модели нужно взять:

$$d_{on} = \frac{1 + K_{эц} \cdot (1 - d) + H_{\phi} - (1 - U_{\phi}) \cdot a}{2 \cdot K_{эц}} + \frac{K_n \cdot r}{2 \cdot p} \quad (90)$$

Отсюда формула (89) приобретает вид:

$$b_{on} = \frac{1 + K_{эц} \cdot (1 - d_{on}) + H_{\phi} - (1 - U_{\phi}) \cdot a}{U_{\phi}} \quad (91)$$

Подставив d_{on} и b_{on} в (82) или (83), можно вывести оптимальный индекс прибыли:

$$I_{on} = \frac{b_{on} \cdot (p \cdot d_{on} - K_n \cdot r) - (1 - r) \cdot (1 + f)}{p - 1} \quad (92)$$

Узнав по полученным формулам параметры d_{on} и I_{on} , можно определить, как нужно изменить количество и цену выпускаемого изделия, чтобы максимально увеличить получаемую прибыль.

Чтобы воспользоваться формулами (90)-(92), необходимо узнать значение всех параметров, входящих в правые части этих формул. Все эти параметры можно разделить на две части. Первая часть - это параметры, которые можно получить, анализируя прошлое. Они, как правило, довольно стабильные и сохраняют свои значения без изменения на данном сегменте рынка достаточно длительное время. К ним относятся все коэффициенты эластичности спроса товара (ценовая, по доходу потребителя, перекрестная эластичность, по качеству продукции). Сюда же можно отнести информацию о рыночной доле предприятия по конкретному товару.

Параметры второй группы являются прогнозируемыми. К ним относятся изменение доходов потребителей, цен на взаимозаменяемую продукцию, качества рыночной продукции в анализируемом периоде, изменение в объеме товарной массы, которую поставляют конкуренты данного предприятия.

Порядок сбора и использования описанной выше информации покажем на следующем условном примере.

Пусть предприятие в первом временном интервале по сравнению с базисным периодом продавало свой товар по цене на 3 % дороже ($d=1.03$), реализовало продукции на 7 % больше ($b=1.07$). При этом доход потребителей возрос на 2 % ($D=1.02$), все конкуренты фирмы снизили поставку своих товаров на рынок на 5 % ($a=0.95$), удельный вес фирмы в общей товарной массе рынка составлял 30 % ($U_\phi=0.3$).

Те же показатели предприятия во втором временном интервале приняли следующие значения: $d=1.05$; $b=1.08$; $D=1.06$; $a=0.98$; $U_\phi=0.3$.

На основе этой информации о двух предыдущих периодах можно составить два уравнения для определения двух неизвестных $K_{эц}$ и $K_{эд}$. Для этого нужно значения параметров подставить в формулу:

$$1 + K_{эц} \cdot (1 - d) + K_{эд} \cdot (D - 1) - (1 - U_\phi) \cdot a - U_\phi \cdot b = 0 ,$$

являющуюся следствием (84)-(86).

В результате получается систему:

$$1 + K_{эц} \cdot (1 - 1.03) + K_{эд} \cdot (1.02 - 1) - (1 - 0.3) \cdot 0.95 - 0.3 \cdot 1.07 = 0 ,$$

$$1 + K_{эц} \cdot (1 - 1.05) + K_{эд} \cdot (1.06 - 1) - (1 - 0.3) \cdot 0.98 - 0.3 \cdot 1.08 = 0 .$$

После решения системы выясняется, что: $K_{эц} = 1.3$ и $K_{эд} = 1.25$

Тогда, если в анализируемом периоде согласно прогнозам будет $D=1.11$ и $a=0.96$ и фирма увеличит объем производства на 5 % ($b=1.05$), то согласно (91) получается, что для успешной продажи всех изделий цену товара нужно увеличить на 11.6 % так как

$$d = (1 + 1.3 + 1.25 \cdot (1.11 - 1) - 0.7 \cdot 0.96 - 0.3 \cdot 1.05) / 1.3 = 1.116$$

Подставив взятое значение b и рассчитанное d вместе с другими необходимыми данными в (82) или (83), можно найти I .

Если не задавать значение b , то для получения максимальной прибыли нужно воспользоваться формулами (90), (91), (92).

Если же кроме коэффициентов эластичности фирме еще неизвестна, например, величина доли фирмы в общей товарной массе рынка U_{ϕ} , то для определения $K_{эц}$, $K_{эд}$ и U_{ϕ} нужно собрать и использовать аналогично изложенному выше информацию о трех предыдущих периодах. Аналогично можно находить значение и других параметров: перекрестной эластичности взаимодополняемых и взаимозаменяемых (взаимосопрягаемых) товаров, эластичности спроса товара по его качеству, по рекламе, по техническому сервису и по многим другим неценовым факторам, которые носят специфический характер для каждого товара.

Следует отметить, что в странах с рыночной ориентацией хозяйствования вся указанная выше информация служит объектом пристального изучения каждой фирмой. Фирмы тщательно отслеживают изменения, происходящие на рынке, собирают и анализируют всю информацию, изучают поведение своих конкурентов, постоянно уточняют значения всех информационных показателей. Для российских предприятий РКП вся эта работа еще впереди. Предприятия, которые своевременно начнут

собирать необходимую информацию, будут иметь неоспоримые преимущества перед своими конкурентами.

В случае многономенклатурного производства, значения параметров, фигурирующих в правых частях формул (79)-(82), должны определяться по другим формулам, зависящим не от одного, а от всех изделий. Поэтому все выводы, которые сделаны только на основе формул (82) и (83), справедливы и для многономенклатурных производств, но только с другой трактовкой прибылеобразующих параметров. В то же время вывод формул (90), (91), (92) производится для каждого изделия в отдельности, и поэтому рассуждения об оптимизации относятся только к однономенклатурному производству, а вопрос оптимизации многономенклатурного производства нуждается в дополнительном исследовании.

Можно получить единый подход к оптимизации производства, если максимизировать не прибыль, а маржинальную (предельную) прибыль. В случае однономенклатурного производства это будет одно и то же, а в случае многономенклатурного производства это будет единственно правильным, так как устраняет проблему распределения по изделиям постоянных затрат. Как известно, себестоимость, а, следовательно, и все рассуждения будут существенно зависеть от способа распределения.

Для I_j^{MH} - коэффициента изменения маржинальной прибыли $M_j^{\bar{b}}$ базового периода некоторого j -го изделия (возможно, оно единственное) получается, что:

$$I_j^{MH} = \frac{N_a \cdot (C_a - C_a^{nep})}{N_{\bar{b}} \cdot (C_{\bar{b}} - C_{\bar{b}}^{nep})} = \frac{b \cdot \left(\frac{C_a}{C_{\bar{b}}^{nep}} - \frac{C_a^{nep}}{C_{\bar{b}}^{nep}} \right)}{\frac{C_{\bar{b}}}{C_{\bar{b}}^{nep}} - 1} = \frac{b \cdot (d \cdot p - K_n)}{p - 1} \quad (93)$$

Коэффициент изменения маржинальной прибыли от всех изделий (если их несколько) будет равен:

$$I^{MH} = \sum_j \frac{M_j^{\bar{b}} \cdot I_j^{MH}}{M^{\bar{b}}}, \quad (94)$$

где:

$M_j^{\bar{o}}$ - маржинальная прибыль от некоторого j -го изделия в базовом периоде;

$M^{\bar{o}}$ – маржинальная прибыль от всех изделий.

Пусть k - коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличиваются постоянные затраты анализируемого периода по сравнению с базовым периодом. Тогда можно доказать, что коэффициент изменения прибыли будет:

$$I = \frac{I^{МП} - t \cdot k}{1 - t} = \frac{b \cdot (d \cdot p - K_n) - t \cdot k}{p - 1} \cdot \frac{p - 1}{1 - t} \quad (95)$$

Здесь t - доля, которую постоянные затраты базового периода $\Pi^{\bar{o}}$ составляют в маржинальной прибыли $M^{\bar{o}}$ базового периода, т.е.

$$t = \frac{\Pi^{\bar{o}}}{M^{\bar{o}}} \quad (96)$$

Действительно, если $M^{\bar{o}}$ взять за 1 часть, то $\Pi^{\bar{o}} = t$, а прибыль в базовом периоде будет $(1-t)$. Зато в анализируемом периоде маржинальная прибыль будет $I^{МП}$, постоянные затраты $(t \cdot k)$, а прибыль $(I^{МП} - t \cdot k)$. Отсюда следует выражение (95).

С помощью этих формул можно отвечать на вопросы, не связанные с оптимизацией прибыли. К оптимизации прибыли можно подойти, только учитывая возможную конкуренцию изделий за ограниченные ресурсы.

То есть необходимо искать в общем случае количество и цену (N_j^t и C_j^t) каждого изделия в анализируемом периоде как решение следующей задачи:

$$\sum_j I_j^{МП} \cdot M_j^{\bar{o}} \rightarrow \max \quad (97)$$

$$\sum_j a_{ij} \cdot N_j^a \leq r_i \quad (98)$$

$$\sum_j b_{kj} \cdot C_j^a \leq c_k \quad (99)$$

Для каждого изделия можно добавить соотношения (88) или (89), связывающие b_j и d_j . Конечно, если предприятие не является ценовым лидером, то неизвестными будут лишь N_j^a .

Для случая максимизации маржинальной прибыли от каждого изделия в отдельности можно вывести формулы, аналогичные формулам (90), (91), (92). Из (93) и (88) следует:

$$I^{МП} = \frac{b \cdot (d \cdot p - K_n)}{p - 1} = \frac{b \cdot \left(\frac{(1 + K_{эц} + H_\phi - (1 - U_\phi)) \cdot a - U_\phi \cdot b}{K_{эц}} \cdot p - K_n \right)}{p - 1} =$$

$$= \frac{b \cdot p \cdot (1 + K_{эц} + H_\phi - (1 - U_\phi)) \cdot a - U_\phi \cdot p \cdot b^2 - K_n \cdot K_{эц} \cdot b}{K_{эц} \cdot (p - 1)} \quad (100)$$

Тогда:

$$\frac{dI^{МП}}{db} = \frac{-2 \cdot U_\phi \cdot p \cdot b + p \cdot (1 + K_{эц} + H_\phi - (1 - U_\phi)) \cdot a - K_n \cdot K_{эц}}{K_{эц} \cdot (p - 1)} \quad (101)$$

Отсюда:

$$b_{jonm} = \frac{p \cdot (1 + K_{эц} + H_\phi - (1 - U_\phi)) \cdot a - K_n \cdot K_{эц}}{2 \cdot U_\phi \cdot p} \quad (102)$$

Подстановка (102) в (88) приводит к формуле:

$$d_{jonm} = \frac{1 + K_{эц} + H_\phi - (1 - U_\phi) \cdot a - U_\phi \cdot b_{onm}}{K_{эц}} \quad (103)$$

Подстановка (102) и (103) в (93) приводит к выражению:

$$I_{jonm} = \frac{b_{onm} \cdot (d_{onm} \cdot p - K_n)}{p - 1} \quad (104)$$

С помощью (102) и (103) можно найти начальное, опорное решение поставленной задачи. Если оно будет удовлетворять всем линейным ограничениям последней, то задача решена. Если нет, то сначала необходимо опорное решение сделать допустимым, а затем оптимизировать.

Представленная модель позволяет единообразно производить ситуационный многофакторный анализ однономенклатурного и

многономенклатурного производства с использованием пакетов прикладных программ.

Для осуществления исследования маржинальной прибыли при изменении производственных показателей в связи с техническим переоснащением может быть использована общая структурно-логическая схема факторного анализа маржинального дохода единицы продукции [82], представленная на рисунке 7.

3.5.4 Разработка предложений по системе планирования заказов на технологическую оснастку изготовления изделий для специализированных производств

Общие положения

В условиях быстро меняющейся производственной ситуации существенно возрастает роль планирования и оперативной корректировки планов, в которых необходимо дать четкую увязку функционирования большого числа подразделений и назначить сроки выпуска разнообразных и многочисленных деталей с целью достижения необходимого результата. В течение последних 30 лет предпринимаются шаги в направлении передачи функций планирования автоматизированным системам (АСУП, MRP, MRPII, ERP и т.д.), для чего разрабатываются модели планирования и оценки ресурсного потенциала предприятия.

Прогнозно-аналитические методы, применяемые в исследовании процесса планирования, подразделяют на:

- неформализованные методы, основанные на описании на логическом уровне аналитических процедур. Они не предлагают использования строгих аналитических зависимостей (методы экспертных оценок; сценариев; морфологические; сравнения; построения систем показателей; и т.п.), но предусматривают опрос экспертов по специальным схемам и обработку полученных результатов с помощью инструментария экономической статистики;

- формализованные методы, в основе которых лежат строгие аналитические зависимости. Методы этой группы достаточно разнообразны и подразделяются, в свою очередь на несколько групп: методы факторного анализа, экономической статистики, методы экономической кибернетики и оптимального программирования, эконометрические методы, методы исследования операций и теории принятия решений [83, 84].

Теоретические проблемы создания АСУ, в т.ч. автоматизированного планирования, освещались в целом ряде работ, начиная с 70-х годов [85, 86]. В данных работах для анализа процесса управления, распределения ресурсов, планирования широко использовались понятия ограничений, целей (целевой функции). Отмечалось, что в ряде случаев, при решении нетрадиционных задач, автоматизированные системы уступают человеческой интуиции, опыту. Это связано с неполнотой информации, недостаточной определенностью ограничений, накладываемых на переменные задачи; нечеткой формулировкой целей, их возможной противоречивостью, что характерно для уровня управления. Для учета разнообразных целей в многокритериальной оптимизации в большинстве случаев используется многомерная функция полезности, что было отмечено выше в пункте 3.3.1. В целом можно отметить, что необходимость преодолевать субъективизм является значительным препятствием на пути развития АСУ [87].

В последнее время появляются новые методы обработки данных, приближенные к функциям человеческого мышления, такие, как методология построения запросов к базам данных, OLAP-технологии, Data Mining. Согласно классификации [88], наибольшее значение в обработке данных приобретают алгоритмы на основе регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов, методы анализа в конкретной предметной области, нейросетевые алгоритмы, эволюционное программирование. Эти направления исследований в настоящее время динамично развиваются, однако преимущественно в финансовой и экономической сферах.

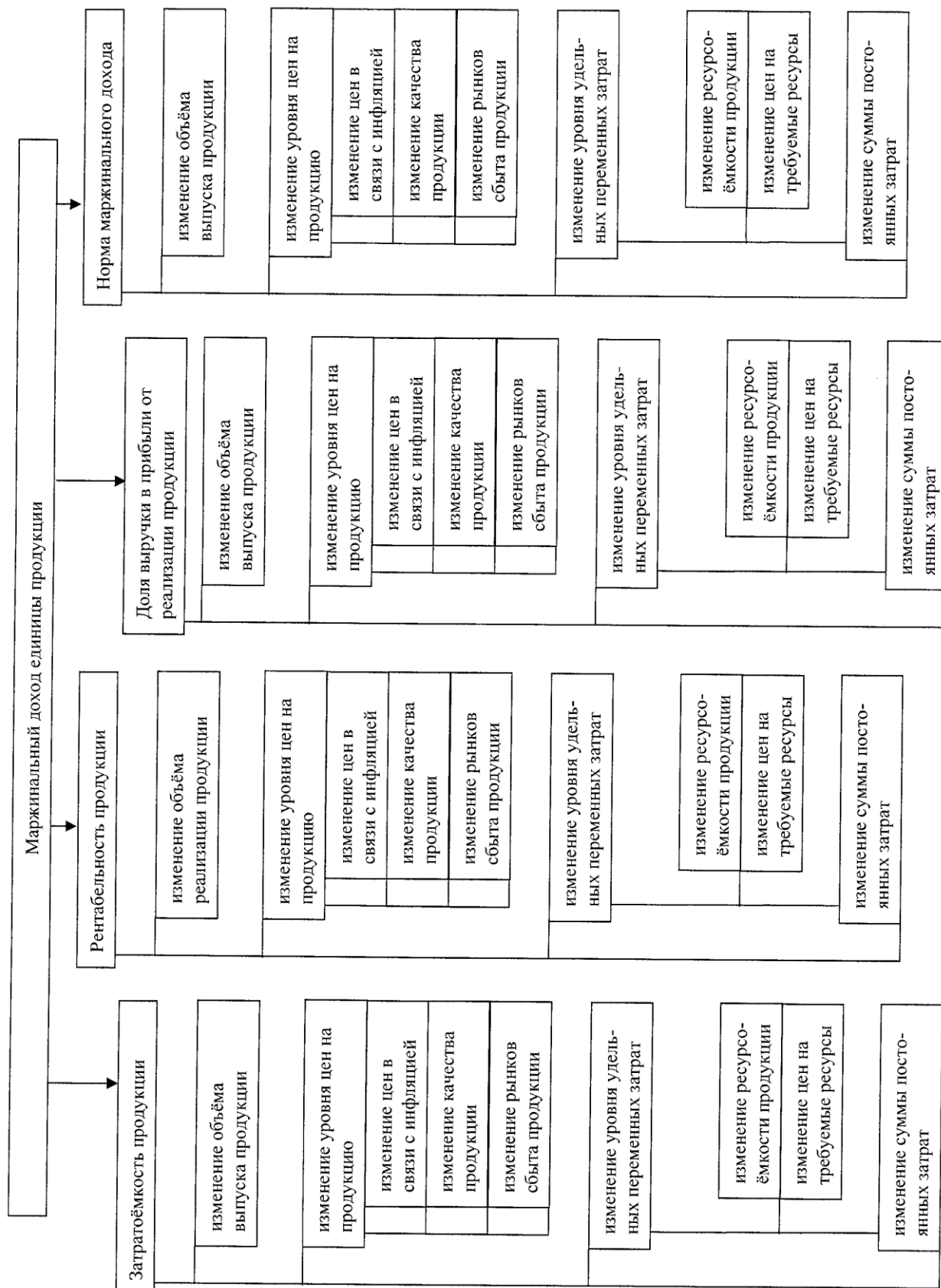


Рисунок 7 – Структурно-логическая схема факторного анализа маржинального дохода единицы продукции [82]

Тем не менее, к верхнему уровню управления должны быть отнесены и научно-исследовательские, конструкторские подразделения, на основании

нестандартного, плохо формализуемого характера выполняемых ими работ. В целом сегодня разработка моделей планирования для подразделений указанного профиля с учетом их специфики является актуальной проблемой.

Модель планирования

При производстве сложной наукоемкой продукции выполнение планов выпуска в значительной степени зависит от своевременной технологической подготовки производства (далее - ТПП) [14]. Значительную долю ТПП составляет процесс проектирования и изготовления оснастки. Процесс создания оснастки характеризуется наличием большого количества относительно несложных уникальных заказов. Достижение основной цели - выполнение заказов в плановые сроки – требует четкой работы соответствующей системы планирования и контроля.

Инструментами планирования являются:

- графовые модели, в т.ч. сетевые графики, бизнес-модели процессов (позволяют учесть структуру процесса, взаимосвязь работ, возможные их сдвиги);

- методы теории расписаний;

- методы экономического анализа и прогнозирования (для формирования стратегий): анализ «разрывов», анализ сильных и слабых сторон, SWOT-анализ, метод оценки по системе баллов, концепция жизненного цикла товара;

- методы ранжирования задач;

- методы имитационного моделирования.

С учетом специфики предметной области (необходимость учета сроков, массовость заказов и др.) справедлив вывод, что для прогнозирования поступления заказов пригодна теория массового обслуживания (далее - ТМО), теория расписаний и методы имитационного моделирования. Использование моделей СМО рассмотрено в пункте 3.5.1. Следует иметь в виду, что СМО

имеют ограниченное применение в случае преобладающей уникальности заявок.

Методы теории расписаний [89] формулируют правила упорядочения работ, выбора заявки из очереди и т.д. Основным ограничением применения этих методов является размерность задачи (для сокращения размерности необходима группировка заказов), а также то, что плановые сроки в начальный момент времени не определены, а информация, с помощью которой их можно назначить, неполна либо неструктурирована. Методы имитационного моделирования применимы относительно легко, однако не гарантируют оптимальности решения.

Помимо этого, следует учесть, что план проектирования оснастки должен быть привязан к плану изготовления изделий, так как является «вторичным», производным, т. е. планирование для оснастки может быть многоэтапным. Для подобных целей предлагается использовать метод решающих матриц. Исходя из этого, предлагается использовать следующий подход. Для разработки системы целесообразно создать базовую модель на основе сетей Петри, включающую модули планирования (прогнозирование загрузки заказами), составления расписания, а также исполнения заказов и контроля их выполнения [90]. Такая модель представлена на рисунке 8.

Пусть:

n - среднее количество заказов в периоде, число фишек в сети;

p_1 - вероятность того, что заказ принят и зарегистрирован в ВИТ, принимаемая при срабатывании перехода t_0 ;

p_2 - вероятность того, что заказ сохраняет актуальность во время работы, принимаемая при срабатывании перехода t_{40} ;

p_3 - вероятность того, что заказ принят в инструментальном заводе и цехе-заказчике без претензий, принимаемая при срабатывании перехода t_{50} ;

ν_8 - возвращенные заказы - количество фишек, поступающие из позиции 8 в позицию 3.

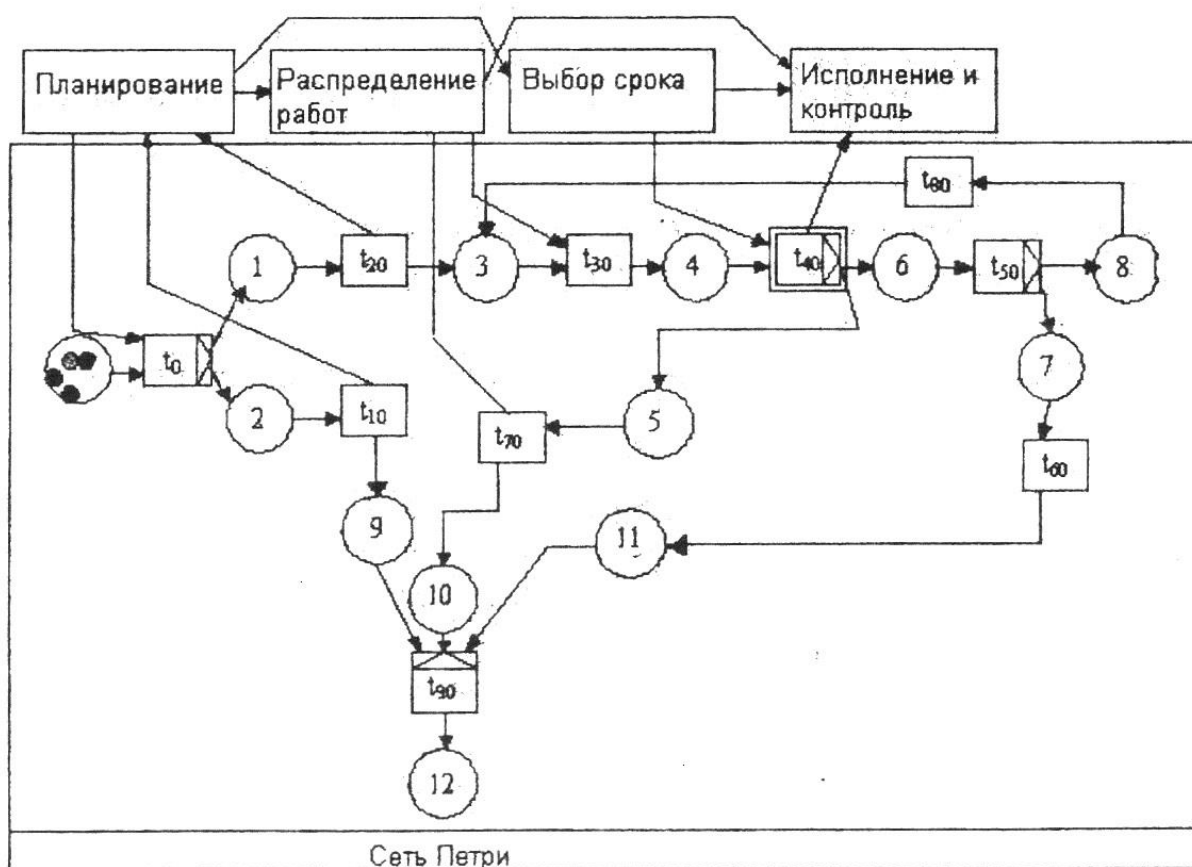


Рисунок 8 - Модель выполнения заказов на оснастку на предприятии [90]

Модуль планирования во многом определяет эффективность функционирования целостной системы, поэтому рассматривается подробно. Работа системы начинается с распределения фактически поступивших заказов по срокам. На основе разработанной математической модели может быть выстроен теоретический график ТПП.

В рассматриваемой модели в качестве исходных берутся следующие матрицы [91]:

A («Срок» - «Изделие») - прирост изделий за период;

B («Операция» - «Оснастка») - вероятность применения оснастки на операции, определяемая специализацией оснастки, опытом технологических бюро в ее применении;

C («Цех» - «Операция») - доля операций данного типа в суммарной трудоемкости работ цеха, определяемая специализацией цехов;

D («Изделие» - «Цех») - доля трудоемкости работ цеха в трудоемкости процесса изготовления изделия, определяемая расцеховкой изделий;

E («Оснастка» - «Заказ») - вероятность появления оснастки в заказе, определяемая решениями технологов.

На практике элементы базовых матриц определяются отношением количества объектов с заданным значением атрибута («Изделие», «Операция» и т.д.) к общему количеству объектов в выборке по избранному параметру («Цех» и др.). Это несложно выполнить на основании данных электронного архива конструкторской и технологической документации (к примеру, Search - программного продукта, используемого на ОАО «НПО «Сатурн»).

Для управления процессом планирования необходимо определить связи между сущностями, не представленные исходными матрицами, а в конечном итоге, сформировать связь «Срок» - «Заказ». Из анализа процесса следует, что некоторые произведения матриц имеют физический смысл, а именно:

P («Изделие» - «Операция») - вероятность того, что при изготовлении изделия будет затребована данная операция:

$$P = D \cdot C; \quad (105)$$

Od («Изделие» - «Оснастка») - оснащенность изделия:

$$Od = P \cdot B; \quad (106)$$

Pr («Срок» - «Оснастка») - прогнозная потребность в оснастке:

$$Pr = A \cdot Od; \quad (107)$$

Pre («Срок» - «Заказ») - прогнозное расписание заказов:

$$Pre = Pr E; \quad (108)$$

Osc («Цех» - «Оснастка») - оснащенность (потребность в оснастке) цеха:

$$Osc = C \cdot B; \quad (109)$$

Z («Срок» - «Цех») - прогнозная загрузка цехов

$$Z = A \cdot D \quad (110)$$

Планирование носит отличительный для оперативных планов «скользящий» характер, т.е. формируется предварительно, на основе полученных из модели данных, затем при уточнении ее на основе фактических

данных уточняется и дополняется предварительным планом на следующий период.

Результаты планирования определяют помещение фишек в начальную позицию и срабатывание перехода t_0 (информация «в сеть»). Такт запуска сети принимается равным периоду, избранному в матрицах Pr , Pre . На основе данных модуля осуществляется распределение количества фишек n по параметру («цвету») «Плановый срок». Количество фишек n_i с одинаковым значением «цвета» «Плановый срок» (заказов, которые должны быть выпущены в периоде i) определяется на основе элементов матрицы Pr по формуле:

$$n_i = n \cdot \frac{\sum_j p \cdot r_{ij}}{\sum_j p \cdot r_{ij}^{avg}} \quad (111)$$

где $\sum_j p \cdot r_{ij}^{avg}$ - среднее значение $\sum_j p \cdot r_{ij}$ в течение горизонта планирования.

Количество фишек с одинаковым значением параметра «тип/описание оснастки» n_{ij} соответствующее количеству заказов, поступающих в данном периоде, определяется по формуле:

$$n_{ij} = n \cdot \frac{p \cdot r_{ij}}{n_i} \quad (112)$$

Реальные данные о ходе спланированного процесса получаются в результате его анализа с помощью цветной сети Петри. Взаимодействие можно представить алгоритмом, приведенным на рисунке 9.

Загруженность периодов может быть различна. В i -том периоде по плану должна быть выпущена оснастка, соотношение типов которой соответствует элементам матрицы Pr :

$$n_{ijpl} = n \cdot p \cdot r_{ij} \quad (113)$$

Адекватность прогноза оценивается по корреляции указанных параметров фактического поступления заказов (по сети) и матрицы Pre . Могут

использоваться и другие параметры: матрицы Z , Od , Osc , прогнозные значения которых сопоставляются с данными отчетности цехов. Показатель адекватности прогноза определяется формулой:

$$P_a^Q = \sum (1 - r_{np}) \rightarrow \min, \quad (114)$$

где

r_{np} - коэффициент корреляции фактических и прогнозных показателей поступления заказов.

Для определения трудоемкости заказов M_T используются данные, сведенные в таблицу 8.

Таблица 8 - Матрицы определения трудоемкости заказа (условный пример)

Код	Смысл			Нормировка
	строки	столбцы	элементы	
$E^T = \ e_{ij}\ ^T$ «Заказ» - «Оснастка»	заказы	типы оснастки	вероятность наличия данного типа оснастки в заказе	$\forall i \in [1; k] \sum_{j=1}^J e_{ij} = 1$
$V = \ v_{ij}\ $ «Оснастка» - «Трудоемкость»	типы оснастки	нормирование значений трудоемкости	вероятность проектирования в течение определенного времени	$\forall i \sum_j v_{ij} = 1$
Столбец нормированных значений трудоемкости M_{Tn}			значения принятого ряда планирования трудоемкости (кратно 2ч., - смене, 40-часовой неделе)	
$S = \ s_{ij}\ $ «Заказ» - «Стадия»	заказы	этапы выполнения	прирост процента готовности заказа при переходе к следующей стадии	$\forall i \sum_j s_{ij} = 1$

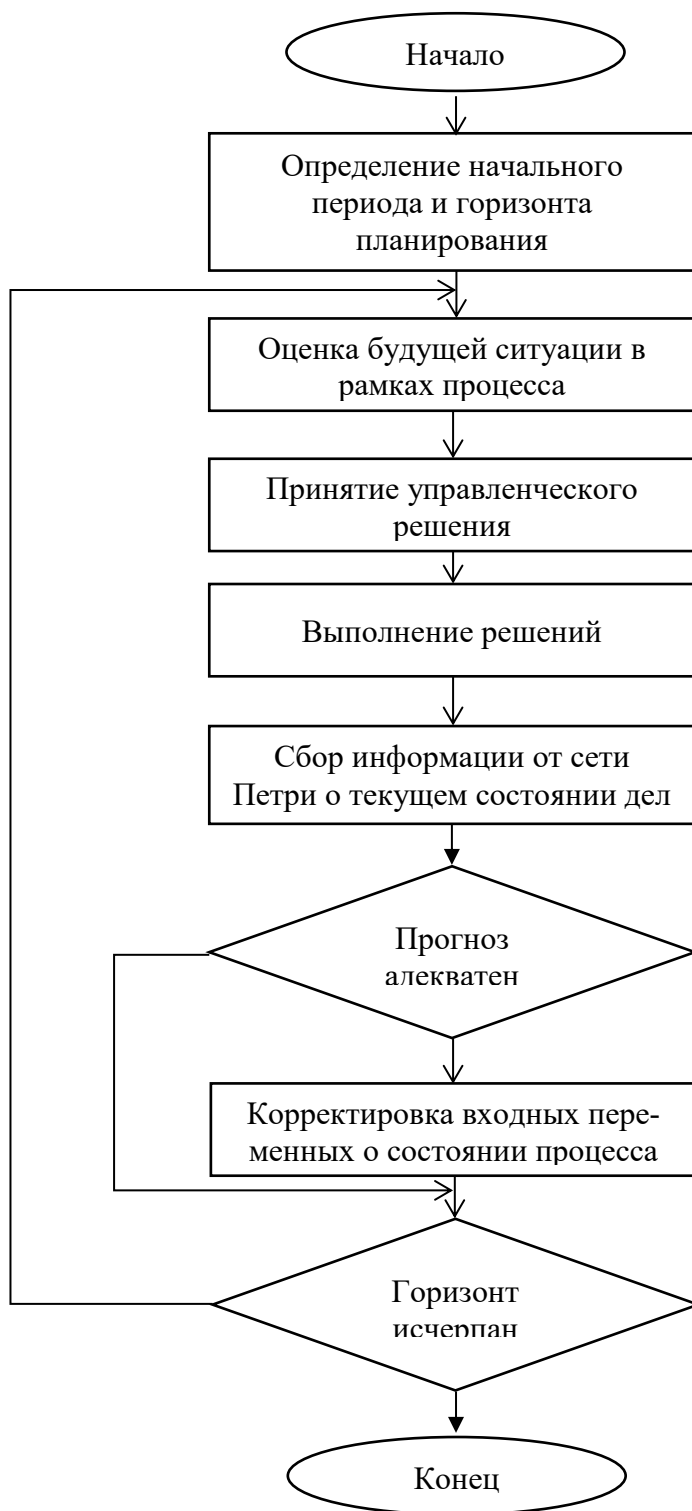


Рисунок 9 - Алгоритм взаимодействия модуля и сети Петри [91]

На основе этих данных трудоемкость рассчитывается как:

$$M_T = E^T \cdot V \cdot M_{Tn} \quad (115)$$

Определяется также распределение времени по стадиям работ:

$$ST = M_T \cdot S = E^T \cdot V \cdot M_{Tn} \cdot S \quad (116)$$

Коэффициент включения в работы периода K определяется формулой:

$$K_i = \begin{cases} 0, & p \cdot r_{ij} = 0; \\ 1 - (\max_i(p \cdot r_{ij}) - p_{ij}), & K_{i-1} = 0; \\ 1, & p \cdot r_{ij} = \max_i(p \cdot r_{ij}) \wedge K_{i-1} = 0; \\ 1 - p \cdot r_{ij}, & p \cdot r_{ij} = \max_i(p \cdot r_{ij}) \wedge K_{i-1} \neq 0 \end{cases} \quad (117)$$

Равенство $K=1$ означает, что заказ начат в данном периоде и обязательно должен быть завершен в нем. Для заказов, которые были начаты в прошлом периоде и обязательно должны быть завершены в текущем, K определяется как

$$K = 1 - \frac{M_T^3}{M_T}, \quad (118)$$

где M_T^3 - затраченный труд по заказу.

При расчете на практике $K=1$ может приниматься для периода, для которого pre_{ij} впервые превышает заданное критическое значение.

Модель группировки заказов

Помимо собственно коэффициента включения в работу K , учитывается принадлежность заказа к изделию, определяющая его значимость. Приоритетность изделий в периоде определяется матрицей A («Срок» - «Изделие»). Прирост оснащенности для изделия, к которому относится заказ, сопоставляется со средним приростом для данного периода. В зависимости от указанных параметров заказы подразделяются на группы, сведенные в таблицу 9.

Изменение срочности заказа со временем может быть отображено графиком на рисунке 10. Срочный заказ сохраняет такую характеристику в течение нескольких периодов, после чего переходит в разряд заказов

невысокой срочности вследствие того, что заказчик ищет альтернативные способы достижения своих целей, или же изменяет требования.

Таблица 9 - Определение характеристик заказов (условный пример)

Элементы А, К	$a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} > 1$	$0.7 < a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} < 1$	$0 < a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} < 0.7$
$0.7 < K < 1$	Срочные, важные. Выполнить обязательно.	Срочные, средней важности. Выполнить по возможности, при наличии резерва времени.	Срочные, небольшой важности. Требуется проработка. Выполнить при наличии резерва времени.
$0.4 < K < 0.7$	Средней срочности, важные. Могут потребоваться в ближайшее время. Выполнить при наличии резерва времени.	Средней срочности, средней важности. Требуется проработка.	Средней срочности, небольшой важности. Могут быть выполнены для достижения объемных показателей.
$0 < K < 0.4$	Несрочные, важные. Требуется проработка, в настоящее время могут быть отложены.	Несрочные, средней важности. Могут быть выполнены для достижения объемных показателей.	Несрочные, небольшой важности. Могут быть выполнены для достижения объемных показателей.

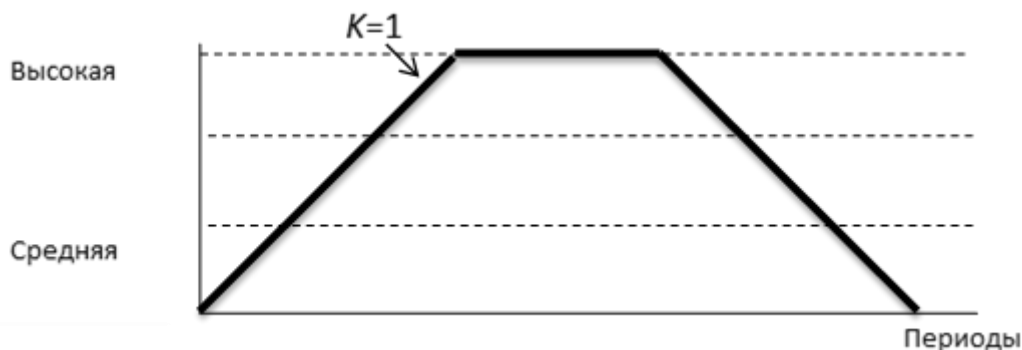


Рисунок 10 - Изменение срочности заказа (условный пример)

Принятие решения о выполнении заказа и сохранении его актуальности

Как видно из рисунка 8, подразделением принимаются не все поступающие в него заказы, поэтому план должен быть скорректирован с учетом отклоненных заказов. После разметки фишек срабатывают переходы t_{10} , t_{20} , что соответствует принятию решения о возвращении заказа в цех или о его выполнении. Будет ли заказ принят или отвергнут, зависит от

предполагаемого коэффициента включения в работы периода K и приоритета оснащения изделия, который косвенно можно оценить по соотношениям элементов матрицы A . Связь вероятности принятия заказа p_1 с этими показателями отображена в таблице 10. В отличие от коэффициента включения K вероятность принятия заказа p_1 характеризует долю заказов, которые завод согласен выполнять в принципе, но, возможно, не в ближайшие периоды.

Таблица 10 - Зависимость вероятности принятия заказа p_1 от коэффициента включения в работы периода и приоритета изделия (условный пример)

Элементы А, К	$a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} > 1$	$0.7 < a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} < 1$	$0 < a_{ij} / a_{ij}^{avg-i} < 0.7$
$0.7 < K < 1$	0.9...1	0.8...0.9	0.7...0.8
$0.4 < K < 0.7$	0.9...1	0.75...0.9	0.65...0.8
$0 < K < 0.4$	0.85...0.95	0.7...0.85	0.6...0.75

Из анализа таблицы 10 видно, что, чем больше коэффициент включения и чем более приоритетным является изделие, к которому относится заказ, тем больше оснований его принять. При этом приоритет изделия играет несколько большую роль, нежели коэффициент включения, так как речь идет о нескольких периодах, а не только о ближайшем. Если же лицо, ответственное за принятие решений, все же отвергает заказ, должен быть предусмотрен резерв времени на случай, если сходный заказ будет повторно направлен цехом. Аналогичный резерв должен быть предусмотрен, если заказов с каким-либо типом оснастки в реальности недостаточно.

Вероятность сохранения актуальности p_2 также связана с коэффициентом включения в работы K и приоритетом заказа. Эта зависимость отображена в таблице 11. Из анализа этой таблицы видно, что при более высоком коэффициенте включения и приоритете изделия заказы с большей вероятностью сохраняют актуальность. Однако здесь (в отличие от таблицы 10) определяющим является коэффициент включения K : большую вероятность оказаться неактуальными имеют отдаленные во времени работы, даже относимые к тому же изделию. После оценки вероятности принятия

конкретного заказа и сохранения им актуальности может быть переоценена общая трудоемкость заказов, которые должны быть выполнены в данном периоде.

Таблица 11 - Зависимость вероятности сохранения актуальности заказа p_2 от коэффициента включения в работы периода и приоритета изделия (условный пример)

Элемент А К	$a_{ij}/a_{ij}^{avg-i} > 1$	$0.7 < a_{ij}/a_{ij}^{avg-i} < 1$	$0 < a_{ij}/a_{ij}^{avg-i} < 0.7$
$0.7 < K < 1$	0.9...1	0.85...0.95	0.8...0.9
$0.4 < K < 0.7$	0.8...0.9	0.75...0.9	0.7...0.8
$0 < K < 0.4$	0.7...0.85	0.6...0.8	0.5...0.7

§3.6 Общая функциональная схема модели выбора и обоснования варианта переоснащения высокотехнологичного предприятия

На рисунке 11 представлена общая функциональная схема модели анализа ресурсного обеспечения переоснащения высокотехнологичного предприятия, включающая все основные модели, описанные в главе 3 монографии.

В блоке «Задача формирования варианта техпереоснащения» решается основная задача, описанная в §§3.1÷3.3. Она, как было отмечено выше, может решаться в двух постановках:

- заданы ограничения по финансированию; в этом случае максимизируется прибыль с учетом маркетинговых условий по сбыту продукции различной номенклатуры;
- предъявлены требования или прогнозируются максимально возможные объемы сбыта выпускаемой продукции; в этом случае решается задача минимизации затрат.

Для оценки возможной прибыли может привлекаться методика, представленные на рисунке 6 в блоке 11, позволяющая сформировать рациональную производственную программу при заданных мощностях производства и результатах маркетингового анализа. Здесь следует отметить, что эта методика носит вспомогательный характер, поскольку основная

номенклатура выпуска продукции высокотехнологичных предприятий, как правило, ограничена. Кроме того, обычно при решении задачи выбора варианта технического переоснащения необходимо учитывать и ресурсные ограничения, и требования, определяемые государственным заказом и заключенными долговременными коммерческими контрактами.



Рисунок 11 – Функциональная схема модели анализа ресурсного обеспечения переоснащения высокотехнологичного предприятия

При подготовке инвестиционных программ для руководства предприятия или его акционеров (ЛПР) одной из основных задач является привлечение кредитных ресурсов. В связи с этим варианты переоснащения должны проходить анализ с точки зрения привлекательности проекта для потенциальных инвесторов (см. блок 6). Эта модель позволяет формировать предложения для будущих кредиторов (инвесторов) в понятных для них

показателях, а также проверять варианты переоснащения через призму эффективности капиталовложений.

Специфика большинства высокотехнологичных предприятий такова, что вне зависимости от коммерческих программ должен быть в срок выполнен государственный заказ, при этом необходимо учитывать, что государственное задание может поступить вне плана и потребует исполнения в срочном порядке. Оценка производственных возможностей удовлетворить указанные требования при различных вариантах технического переоснащения осуществляется в блоке 7.

Если оценки блоков 6 и 7 неудовлетворительны, то осуществляется коррекция варианта. В том случае, когда математическими средствами найти приемлемое для всех критериев и ограничений решение найти невозможно, информация стекается к ЛПР для неформального анализа различных аспектов программы технического переоснащения.

Условия неопределенности рынка многих видов высокотехнологичной наукоемкой продукции и побочной продукции, а в отдельных случаях и госзаказа, могут приводить к невозможности оценить маркетинговые условия и, следовательно, невозможности применить в полной мере алгоритм, представленный блоками 1÷5. Такая ситуация разрешается путем использования показателей производительности технологических машин (блок 8) и технологических функций (блок 10). Эти модели позволяют оценивать варианты технического переоснащения с точки зрения прогрессивности нововведений и их экономичности.

Для оценки технологических функций могут использоваться модели оценок частных показателей экономической эффективности вариантов переоснащения, сконцентрированные в блоке 9. Кроме того, в зависимости от конкретной ситуации постановки задачи на разработку программы переоснащения они могут использоваться и в основной задаче при оценке частных функций полезности в блоке 3. Модели блока 9 имеют и

самостоятельную ценность для изучения различных аспектов функционирования и модернизации производства.

После принятия ЛПР некоторого варианта технического переоснащения предприятия могут быть использованы модели и методики планирования подготовки технологической оснастки для обновленного производства.

Глава 4 Исследование сопутствующих проблем технического переоснащения высокотехнологичных предприятий

4.1 Исследование возможностей применения зарубежного технологического оборудования на высокотехнологичных предприятиях с учетом особенностей использования этого понятия в российской правоприменительной практике

На высокотехнологичных предприятиях, в силу морального и физического износа значительной части существующего технологического оборудования, а также в связи с необходимостью его закупки за рубежом из-за отсутствия в России производств с соответствующими возможностями, возникает необходимость приобретения такого оборудования за рубежом. Вместе с тем, в процессе таможенного контроля и таможенного оформления товаров, ввозимых на территорию Российской Федерации, осуществляемого таможенными органами, сотрудники часто сталкиваются с отсутствием легальных определений объектов контроля. Это приводит к неправильному применению норм законодательства по таможенному оформлению тех или иных товаров и к усложнению таможенного контроля. Проблема отсутствия легальных дефиниций важна тем, что при неправильном отнесении товара к той или иной категории, происходит неправильное определение таможенного режима, применяемого к ним.

Проиллюстрировать проблему можно на примере технологического оборудования (и комплектующих к нему), ввозимого на территорию РФ, аналоги которого не производятся в России.

Эта категория товаров в соответствии с подпунктом 7 п.1 ст.150 Налогового кодекса РФ является льготной. При ввозе на территорию России

технологического оборудования физическое лицо или организация освобождается от уплаты налога на добавленную стоимость. В целях реализации норм, освобождающих данную категорию объектов таможенного контроля от налогообложения по НДС, ФТС России неоднократно указывала на необходимость принятия мер, направленных на усиление контроля над принятием решений о классификации подобных товаров [92]. Однако законодателем конкретных мер до настоящего времени так и не было предложено.

Правительством России утвержден перечень технологического оборудования (и комплектующих к нему), ввозимого на территорию России, аналоги которого не производятся в России, освобождающегося от уплаты НДС [93]. В данном случае Правительством был избран метод определения категории путем перечисления объектов, входящих в нее. Определения понятия «технологическое оборудование» акт Правительства не содержит. Проблема состоит в том, что практика, складывающаяся по вопросам применения вышеназванного Постановления, пошла по пути расширительного толкования данного перечня. Легального определения категории «технологическое оборудование» нет. Однако определить категорию «технологическое оборудование» представляется очень важным, так как на практике при проведении различных контрольных мероприятий, таможенного оформления и прочее затруднительно сказать, что является технологическим оборудованием, а что нет.

Технологическое оборудование – это все то, что перечислено в перечне, утвержденном Постановлением Правительства. Этой позиции придерживаются сейчас таможенные органы. Судебная же практика стала развиваться в ином направлении, но, что тоже примечательно, не в едином. Перечень технологического оборудования, установленный Правительством, был признан открытым [94], что в свою очередь многократно усложняет процедуру отнесения товаров к технологическому оборудованию. Дело в том, что Инструкция о порядке применения таможенными органами РФ налога на

добавленную стоимость в отношении товаров, ввозимых на территорию России [95], предусматривает возможность предоставления льгот по уплате НДС по решению Государственного таможенного комитета России (сейчас – ФТС России) и в отношении товаров, не вошедших в Перечень технологического оборудования и комплектующих к нему, но которые в соответствии с законодательством РФ могут быть использованы, как технологическое оборудование. Это послужило основанием для признания перечня открытым. Данный Перечень (технологического оборудования и комплектующих к нему, но которые в соответствии с законодательством РФ могут быть использованы как технологическое оборудование) позже был отменен в связи с внесением изменений в Налоговый кодекс [96].

В целях исполнения новой редакции подпункта 7 п. 1 ст. 150 Налогового кодекса Правительством был составлен и утвержден Перечень технологического оборудования и комплектующих к нему, аналоги которого не производятся в России. При этом методика применения таможенными органами НДС в отношении товаров, ввозимых на территорию России, осталась прежней. Стоит отметить, что положение о возможности расширения объектов, подпадающих под категорию технологического оборудования, не содержится в тексте самого Постановления, утвердившего названный перечень. Однако там имеется норма, позволяющая Министерству промышленности и торговли Российской Федерации совместно с ФТС России осуществлять анализ ввоза на таможенную территорию РФ технологического оборудования (в том числе комплектующих и запасных частей к нему), включенного в прилагаемый перечень, и при необходимости вносить в Правительство РФ предложения о внесении изменений в указанный перечень. Это является основанием для признания данного списка открытым.

Большое количество различных постановлений, приказов, писем, инструкций, решений судов, очевидно, отрицательно влияет на процесс таможенного контроля над товарами, ввозимыми на территорию России, и финансового контроля над таможенными органами по вопросу применения

таможенных льгот. Данная ситуация не является редкостью. В целях разрешения проблем, связанных с применением нормативных актов в случаях понятийной неопределенности или же минимизации сложности их применения и осуществления финансового контроля, данные проблемы предлагается решать путем совершенствования юридической техники, а именно закреплением определений ключевых понятий на законном и подзаконном уровнях, включением в этап подготовки контрольного мероприятия со стороны финансово-контрольного органа подэтапа определения ключевых понятий, влияющих на проведение аудита, закрепление этого подэтапа в стандарте финансового контроля [97].

Исходя из всего вышесказанного, налицо объективная необходимость дать легальное определение понятию «технологическое оборудование».

Для юриспруденции важна точность, а чем больше признаков, тем точнее определение. Таким образом, основной задачей в работе с неопределенными в законодательстве понятиями является уточнение максимального числа общих признаков. По этим признакам в случае спорной ситуации, касающейся правильности применения нормативного акта в отношении того или иного объекта (в нашем случае - применение льгот по уплате НДС в отношении технологического оборудования), уполномоченные органы и органы финансового контроля смогут определить: подпадает объект под действие нормативного акта или нет.

В судебной практике уже были попытки дать определение понятию «технологическое оборудование» [97]. Суд обратился к нормативным актам Советского Союза и определил технологическое оборудование как средство технологического оснащения, в котором для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка.

Примерами технологического оборудования являются литейные машины, прессы, станки, печи, гальванические ванны, испытательные стенды и т.д. [98]. Данное определение нельзя считать корректным, так как оно

создает логический круг и ставит определение технологического оборудования в зависимость от понятия «технологический процесс». Кроме того, перечень, утвержденный Постановлением Правительства, содержит в себе оборудование, не используемое для производства продукции (к примеру, домкрат). А значит, данное определение еще больше усложняет порядок применения перечня и его толкования. Но из этой дефиниции можно вычлени́ть первый признак: данное определение акцентирует внимание на целевом назначении технологического оборудования как оборудования, используемого для производства чего-либо. Для дальнейшей работы с интересующим понятием целесообразно будет разбить его на понятия «технология» и «оборудование».

Как уже было отмечено, в нормативных актах нет определения технологического оборудования, однако есть определения отдельно понятию «технология» и отдельно понятию «оборудование». Под технологией понимается специальная информация, необходимая для разработки, производства или использования контролируемой продукции, а под оборудованием — технические устройства [99]. В иных нормативных актах содержатся несколько отличные определения понятий «технология» и «оборудование». Так, в частности, оборудованием называется применяемое самостоятельно или устанавливаемое на машину техническое устройство, необходимое для выполнения ее основных и (или) дополнительных функций, а также для объединения нескольких машин в единый комплекс. Машина - это ряд взаимосвязанных частей или узлов, из которых хотя бы одна часть или один узел двигается с помощью соответствующих приводов, цепей управления, источников энергии, объединенных вместе для конкретного применения (обработки, переработки, перемещения или упаковки материала). Очевидно, что эти два определения оперируют к предметной деятельности пользователя технологии и оборудования. Разница лишь в том, что технология - это метод или способ деятельности, а оборудование - это средство деятельности, причем средство техническое, что прямо указывается в

Постановлении Правительства, утвердившего перечень технологического оборудования.

Также отсюда можно вывести еще один важный признак технологического оборудования - это возможность самостоятельного применения этого оборудования и возможность его применения в совокупности с другим оборудованием, что также важно для правильности отнесения того или иного оборудования к льготной категории. Кроме того, это объясняет наличие в списке технологического оборудования, устройств, которые не могут применяться самостоятельно (например, оснастка для шрифтоотливки). Отдельные определения понятий «технология» и «оборудование» содержатся также в ряде специальных законов и правовых актов применительно к определенной сфере правового регулирования, из которых тоже можно вычленить ряд общих признаков. К числу удачных определений относятся следующие:

- технология военного назначения (применения) - совокупность принципов, приемов и способов получения и переработки веществ, материалов, энергии и информации для создания на их основе систем, комплексов, образцов вооружения и военной техники, агрегатов, узлов, составных частей, а также для совершенствования их боевого использования, эксплуатации и утилизации [100];

- технология авиационной работы - совокупность методов (способов, приемов), режимов и норм использования воздушных судов и технических средств для выполнения авиационной работы [101];

- оборудование - технические устройства, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются изделия, содержащие радионуклеидные источники или радиоактивные вещества, а также технологическая оснастка, необходимая для выполнения работ с ними [102].

Из этих различных специальных определений можно вывести общность признаков для искомых понятий, также важных для применения

Постановления Правительства РФ № 372. К признакам технологии относится то, что это совокупность методов, способов, приемов воздействия на определенные объекты их использования определенным образом или их сущностного изменения (переработки). Оборудование - это техническое устройство, предназначенное для выполнения определенной работы как самостоятельно, так и в совокупности с иными техническими устройствами.

Однако для определения субстанциональных признаков обозначенных понятий необходимо также обратиться к трудам ученых в технических областях знания, так как данные понятия наиболее близки к их сфере деятельности. В технических науках под технологией понимается четкий порядок использования того или иного технического средства - системные способы и методы изготовления, переработки, транспортировки чего-либо [102]. Это методы создания определенных автоматов или соединения нескольких автоматов, а также принципы их работы, что включает в технологию способы усовершенствования уже имеющегося производства.

Таким образом, технология – это не всегда самобытные и принципиально новые способы и методы осуществления деятельности, она может включать в себя и усовершенствования процесса деятельности на базе старых способов и методов. Оборудование - это механизм или совокупность механизмов (технических устройств) предназначенных для преобразования движения одних твердых тел (звеньев механизма) в требуемые движения других твердых тел [104], которые в своей совокупности преобразуют энергию, материал или информацию. Примечательно, что эти технические средства можно классифицировать, исходя из их конкретного назначения. Они подразделяются на производственные, непроизводственные и военного назначения [105].

Данная классификация очень важна, так как объясняет наличие в перечне технологического оборудования устройств, которые никак не связаны с производством продукции (к примеру, настольные вентиляторы), что тоже важно для правильного толкования и применения перечня технологического

оборудования. Кроме того, выделяется оборудование, не только непосредственно принимающее участие в технологическом процессе (последовательное изменение форм или состояния материала с получения окончательного вида продукции [105]), но и обслуживающее его [106], что также объясняет наличие многих позиций в настоящем перечне (например, домкрат, тяговые двигатели переменного тока).

Таким образом, обобщив все вышеизложенное, предлагается следующее определение понятия «технологическое оборудование» [107].

Технологическое оборудование – это производственные технические устройства, бытовые технические устройства, применяемые самостоятельно или в совокупности для преобразования энергии, материала и информации, транспортировки энергии, а также для обслуживания производства или иных технических устройств и механизмов и их эксплуатации, обслуживания непромышленных потребностей общества, работа которых строится на основании строго определенных принципов и методов функционирования самих технических устройств и единства принципов и методов их функционирования в совокупности.

Предлагаемое определение содержит необходимый минимум общих признаков, позволяющих отнести то или иное оборудование к технологическому перечню, который утвержден Постановлением Правительства РФ. К числу таких признаков относятся:

- оборудование по сферам применения бывает производственным, бытовым или обслуживающим производство и эксплуатацию иных устройств;
- оборудование может применяться как самостоятельно, так и в совокупности с иным оборудованием, а также быть составной частью оборудования;
- оборудование характеризуется по целям применения: для преобразования материала, энергии, информации или транспортировки материала, энергии и информации;

- работа оборудования строится на основании строго определенных принципов и методов функционирования самих технических устройств и на единстве принципов и методов их функционирования в совокупности, что позволяет отнести оборудование именно к технологическому.

Применение указанных признаков к тем или иным техническим устройствам (в случае неопределенности в применении таможенных льгот по рассматриваемой категории товаров) позволит более точно определить принадлежность рассматриваемого устройства к технологическому оборудованию.

§4.2 Разработка предложений по обоснованию методики отбора технологий и универсального оборудования на основе принципов управления единой технологией изготовления перспективных наукоемких изделий как сложных объектов техники

Общие положения

Уникальные, принципиально новые наукоемкие изделия машиностроения относятся к так называемым сложным объектам техники (далее - СОТ) [108], которые требуют новых технологий проектирования и поддержки жизненного цикла [109]. Теоретические и практические аспекты в области технологий создания СОТ как объектов управления имеют свою фундаментальную проработку в трудах многих российских ученых [110-113]. Особенностями подходов авторов этих работ является рассмотрение данной проблемы как развивающегося гражданско-правового института. Мотивируется это тем, что новацией четвертой части Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ) является определение нового объекта интеллектуальных прав – единой технологии сложного объекта (далее – ЕТ). Данный объект гражданских прав сформулирован как выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности, который включает в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ или другие результаты интеллектуальной деятельности (далее – РИД), подлежащие правовой охране,

и может служить технологической основой определенной практической деятельности в гражданской или военной сферах. В состав ЕТ могут входить также результаты интеллектуальной деятельности, не подлежащие правовой охране, в том числе технические данные, другая информация.

Управление ЕТ должно строиться на основе установления тождественности характеристик РИД их существенным признакам, которыми являются [114]:

- критерии охраноспособности РИД;
- характеристики отнесения технических данных к нормативно-технической документации;
- компоненты компетентности разработчиков РИД.

Наравне с существенными признаками необходимо исследовать критерий полезности и потенциальной востребованности ЕТ. Выполнение этих требований способствует констатации объекта управления, определению границ действия прав и полномочий при его использовании.

Констатация ЕТ является результатом работ по выявлению РИД, данных и компонентов компетентности. Для проведения таких исследований требуется создание коллектива экспертов в вопросах управления интеллектуальной собственностью, деятельность которого может быть квалифицирована как содействие в использовании ЕТ. Результаты работы данного экспертного органа должны определить перспективу ЕТ в вопросах правовой охраны и защиты, использования в бизнесе.

Основные принципы управления ЕТ

К числу основных принципов управления ЕТ должны быть отнесены следующие принципы:

- правовой охраны и защиты ЕТ;
- учета ЕТ в составе имущественных комплексов;
- справедливости отношений обладателей интеллектуальных прав;
- системности управления единой технологией.

Принцип правовой охраны и защиты ЕТ. Правовая охрана и защита РИД являются функциями управления инновационным бизнесом. Различие между понятиями «охрана» и «защита» заключено в предмете управления, когда правовая охрана - это установление режима правообладания РИД, а защита - система мер по поддержанию действенности данного режима (недопущение нарушений, восстановление нарушенных прав).

Правовая охрана РИД является важным элементом научно-технической деятельности. Весь спектр работ на данном этапе направлен на полномасштабное выявление всех РИД, обладающих новизной и полезностью и получаемых на различных стадиях разработки и жизненного цикла наукоемкого продукта. Спектр работ должен включать в себя мероприятия в области мотивации творческой активности разработчиков, как на создание новшеств, так и на раскрытие их содержания в патентной или служебной документации, а также систему полномочий и ответственности по установлению режима правообладания РИД.

Защита РИД становится возможной после завершения процедур закрепления прав. Защиту прав осуществляют уполномоченные федеральные органы по интеллектуальной собственности, а также сами правообладатели в ситуациях восстановления нарушенных прав.

Применяется принцип учета ЕТ в составе имущественных комплексов. Учет как составная часть управления экономическими процессами и объектами обеспечивает фиксацию их состояния и параметров, сбор, накопление и отражение сведений в учетных ведомостях.

Единая технология с точки зрения отнесения к объектам имущественного комплекса квалифицируется как нематериальный актив. Данный актив должен учитываться на балансе правообладателя, а также на забалансовых счетах пользователей. Требование обеспечения учета также может реализовываться в виде аналитического учета.

Ведение бухгалтерского учета ЕТ позволяет анализировать, оценивать, переоценивать данный нематериальный актив в контексте имущественного

комплекса субъекта, являющегося его правообладателем. Управление стоимостью ЕТ в составе нематериальных активов является инструментом формирования инвестиционной привлекательности бизнеса, а также источников капиталовложений для развития инновационного потенциала и интеллектуального капитала.

Ведение аналитического учета ЕТ в составе реестра объектов интеллектуальной собственности, используемых в бизнесе ее правообладателя, обеспечивает констатацию интеллектуальных прав на РИД, что необходимо для выработки стратегии ее применения.

Принцип справедливости отношений обладателей интеллектуальных прав. Справедливость как признание со стороны авторов и правообладателей неимущественных и имущественных прав друг друга на РИД, входящие в состав ЕТ, призвана обеспечить эффективное функционирование данной правовой конструкции в интересах получения финансовых и иных результатов и их объективного распределения между обладателями прав.

Теория справедливости в управлении единой технологией должна быть квалифицирована как теория мотивации, согласно которой авторы РИД субъективно связывают вознаграждение с затраченными усилиями, а также сравнивают свое вознаграждение с вознаграждением, полученным другими авторами за аналогичные РИД.

Справедливость в отношениях между правообладателем ЕТ и ее пользователем достигается в процессе заключения и функционирования взвешенных договорных отношений по передаче прав на ее использование.

Принцип справедливости взаимоотношений обладателей интеллектуальных прав на ЕТ является компонентом этических, правовых и экономических отношений в процессе ее использования. В процессе отношений формируется деловая репутация разработчиков, обладателей, пользователей ЕТ.

Деловая репутация, представляющая собой мнение о субъекте правоотношений, сформировавшееся на основе его деловых качеств и

практической деятельности, может быть как положительной, так и отрицательной.

Принцип системности управления единой технологией. Система управления единой технологией - совокупность принципов, правил, норм, определяющих форму и содержание основных правовых и экономических отношений, возникающих в процессе ее использования.

Правовые отношения в области управления единой технологией связаны с правовой охраной и признанием имущественных и неимущественных прав со стороны правообладателей, авторов, пользователей РИД, а также с юридической защитой указанных прав в ситуации их нарушения.

Экономические отношения в области управления ЕТ

Экономические отношения в области управления ЕТ формируются между производителями, продавцами, покупателями, потребителями товаров и услуг, произведенных на основе ЕТ, а также органами государственного управления в условиях рыночной конкуренции и ориентации предприятий на выгоду.

Содержание управления:

- прогнозирование РИД и режима правовой охраны;
- выявление РИД;
- идентификация РИД и их авторов в процессе научно-технической деятельности;
- закрепление и учет прав на РИД в составе нематериальных активов;
- списание износа по критериям морального старения;
- определение финансового результата от использования в хозяйственной деятельности;
- защита прав от нарушения;
- определение размера ущерба в ситуации нарушения;
- передача прав пользователям;

- уступка прав приобретателям;
- констатация моральной «смерти».

Способ осуществления управления ЕТ связан с формализацией процедур принятия решений, обеспечения полномочий и ответственности в виде нормативного документа, сопровождающего ее жизненный цикл.

Факторы управления ЕТ являются инструментами воздействия на инновационную среду в целях получения РИД, формирования и роста компетентности ее правообладателей и конкурентоспособности СОТ.

К числу основных факторов управления ЕТ относятся:

- фактор уровня инновационного потенциала разработчика РИД;
- фактор уровня компетентности разработчика РИД;
- фактор вида конкуренции на рынке интеллектуальной собственности и характера деяний конкурентов;
- фактор уровня спроса на ЕТ и СОТ;
- фактор весомости мер мотивации и стимулирования творческой активности разработчиков ЕТ;
- фактор эффективности нормативной правовой базы и мер государственного регулирования в области рынка интеллектуальной собственности.

Фактор уровня инновационного потенциала разработчика РИД. В действующем законодательстве РФ синонимом термина «инновационный потенциал» является «научно-технический потенциал».

Научно-технический потенциал разработчика представляет собой характеристику уровня развития науки, инженерного дела, техники, возможностей и ресурсов, которые имеются в наличии для решения научно-технических, технологических проблем.

Научно-технический потенциал включает:

- материально-техническую базу;
- научные кадры;
- информационную составляющую;

- организационно-управленческую структуру.

Материально-техническая база формируется зданиями, сооружениями, передаточными устройствами, транспортными средствами, инвентарем, приборами, оборудованием, измерительной аппаратурой, ЭВМ, опытно-производственным оборудованием, средствами механизации исследований и разработок.

Информационная составляющая формируется на основе информации об итогах предшествующих исследований, разработок и освоения нововведений.

Уровень инновационного потенциала разработчика ЕТ зависит от технического уровня и прогрессивности материально-технической базы, наукоемкости СОТ.

Уровень компетентности разработчика ЕТ определяется следующими характеристиками:

- опытом работы;
- степенью обладания подразумеваемыми и очевидными знаниями;
- уровнем навыков лидерства и менеджмента;
- степенью обладания средствами планирования и улучшения;
- объемом групповой работы;
- эффективностью решения проблем;
- степенью обладания навыками общения;
- уровнем культуры и социального поведения;
- знанием рынков, потребностей и ожиданий потребителей и других заинтересованных сторон;
- уровнем творчества и новаторства.

Фактор вида конкуренции на рынке интеллектуальной собственности и характера деяний конкурентов. Рынок интеллектуальной собственности является результатом функционирования трех рынков: наукоемкой продукции, информации и прав.

СОТ как товар на рынке наукоемкой продукции

СОТ являются товарами на рынке наукоемкой продукции, который может быть квалифицирован как совокупность лиц и организаций, предлагающих к продаже и закупающих СОТ для их дальнейшего использования в народном хозяйстве. СОТ как товар - это продукция со значительной добавленной стоимостью, полученной за счет применения достижений науки, технологий и техники.

ЕТ является товаром на рынке прав и информации, где осуществляется оборот различных нематериальных активов.

Согласно действующему законодательству РФ, конкуренция - это состязательность хозяйствующих субъектов, когда их самостоятельные действия эффективно ограничивают возможность каждого из них односторонне воздействовать на общие условия обращения товаров на соответствующем товарном рынке. Конкуренция может иметь вид недобросовестных и монополистических действий участников товарного рынка СОТ, на котором может присутствовать ценовая и неценовая конкуренции. С учетом количества и удельного веса на рынке производителей, различают совершенную (свободную) и несовершенную конкуренцию. Характер конкурентных деяний определяется в ситуации посягательства на свободную конкуренцию в виде ее недопущения, ограничения или устранения. В настоящее время законодатель признал уголовно наказуемым монополизм, совершенный путем [115]:

- установления монопольно высоких цен;
- установления монопольно низких цен;
- поддержания монопольно высоких цен;
- поддержания монопольно низких цен;
- раздела рынка;
- ограничения доступа на рынок;
- устранения с рынка других субъектов экономической деятельности;

- установления единых цен;
- поддержания единых цен.

Правообладатели ЕТ не должны допускать со своей стороны злоупотребления правом на ЕТ:

- злоупотребления правом, совершенного в форме действия, осуществляемого исключительно с намерением причинить вред другому лицу;
- злоупотребления правом, совершенного без намерения причинить вред, но объективно причиняющего такой вред другому лицу.

Фактор вида конкуренции на товарном рынке СОТ и характера деяний конкурентов может быть квалифицирован как элемент маркетинга ЕТ и обратной связи по результатам ее функционирования на рынке СОТ.

Фактор уровня спроса на ЕТ и СОТ. Спрос на ЕТ и СОТ может быть квалифицирован как подкрепленное денежной возможностью желание, намерение покупателей приобрести данный товар. Главными факторами успеха товара являются:

- соответствие продукта требованиям рынка;
- достаточные ресурсы субъекта хозяйствования для разработки и производства товара;
- наличие четкого видения нового товара;
- точно определенный целевой рынок;
- высокое качество исполнения товара, его рыночная привлекательность;
- тесная взаимосвязь между производством и маркетингом на всех этапах создания нового товара.

Спрос на инновационную продукцию зависит от платежеспособности основного потребителя – государства, а также мер государственного стимулирования деятельности научно-производственных и инновационных организаций. Инновационная активность снижается под воздействием низкого платежеспособного спроса на научно-техническую продукцию со стороны, как государства, так и негосударственного сектора экономики. В условиях

уменьшения спроса организации в первую очередь сокращают объемы производства наукоемкой продукции, зачастую заменяя ее технически более простой и дешевой.

Стимулирование спроса на инновации предполагает:

- субсидирование процентных ставок по долгосрочным кредитам, привлекаемым для выпуска новой высокотехнологичной продукции;
- установление нулевой таможенной пошлины при экспорте произведенной в Российской Федерации высокотехнологичной продукции;
- долевое участие государства в финансировании сертификации инновационной продукции на соответствие международным стандартам безопасности и качества;
- государственное софинансирование выставочной деятельности высокотехнологичных российских компаний;
- государственное софинансирование маркетинговых затрат средних компаний при их выходе на зарубежные рынки;
- поддержку импорта перспективных технологических комплексов.

Специфика уровня рисков инновационной деятельности, ET и COT

Фактор уровня спроса на ET и COT зависит от уровня рисков инновационной деятельности по их разработке, производству и эксплуатации [115].

Фактор уровня риска инновационной деятельности по созданию ET и производству, реализации и эксплуатации COT. Риск в управлении ET может быть квалифицирован как совокупность негативных последствий, которые могут произойти в результате функционирования ET и COT в условиях неопределенности при осуществлении инновационной деятельности. Данные негативные последствия связаны с непредвиденными потерями ожидаемой прибыли, дохода, имущества или других ресурсов. Для этих случаев в экономической теории приводится классификация рисков по основанию приемлемости, частности см. [116], включающая в себя:

- приемлемые риски – недостаточности производственно-технологического потенциала развития, неэффективного менеджмента и маркетинга;

- катастрофические риски – отсутствие надежных партнеров, дискриминация инвесторов и утрата партнерства, моральные риски;

- критические риски – политические, социальные, военные, террористические, экологические и правовые.

Разработчики методологии управления рисками отдельно формулируют технические риски, которые представляют собой вероятности:

а) отрицательных результатов научно-исследовательских работ, включаемых в инновационный проект и составляющих его основу;

б) недостижения запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок инноваций;

в) опережения инновациями технического уровня и технологических возможностей производства в освоении полученных результатов разработок (включая уровень подготовки и возможности переподготовки кадров);

г) то же применительно к сфере потребления (эксплуатации) новых продуктов (в случае реализации проектов продуктовых инноваций);

д) возникновения при использовании новых технологий и продуктов побочных или отсроченных по времени проявления проблем (включая экологические и эргономические, т.е. проблемы взаимодействия с окружающей средой и человеком), которые не могут быть решены при современном уровне науки и техники.

Опасность риска определяется осязаемой вероятностью потерь и измеряется частотой их возникновения. В процессе управления инновационной деятельностью по созданию и применению ЕТ и СОТ инструментом исследования риска должны выступать компетентность разработчика ЕТ, а также сторонний информационный потенциал.

Фактор весомости мер мотивации и стимулирования творческой активности разработчиков ЕТ. Мотивация – это внешнее или внутреннее

побуждение экономического субъекта к деятельности во имя достижения каких-либо целей, наличие интереса к такой деятельности и способы его инициирования, побуждения. В теории менеджмента выделены следующие основные типы мотивации [117]:

- инструментальная мотивация, основанная на справедливом и высоком заработке в денежной форме;

- профессиональная мотивация, основанная на возможности самореализации и достижении высокого положения через интересную и содержательную работу;

- патриотическая мотивация, основанная на стремлении к результативности общего дела с учетом высоких моральных, религиозных или идеологических соображений;

- хозяйская мотивация, основанная на стремлении выполнять свою работу с максимальной отдачей, не настаивая на ее особой интересности или на очень высокой оплате, не требуя ни дополнительных указаний, ни постоянного контроля.

Стимулирование творческой активности разработчиков ЕТ может иметь материальный и нематериальный характер.

Материальное стимулирование представляет собой совокупность экономических форм и методов побуждения людей, основанных на использовании материальной заинтересованности человека в повышении уровня денежной оплаты труда, в получении дополнительного денежного вознаграждения, подарков, стимулов в виде предоставления услуг в социальной сфере.

Нематериальное стимулирование связано с использованием мер социально-психологического воздействия, признания заслуг и поддержания у научно-технических специалистов чувства социальной значимости и защищенности, ответственности и возможности профессионального роста.

В действующем законодательстве РФ государственное стимулирование в отношении создания и использования объектов патентных прав

сформулировано как элемент перехода России от государства «сырьевого» к государству «инновационному». В этих целях предусмотрено:

- выделение государственных средств для осуществления вложений в наиболее важные сферы, в производство наукоемких технологий;
- использование метода субсидий и грантов для проведения фундаментальных исследований;
- предоставление налоговых льгот организациям, занимающимся разработкой и внедрением в производство объектов патентного права;
- повышение заработной платы ученым;
- стимулирование устойчивых связей между элементами этой системы, интеграция вузов, научных организаций, производства, бизнеса.

Фактор эффективности нормативной правовой базы и мер государственного регулирования в области рынка интеллектуальной собственности

Рынок интеллектуальной собственности в России находится на стадии своего фактического и законодательного определения. Четвертая часть Гражданского Кодекса РФ закрепила формат рынка интеллектуальной собственности в части правовой охраны, юридической защиты и возможностей использования в хозяйственном обороте объектов интеллектуальных прав. Государственное регулирование рынка интеллектуальной собственности должно быть направлено на организацию сбалансированных рыночных процессов, упорядочивание действий экономических субъектов, обеспечение соблюдения законов, государственных и общественных интересов, а также на создание рыночных методов стимулирования выпуска конкурентоспособной продукции.

Данный фактор учитывает тестовую функцию рынка по отношению к эффективной и неэффективной ИС, а его влияние на процессы управления ЕТ связано с регулированием отношений между разработчиками и заказчиками ЕТ в процессе ее функционирования.

§4.3 Методика применения концепции информационного поля технологических систем для решения проблемы замены технологических цепочек изготовления изделий на универсальное оборудование специализированных производств

В настоящем параграфе представлены предложения по созданию методики внедрения универсального оборудования (обрабатывающих центров) в составе автоматизированных технологических систем (далее - ТС) машиностроительных предприятий с использованием концепции информационного поля [118, 119]. Она построена на идее, что аккумулируемые в исполнительных поверхностях деталей (на стадиях их изготовления) механические, химические, электрические и другие явления отражаются в виде суммарного физико-технического информационного поля, изменяющегося во времени. На основе расшифровки (описания) запрограммированных данных, заложенных в информационном поле исполнительных поверхностей деталей, можно управлять качеством изделий в процессе изготовления и сборки, обеспечивая их высокую безопасность и надежность в процессе эксплуатации. Это позволяет также выбирать для их обработки соответствующее универсальное оборудование. Поэтому на высокотехнологичных машиностроительных предприятиях предлагается использовать инновационный подход к повышению надежности работы ТС с универсальным оборудованием, внедряемым при техническом переоснащении. Это можно осуществить на основе комплексного подхода к условиям формирования качественных характеристик исполнительных поверхностей деталей на стадиях их изготовления (механообработка) и компоновочных решений при сборке в подузлы готовые узлы исходя из условий их эксплуатации, в т.ч. - нагрузочно-скоростных характеристик.

Наиболее существенными аспектами предлагаемой методики по созданию (производству) современных высокоскоростных и надежных ТС представляются следующие положения [120].

Положение первое. При разработке технических систем необходимо использовать принцип суперпозиции, т.е. система должна состоять из

подузлов, узлов, агрегатов (модулей), каждый из которых обладает адекватной суммой ряда общих технических параметров, и она (система) может быть представлена, например, в виде:

$$TC = f_1(V_1, N_1, m_1, C_1) + f_2(V_2, N_2, m_2, C_2) + \dots + f_i(V_i, N_i, m_i, C_i), \quad (119)$$

где :

V_i - скорость перемещения; m_i - масса; N_i - мощность;

C_i - некоторый общий технический параметр, характерный для каждого i -го узла (подузла), входящего в данную систему.

Безусловно, конструкция отдельной сборочной единицы, отвечающая данному положению (суперпозиции), может отличаться компоновкой, количеством и конфигурацией деталей, размерами, массой, характеристиками материалов, используемых при изготовлении деталей, требованиями к точности и качеству исполнительных поверхностей. Однако совокупность свойств узла (сборочной единицы) по основным физико-техническим характеристикам должна в целом близко соответствовать заданным техническим условиям изделия. Подход позволяет более эффективно использовать высокие технологии и принципы модульного построения современных высокоскоростных ТС.

Положение второе. Техническая система должна удовлетворять принципу квантования, т.е. прибавление или замена в системе подузлов, узлов, агрегатов (модулей) с функциональными свойствами Φ , например, $\Phi = f_i(V_i, N_i, m_i, C_i)$, должна обеспечивать переход системы на другой новый, более высокий уровень по универсальности, технологичности конструкции, качеству, производительности, безопасности и т.д. Так, например, технологичность конструкции изделия (комплекта, подузла и т.д.) - совокупность ряда основных свойств сборочной единицы, определяющих приспособляемость ее к достижению (обеспечению) рациональной надежности работы при эксплуатации. Если узел состоит из пяти подузлов (комплектов), один из которых по ряду причин должен быть заменен на новый,

то он должен иметь конструкторско-технологические характеристики не ниже других четырех, а по ряду эксплуатационных параметров - выше.

Положение третье. В основу разработки модульных технологий изготовления исполнительных поверхностей деталей необходимо положить условия работы пары деталь - деталь, входящих в узел, подузел, комплект технической системы. То есть основные параметры качества исполнительных поверхностей, которые формируются в процессе обработки этих деталей, должны близко соответствовать параметрам качества при их эксплуатации и не изменяться в худшую сторону при сборке.

Данное положение обусловлено тем, что в процессе приработки двух контактирующих поверхностей деталь - деталь исходные параметры качества (например, микро - и макронеровности) на стадии перехода от условий приработки к нормальному износу могут претерпевать значительные изменения, характерные только для данной пары. То же относится и к другим параметрам качества (микротвердость, остаточные напряжения, плотность дислокаций и т.д.). Поэтому целесообразно начинать проектировать технологический процесс механообработки не с исходной заготовки, а с анализа взаимодействия пары деталь-деталь в процессе эксплуатации, переходя на обеспечение требуемых параметров качества чистовыми, черновыми методами обработки и способа получения заготовки, учитывая принцип наследственности.

Положение четвертое. С целью обеспечения надежности, безопасности и качественного функционирования технической системы необходима достаточная, т.е. заданная техническими условиями, совместимость (инвариантность) собственных физико-механических информационных полей деталей, комплектов, узлов и агрегатов, входящих в эту модульную систему.

В основу данного принципа положено следующее. После компоновки узлов, агрегатов и сборки в целом технической системы происходит окончательное формирование информационного поля изделия, которое может быть оценено: по механическим показателям (например, точность

позиционирования исполнительных механизмов, жесткость и др.); по физическим показателям (частотные характеристики, магнитные, тепловые, радиоактивные и др.); по химическим показателям (уровень выделения газов, паров, их состав и др.). Совокупность перечисленных параметров и характеризует в конечном итоге интегральное (результатирующее) физико-механическое информационное поле технической системы.

Первые три положения отражают наметившуюся за последние десять лет тенденцию глобализации компоновочных решений и технологии производства в технологических системах с универсальным оборудованием (изготовления, сборки) деталей и комплектов, поэтому они могут быть использованы при построении современных высокоскоростных ТС.

Отдельные вышеперечисленные параметры (факторы) этих положений рассматривались в ряде научных работ. В данном случае они систематизированы для практической реализации при создании современных высокоскоростных ТС. Значительный интерес представляет четвертое положение, так как оно позволяет расширить технологические возможности за счет формирования определенных условий обработки, учитывающих физико-механические информационные поля взаимодействующих материалов в процессе эксплуатации.

Основой такого подхода (четвертое положение) является то, что на макро- и микроуровнях обрабатываемый поверхностный слой заготовки «запоминает» внешние воздействия и соответствующим образом реагирует («откликается») на них, как бы готовясь противодействовать последующим аналогичным воздействиям. Необходимость инвариантности комплектов, узлов и агрегатов по их информационным физико-техническим полям сформулирована впервые. Поэтому ниже приведены некоторые данные, выполненные по этому исследованию.

В процессе обработки детали ее исполнительные поверхности приобретают не только определенные геометрические параметры, но и физико-механические характеристики: микротвердость, остаточные

напряжения, фазовое состояние, плотность дислокаций и др. Поэтому деталь после изготовления приобретает свое информационное физико-техническое поле по параметрам, перечисленным выше. При сборке деталей в подкомплекты, комплекты и узлы в результате запрессовки, регулировки, создания натяга информационные поля исполнительных поверхностей взаимодействуют друг с другом (складываются, вычитаются) и окончательно формируют информационное поле того или другого комплекта, подузла, узла, а в конечном итоге и изделия в целом. Это поле (изделия) обладает определенной собственной механической, физической и химической характеристикой, которая в конечном итоге и определяет работоспособность, надежность и долговечность работы технической системы.

Безусловно, на всех стадиях жизненного цикла технической системы присутствует и так называемый человеческий фактор, с которым связан весь комплекс причин возможных отказов, поломок и аварий.

Человеческий фактор может обуславливать ошибки и неточности как при проектировании и конструировании на стадиях НИОКР, так и на стадиях изготовления, испытаний и эксплуатации технической системы. Эти ошибки могут складываться и изменять заданные параметры информационного поля технической системы, которое в свою очередь при эксплуатации может оказывать отрицательное влияние и на человека.

В процессе эксплуатации технической системы в результате износа исполнительных поверхностей, старения металлов и изменения начальных зазоров, натягов и других технических условий (далее - ТУ) происходит изменение информационного поля системы по перечисленным выше параметрам. При достижении значений, по которым может быть оценено допустимое отклонение информационного поля системы от первоначального (исходного) система не должна эксплуатироваться.

Таким образом, на основании вышеизложенного подхода можно сформулировать следующее положение: каждая ТС обладает собственным информационным полем, которое является интегральной совокупностью

информационных полей деталей, комплектов, узлов, агрегатов, и оно характеризуется определенными физико-техническими и химическими параметрами (характеристиками), а оптимальное значение этих параметров соответствует максимальной надежности и безопасности работы технической системы при ее эксплуатации. Графически это положение показано на рисунке 12, где уровень отказов S - это величина, обратная безопасности P системы при ее эксплуатации, а $\sum ИП_{ТС}$ - это интегральное информационное поле, характеризующее данную техническую систему.

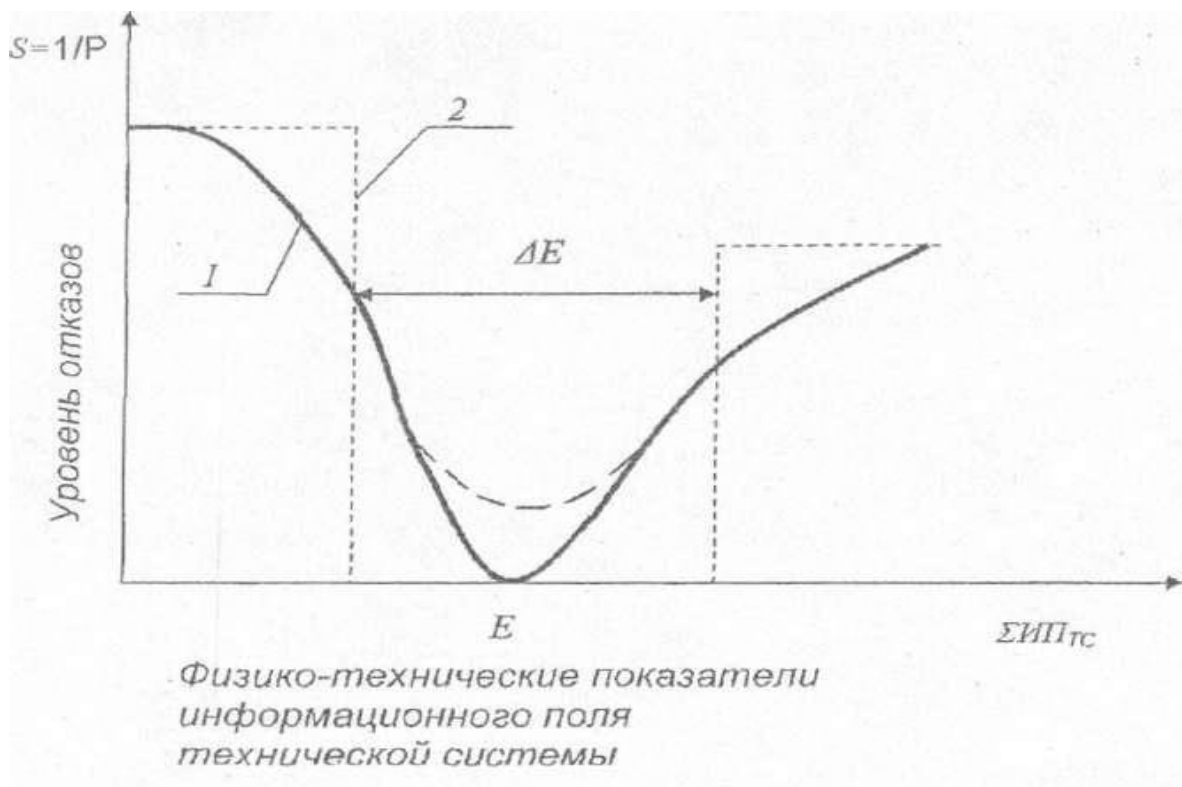


Рисунок 12 - Зависимость отказов ТС от физико-технических показателей информационного поля [120]

Точка « E » соответствует рациональному (оптимальному) значению и соотношению качественных параметров K_i информационного поля технической системы, т.е. минимальному значению $S = f(K)$ и максимальной безопасности P . Представленная на рисунке кривая и параметр « E » соответствуют принципу квантования, т.е. информационное поле как энергетическая система может занимать уровень $E_i < E$, например $E=0$, или $E_i > E$, например $E = E \cdot m$ ($m > 1$). Используя принципы инвариантности

(«надежность – безопасность») и суперпозиции, общее уравнение, описывающее кривую 1, может быть представлено следующим дифференциальным уравнением в частных производных:

$$dS = \frac{\partial S}{\partial K_1} dK_1 + \frac{\partial S}{\partial K_2} dK_2 + \dots + \frac{\partial S}{\partial K_i} dK_i \quad (120)$$

где K_i - частные показатели, характеризующие информационное поле технической системы по физико-техническим и химическим характеристикам, т.е. $S = f(K_i)$.

Для нахождения частных решений уравнения (120) кривая 1 может быть представлена в виде кривой 2, где ΔE - доверительный интервал достаточной надежности и безопасности работы технической системы при заданных нагрузочно-скоростных характеристиках ее эксплуатации.

Характер реальных кривых зависит от параметра качества исполнительных поверхностей и уровня совместимости физико-механических информационных полей комплексов и узлов ТС. Чем выше качество, тем меньше уровень отказов и выше надежность и устойчивость работы системы. Превышение эксплуатационных (нагрузочно-скоростных режимов) также влияет на надежность и безопасность работы ТС. Поэтому окончательная оценка качества деталей, узлов и изделия в целом может быть осуществлена только в процессе эксплуатации.

Представление и описание поверхностного слоя изделия, в виде некоторого экрана «информационного поля», характеристика (изображение) на котором изменяется с течением времени, позволяет реализовать скрытые возможности по построению перспективных высокотехнологических процессов. Неучет качественных характеристик измененного приповерхностного слоя, полученного в процессе технологических операций, приводит к невозможности установить связь между трибологическими характеристиками системы и механическими свойствами материалов пары трения в процессе ее эксплуатации [121].

Развитие концепции «информационного поля» дает возможность осуществить общий подход к решению задач по обеспечению заданных параметров качества универсального оборудования с учетом требований нанотехнологических процессов (например, ультразвуковое пластическое деформирование), острая необходимость в которых резко возрастает в связи с увеличением нагрузочно-скоростных характеристик ТС, предназначенных для создания новых наукоемких изделий на высокотехнологичных машиностроительных предприятиях.

Заключение

Процесс выбора и обоснования варианта технического переоснащения высоко технологичных предприятий является сложной задачей, предполагающей учет множества взаимосвязанных факторов: экономических, социальных, технических, экологических, нормативных, организационных и даже политических. Мероприятия по техническому переоснащению требуют затрат больших объемов, прежде всего, финансовых ресурсов, однако необходимо учитывать также изменения расходов трудовых, энергетических и материальных ресурсов.

В настоящее время задачи оптимального выбора вариантов технического переоснащения производства на практически значимом уровне решены только для локальных ситуаций – замены одного оборудования в технической цепочке другим. При этом выбор вариантов решения осуществляется по косвенным критериям – различным коэффициентам, описывающим использование тех или иных ресурсов – или обобщенным в форме чистого дохода. В последнем случае задачи ставятся на обобщенном уровне без должного учета важнейших рыночных факторов.

В то же время интерес и практическую ценность представляет задача выбора оптимального варианта технического переоснащения с системных позиций, диктующих рассмотрение предприятия и его деловых процессов, включая сбыт продукции, как единое целое. Размерность такой задачи составляет порядка 10^5 - 10^6 элементов, подлежащих учету, поэтому ее решение без использования ПЭВМ и формализованных методов практически невозможно.

В настоящей монографии впервые на математическом уровне поставлена и решена задача выбора и обоснования вариантов технического переоснащения по комплексному критерию оценки конечных эффектов использования ресурсов на техническое переоснащение высокотехнологичных машиностроительных предприятий: изменение чистого дохода на рассматриваемом интервале времени, ресурсоемкость, экологичность и эргономичность. Кроме того, разработан состав различных математических моделей для комплексного всестороннего анализа и решения

проблем технического переоснащения. Для этого использованы и частично адаптированы представленные в специальной литературе модели и методики.

В качестве целевой интегрирующей функции предложено использовать ФП, как наиболее адекватно отражающие учет предпочтений ЛПР в пространстве различных параметров с учетом неопределенности. Постановка задачи и ее решение инвариантно к составу и взаимодействию технологических цепочек. Вариант переоснащения рассматривается в объеме всех производственных процессов, а не отдельных технологических операций или взаимосвязанной совокупности отдельных операций.

Кроме целевой функции полезности предложено использовать частные технологические функции, которые не учитывают конечный целевой эффект – доход, но позволяют оценить прогрессивность нововведений с точки зрения научно-технического прогресса и развития производительных сил.

Для исследовательских целей целесообразно изучать эффекты ресурсосбережения, ресурсоотдачи и функциональные эффекты, для чего предложены строгие математические выражения.

Для оценки вариантов технического переоснащения с точки зрения инвесторов в математическую модель включены известные в инвестиционном анализе строгие аналитические зависимости.

Большое значение имеет анализ вариантов использования оборудования и повышение этого процесса за счет оптимального планирования номенклатуры изделий, их объема, а также назначения цен в условиях актуальной и прогнозируемой рыночной конъюнктуры. Это позволяет осуществить изложенная в монографии модель оптимизации производственной программы при многономенклатурном производстве на основе максимизации маржинальной прибыли с учетом рыночных факторов.

Оценить варианты переоснащения с точки зрения оперативной выполнимости государственных и иных заказов на производство сложной малосерийной техники возможно с помощью предложенных моделей СМО.

Важнейшим условием эффективной работы предприятия и технического переоснащения являются подготовка производства с использованием автоматизации и изготовление технологической оснастки.

Задачи автоматизации рассмотрены на вербальном уровне и обоснована целесообразность полной автоматизации проектирования и подготовки производства, в т.ч. с использованием МОП. Это позволяет в разы экономить трудозатраты, финансы, материальные и энергетические ресурсы на переделку и исправление ошибок и нестыковок различных узлов, агрегатов и других составных частей сложной техники.

Для оптимизации планирования изготовления технологической оснастки предложено использовать представленные в научной литературе модели на основе теории расписаний и сетей Петри.

Таким образом, сформирована методологическая платформа выбора и обоснования варианта технического переоснащения высокотехнологичных машиностроительных предприятий, охватывающая все основные аспекты задачи выбора вариантов переоснащения. Ядром платформы является комплекс математических моделей. Платформа является открытой, т.е. позволяет подключать новые модели и модули для учета дополнительных аспектов, что обеспечивается аппаратом функций полезности. В качестве дополнительных аспектов могут выступать, в т.ч. проблемы, описанные в четвертой главе монографии.

Дальнейшие исследования предполагают алгоритмизацию для создания программно-инструментальных средств, разработку информационных моделей оборудования, производственных процессов и интересующих рыночных параметров применительно к каждому предприятия для концентрации и формализации исходных данных необходимых для применения математических моделей. Эксплуатация соответствующих программных средств в совокупности с использованием экспертных знаний может быть эффективно организована на базе отраслевых и корпоративных информационно-аналитических или ситуационных центров.

Список использованных источников

1. Головихин С.А. Наукоемкое машиностроительное производство как основа инновационного развития национальной и региональной экономики // Российской государственности 1150 лет: исторический опыт и вызовы современности. Материалы всероссийской научно-практической конференции, 26 октября 2012 г. / Челябинский филиал РАНХиГС, 2012.
2. Коренько А.А., Пахомов М.А., Коренько Е.А., Пахомова Е.С. Теоретические и прикладные аспекты исследования экономической эффективности внедрения инновационного технологического оборудования: монография. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-наука-общество», 2012. 138 с.
3. Селиванов С.Г., Шайхулова А.Ф. Каскадный метод управления инновационными проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства в АСТПП // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 11. / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов, Д.В. Ефременко. – М., 2016. – Ч. 1. – 763 с.
4. Щербаков А.И., Ивасенко А.Г., Чугунова О.А. Инновационный бизнес: российские проблемы и международный опыт. Новосибирск: НГУ, 2000. - 213 с.
5. Баумоль У. Экономическая теория и исследование операций. М.: Мир, 1965. - 496 с.
6. Канторович Л.В. Математика в экономике: достижения, трудности, перспективы. Лекция в Шведской академии наук в связи с присуждением Нобелевской премии за 1975 год [Электронный ресурс] URL: http://n-mir.org/index.php?option=com_content&lask=view&id==403&Itemid=32
7. Бахмат В.А. Производственные технологии: Учеб. пособие / В.А. Бахмат. Мн.: ЗАО «Веды», 2004. - 93 с.
8. Постнова М.Е. Оценка прогрессивности технологии в рамках системного анализа // Теория и практика системного анализа. Тр. II-й Всеросс. науч. конф. молодых ученых с междуна. участием. Т.1. Рыбинск: РГАТУ им П.А. Соловьева, 2012. С. 182-187.

9. Указ Президента Российской Федерации от 18 июня 2012 г. № 878 «О Совете при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России».

10. Филатов В.В. Управление государственной инновационной политикой РФ с учетом влияния глобализации на структурную экономику России на современном этапе: Монография. М.: ЦНТБ ПП, 2011. – 103 с.

11. Методические проблемы совершенствования планирования и контроля на модернизируемом предприятии // В сб. «Перспективные подходы управления предприятием в условиях модернизации». Саратов: Изд-во «КУБиК», 2012. С. 4-12.

12. Наумов А.А. К задаче оценивания эффективности и рисков инновационных кластеров // Управление риском, 2011, № 4. С. 61-65.

13. Проектирование автоматизированных станков и комплексов: учебник: в 2 т. / под ред. П.М. Чернянского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.

14. Богодухов С.И., Схиртладзе А.Г., Проскурин А.Д. и др. Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства: учебник. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2012. – 713 с.

15. Разманов Е.С., Якобов А.В. Обработывающие центры – основа современного машиностроительного производства // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 3, 2010 г.

16. Шелякин Л.В. Организация быстроперенастраиваемого производства в условиях экономического кризиса. // Вестник Донского государственного технического университета, том 9, № 52, 2009. Спец. выпуск.

17. Селиванов С.Г., Петров А.Н., Нургалиев А.А. Закономерности развития мехатронных критических технологий в станкостроении. // Вестник УГАТУ·Машиностроение, том 9, № 1(19), 2007. Уфа, УГАТУ.

18. Шлишевский Б.Э., Соснова Н.К., Соснов А.Н., Петров П.И. Направление развития многоцелевых станков для автоматизации обработки деталей оптического производства. // Журнал «Интерэкспо Гео-Сибирь», Изд-во: Сибирская государственная геодезическая академия, Новосибирск, 2007.

19. Спичкин Н.А. Современные тенденции в технологическом оснащении производства упроченных тяжело нагруженных деталей. // Вестник Ижевского государственного технического университета, 2007, № 4.

20. Батьковский А.М., Стяжкин А.Н., Чудинов С.М. Вопросы повышения эффективности деятельности интегрированных структур радиоэлектронной промышленности // Теория и практика системного анализа: сб. материалов лекций Всероссийской молодежн. конф. – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – 136 с.

21. Доронин В.В. Основы технологии ускоренного проектирования сложных образцов вооружения и военной техники // Вестник Концерна ПВО «Алмаз – Антей», № 2 (8), октябрь 2012 г., М.

22. Проектирование систем как единого целого. Интегральный подход к инжинирингу для устойчивого развития / Питер Стасинопулос, Майкл Х. Смит, Карлсон «Чарли» Харгроувс, Черил Деша. – М. : Эксмо, 2012. – 288 с.

23. Косенко И.И. и др. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М. 2012 г.

24. Лукша П., Белоусенко М. Экономическая организация: на пути к синтетической теории // Вопросы экономики, 2006, №. 2. С. 99-115.

25. Barney J. Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of management, 1991, Vol. 17, No 1. P. 99-120.

26. Клейнер Г.Б. Ресурсная теория системной организации экономики // Российский журнал менеджмента, 2011, Т. 9, №. 3. С. 3-28.

27. Шаныгин С.И. Стратегическое управление организацией: теоретико-методологический подход. СПб.: Наука, 2011. – 187 с.

28. Иода Е.В., Ерусалимский В.М. Управление инновационной деятельностью в регионе на основе концепции «риск-ресурс». Монография. Тамбов: Никитина м.А., 2010. - 236 с.

29. Maritan C. Building a bridge between resource acquisition and resource accumulation / C. Maritan, M. Peteraf // Journal of management, 2011, Vol. 37, No 5. P. 1374-1389.

30. Garbio M. Looking inside: psychological influences on structuring a firm's portfolio of resource / M. Garbio, A. King, D. Lovallo // Journal of management, 2011, Vol. 37, No 5. P. 1444-1463.

31. Resource orchestration to create competitive advantage: breadth, depth, and life cycle effects / D. Sirmon [et al.] // Journal of management, 2011, Vol. 37, No 5. P. 1390-1412.

32. Промышленность России. 2002: Стат. сб./ Госкомстат России. – М., 2002. - С. 20; Промышленность России. 2008: Стат. сб./ Росстат. – М., 2008. - С. 248-249. Промышленность России. 2016: Стат. сб./ Росстат. – М., 2016. - С. 204.

33. Бабаев А.А. Прикладные модели ресурсно-временной оптимизации: Монография. – СПб.: Изд-во МБИ, 2012. – 252 с.

34. Драгайцев В.И. Экономическое обоснование технологического и технического перевооружения сельского хозяйства. // Никоновские чтения. № 13, 2008 г. Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова РАСН, Москва.

35. Вумек Д.П., Джонс Д.Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/ Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.

36. Райков А.Н. Конвергентное управление и поддержка решений. -М.: Издательство ИКАР, 2009. – 245 с.

37. Kenichi Ohmae. The Mind of the Strategiest. The art of the Japanese Business. – New Delhi. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. - 283 p.

38. Райков А. Н. Внимание — к нематериальным аспектам // Директор информационной службы. — 2007. — № 11. — С. 80–81.

39. Райков А. Н. Виртуальное пространство доверия // Информационное общество. — 2006. — № 5–6. — С. 124–129.

40. Конструктор регулярного менеджмента: Пакет мультимедийных учебных пособий / под ред. В.В.Кондратьева. - М.: ИНФРА-М, 2011 – 256 с.

41. Khandwalla P. N. The Effect of the Environment on the Organizational Structure of Firm: Doctoral dissertation. — Carnegie-Melon University, 1970.

42. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

43. Павлов А.Н. Решение многокритериальных задач методом анализа иерархий: учебное пособие. – М.: РАГС, 2010, - 116 с.

44. Kaplan R.S. Strategy maps converting intangible assets into tangible outcome. – Boston, Massachusetts. Harvard Business School Press. – 2004. 454 p.

45. Конструктор регулярного менеджмента: Пакет мультимедийных учебных пособий / под ред. В.В.Кондратьева. - М.: ИНФРА-М, 2011 – 256 с.

46. Sullivan L.P. «Quality Function Deployment», June 1986, pp. 39-50.

47. Адлер Ю.П. Качество и рынок, или как организация настраивается на обеспечение требований потребителей. – В сб.: Поставщик и потребитель. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2000. – 128 с.; С. 35-81.

48. Минаева Ю.В. Математическая модель проектирования производственных цехов по единому для цеха критерию оптимальности // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2012, том 8, № 10, с. 16-18.

49. Кочетов В.В. Методы оперативной оценки эффективности техники: Учебн. Пособие / Под ред. А.С. Астахова. – М.: АНХ СССР, 1980 – 31 с.

50. Кочетов В.В. Сущность нормативной теории эффективности // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 1996. - № 1-2. – с. 56-53

51. Петухов Р.М. Оценка эффективности промышленного производства: (Методы и показатели). – М.: Экономика, 1990. – 95 с.

52. Арсеньев Ю.Д. Инженерно-экономические расчеты в обобщенных переменных. – М.: Высш. шк. – 1979.

53. Сыроежкин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. – М.: Экономика, 1980.

54. Матлин А.М. План, цена и эффективность производства. – М.: Экономика. – 1970. – 255 с.

55. Кочетов В.В., Колобов А.А., Омельченко И.Н. Инженерная экономика: Учебник. Под ред. А.А.Колобова, А.И. Орлова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 668 с.: ил.

56. Трошин Д.В. Методологическая парадигма обоснования комплексного критерия выбора управленческих решений // Анализ систем на рубеже тысячелетий: теория и практика. Тезисы Международной науч.-практ. конференции. - М.: ИНТЕЛЛЕКТ, 1997 г.

57. Трошин Д.В. Математическая постановка задачи выбора варианта технического переоснащения (модернизации) машиностроительного предприятия // Экономический анализ: теория и практика. 13 (364) – 2014. С. 12-22.

58. Resource orchestration to create competitive advantage: breadth, depth, and life cycle effects / D. Sirmon [et al.] // Journal of management, 2011, Vol. 37, No 5. P. 1390-1412.

59. Липсиц И.В. Затратное ценообразование на основе кривой обучения. [Электронный ресурс]. URL: <http://delovoyumir.biz/ru/columns/2499/>. Дата обращения 03.02.2013.

60. Герасименко В.В. Эффективное ценообразование. Учебник для вузов.- М.: Финстатинформ, 2000.- 569 с .

61. Уткин Э.А. Цены. Ценообразование. Ценовая стратегия. -М.: ЭКМОС, 2004. 254 с.

62. Ф. Котлер. Основы маркетинга. –М.: «Прогресс», 1991 г.

63. Р.Л. Кини, Х.Райфа. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. -М.: Радио и связь, 1981.

64. Р.Л. Кини. Размещение энергетических объектов. –М.: «Энергоатомиздат», 1983 г.

65. Analysis of Baltimore Gas and Electric Company's Jechnology Choice. Ralph L. Keeney, John F. Lathrop, Alan Sicherman. - Operation Research, Vol., 3, 4, No.1, January-February, 1986.

66. Петров А.В., Федулов Ю.Г. Подготовка и принятие управленческих решений. М.: РАГС, 2000.

67. Трошин Д.В. Скаляризация векторных предпочтений: преодоление примитивизации // Эффективное антикризисное управление. № 3 (78) 2013.

68. Цыгичко В.Н. Руководителю - о принятии решений. М.: ИНФРА-М, 1996.
69. Серов В.Р. От оценки технического уровня к информационной диагностике исследований и разработок. НТИ Серия 1, №11, 1989.
70. Раяцкас Р.Л., Плаунов М.К. Экономические догмы и управленческая реальность. - М.: Экономика, 1991.
71. Шемакин Ю.И., Романов А.А. Компьютерная семантика. - М.: НОЦ «Школа Китайгородской», 1995.
72. Кузнецов Ю.А. К вопросу о нормировании характеристик при оценке технического уровня изделий // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей», октябрь 2012 г., № 2 (8), М., Концерн ПВО «Алмаз-Антей».
73. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели. Пер. с англ. Меньшиковой О.Р. и Меньшикова И.С. — М: Мир, 1991.
74. Попов Э.В. Экспертные системы. М.: Наука, 1987.
75. Современный экономический словарь. М., 1997 г.
76. Калюжный В. Объяснение парадоксов неоклассической модели экономического роста Р. Солоу // Вестник Национального банка Украины (НБУ), 2005. - №2. – С. 32-40.
77. Шаумян Г.А., Кузнецов М.М., Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов. – М.: Высш. шк., 1967. – 472 с.
78. Рабинович Л.А., Либман М.Л. Основные положения технико-экономического обоснования новых средств автоматизации производственных процессов // Известия Волгоградского государственного технического университета, 2004, № 1. Волгоград, с. 7-9.
79. Коренько А.А., Пахомов М.А., Коренько Е.А., Пахомова Е.С. Теоретические и прикладные аспекты исследования экономической эффективности внедрения инновационного технологического оборудования: монография. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-наука-общество», 2012. 138 с.
80. Богатин Ю.В., Швандар В. А. Производство прибыли: учебное пособие для вузов. 2-е изд. М.: Финансы, ЮНИТИ, 2008. - 276 с.

81. Ультан С.И. Адаптация параметрической теории прибыли к планированию многономенклатурного производства // Вестник Омского университета. Серия «Экономика», 2011. № 2. С. 150-155.

82. Юркова Е.И., Мезенина А.А. Обоснование оценочного показателя, используемого в управление процессом производства продукции // Актуальные проблемы экономики и управления: Сб. научн. Статей. Вып. 4. Том 1 – Екатеринбург, Изд-во Уральского государственного горного университета, 2012.

83. Ильин Л.И. Планирование на предприятии: в 2-х ч. Минск: ООО «Новое знание», 2000. Ч. 1: Стратегическое планирование. - 308 с.

84. Карминский А.М., Черников Б.В., Информационные системы в экономике: в 2-х ч. М.: Финансы и статистика, 2006. Ч.1: Методология создания. - 335 с.

85. Канторович Л.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1977. - 741 с.

86. Современные сложные системы управления. [Электронный ресурс] URL: <http://www.market-journal.com/voprosiupravleniya/103html>. Дата обращения 18.02.2017 г.

87. Глушков В.М. Введение в АСУ. Киев: Техника, 1972. - 312 с.

88. Дюк В.А. Data Mining - интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс]. URL: http://www.iteam.ru/publications/it/section_55/article_1448/. Дата обращения 18.02.2013 г.

89. Конвей Р.В., Максвелл В.Л., Миллер Л.В. Теория расписаний. - М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975. - 360 с.

90. Ефимова П.Е. Некоторые аспекты системы планирования заказов на технологическую оснастку // II Всеросс. научн. конф. молодых ученых с междун. участием «Теория и практика системного анализа» (16 – 19 мая 2012г.) Рыбинск: ИСА РАН, 2012. С. 46-54.

91. Ефимова П.Е. Система управления потоками работ в конструкторском бюро проектирования оснастки // Образование и наука в

региональном развитии. Материалы научно-практической конференции. Часть 1.-Тутаев: 2008. С.141-149.

92. Письмо ФТС России от 30 июня 2009 г. № 01-11/29792 «О Постановлении Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 372».

93. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. № 372 «Об утверждении перечня технологического оборудования (в том числе комплектующих и запасных частей к нему), аналоги которого не производятся в Российской Федерации, ввоз которого на таможенную территорию Российской Федерации не подлежит обложению налогом на добавленную стоимость».

94. Постановление ФАС Дальневосточного округа от 30 марта 2005 г. № Ф03-А51/05-2/304.

95. Приказ ГТК России от 7 февраля 2001 г. №131 «Об утверждении Инструкции о порядке применения таможенными органами Российской Федерации налога на добавленную стоимость в отношении товаров, ввозимых на территорию Российской Федерации».

96. Федеральный закон от 26 ноября 2008 г. № 224-ФЗ «О внесении изменений в часть первую, часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

97. Постановление ФАС Московского округа от 20 ноября 2008 г. № КА-А40/9986-08.

98. ГОСТ «Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий», утвержденный Постановлением Госстандарта СССР от 30 июля 1982 г. № 2988.

99. Указ Президента РФ от 20 августа 2007 г. № 1083 «Об утверждении Списка микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий, подлежащих экспортному контролю» с изменениями от 16 июня 2010 г. и 8 июля 2013 г.

100. ГОСТ31278-2004 «Сотрудничество государств - участников Содружества Независимых Государств военно-экономическое. Термины и

определения» Введен Приказом Ростехрегулирования от 9 октября 2006 г. № 224-ст.

101. Распоряжение Минтранса России от 8 января 2004 г. № КР-1-р «О порядке разработки и введения в действие инструкции по выполнению авиационных работ».

102. Приказ Ростехнадзора от 22 января 2010 г. № 29 «Об утверждении Положения о составе и содержании отчета о состоянии радиационной безопасности в организациях, использующих радионуклидные источники».

103. Баланов С.Н. Разработка и исследование декомпрессионной технологии оптимального проектирования сложных технических систем в системах автоматизированного проектирования // Дисс.... к-та техн. наук. Таганрог: ТГУ, 1989.

104. Новый политехнический словарь. М., 2000.

105. Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Введение в специальности «Технология машиностроения» и «Металлорежущие станки и инструменты». - М., 1999.

106. Хомченко В.Г., Голобурдин А.И., Федотов А.В. Автоматизация технологических процессов производства ОМС. М, 1999.

107. Курников А.Г. Отсутствие легальных дефиниций понятий в правоприменительной практике как фактор, повышающий аудиторские риски (на примере понятия «технологическое оборудование») // Государственный аудит. Право. Экономика, 2011, № 1. С. 73-78.

108. Остапенко С.Н., Филатов А.А. Оценка технического уровня изделий на основе набора характеризующих их признаков // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей», 2011, № 1(5). С. 11-16.

109. Нестеров В.А., Куприков М.Ю., Маркин Л.В. и др. Научные основы создания установок ракетного вооружения летательных аппаратов / Под ред. д.т.н. профессора В.А. Нестерова. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. – 288 с.

110. Корчагин А.Д., Богданов Н.В., Казакова В.К., Полищук Е.П. Комментарий к Патентному закону Российской Федерации // Патенты и лицензии, 2004, № 1. С. 1-40.

111. Ярморкина И. Н. Специфика единой технологии // Патенты и лицензии, 2010, №5. С. 8-14.

112. Леонтьев Б.Б., Мамаджанов Х.А. Управление интеллектуальной собственностью на предприятии. Екатеринбург: «Издательство «Раритет», 2011. - 390 с.

113. Мухопад В.И. Коммерциализация интеллектуальной собственности: Монография. М.: Магистр, 2012. – 512 с.

114. Пиотух Д.С. Принципы и факторы управления единой технологией сложного объекта техники // Вестник ИГЭУ, 2012. Вып. 1. С. 70-74.

115. Гринева Н.В. Инновационные риски: оценка и управление: Монография. М.: Финансовый университет, 2012. - 132 с.

116. Куликова Е.Е. Управление рисками. Инновационный аспект. - М.: Бератор-Пабблишинг, 2008. – 165 с.

117. Мазур И.И., Шапиров В.Д. Управление проектами: справочное пособие. М.: Высшая школа, 2001. - 875 с.

118. Таратынов О.В., Хончев А.М., Герасин А.Н. Исходные «точки» для формирования качества деталей АТС с помощью информационного поля // Автомобильная промышленность, 2006, № 4. С. 33-34.

119. Таратынов О.В., Клепиков В.В., Ашкиназий Я.М. Проектирование гибких технологических систем с применением ЭВМ. М.: Издательство МГИУ, 2006. - 120 с.

120. Таратынов О.В., Таратынов Р.О. Концептуальный подход к формированию информационного поля в технологических системах // Труды МГИУ. Т.1, 2011. С. 48-56.

121. Таратынов О.В., Хончев А.М. Качество исполнительной поверхности и износостойкость трибологической пары // Автомобильная промышленность, 2006, № 1. С. 21-22.

Бауэр Владимир Петрович – доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, директор Центра стратегического прогнозирования и планирования Института экономической политики и проблем экономической безопасности ФГОБУВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Трошин Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Центра мониторинга и оценки экономической безопасности Института экономической политики и проблем экономической безопасности ФГОБУВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Монография

Отпечатано с авторских оригиналов

Подписано в печать 27.09.2017. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 16,0. Тираж 500. Заказ № 463.
Редакционно-издательское управление
Тверского государственного университета
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. РИУ (4822) 35-60-63.