

На правах рукописи

УДК 658.5

КУРСИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ ПО
СОЗДАНИЮ СЛОЖНОЙ НАУКОЁМКОЙ ПРОДУКЦИИ**

05.02.22 – Организация производства (машиностроение)

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

**Москва
2005**

Работа выполнена в Московском государственном техническом университете
им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель:

д.т.н., проф. Колобов А. А.

Официальные оппоненты:

1. д.т.н., проф. Миротин Л. Б. (Московский автомобильно-дорожный институт – государственный технический университет)
2. к.т.н., доц. Мазурин Э. Б. (Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана).

Ведущая организация ФГОУ «ГЦ CALS-технологий»

Защита состоится «20» 10 2005г. в 10 час. на заседании
диссертационного совета Д 212.141.05 при МГТУ им. Н. Э. Баумана по
адресу: 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный печатью,
просим выслать по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н. Э.
Баумана.

Автореферат разослан «16» 09 2005г.

Телефон для справок 267-09-63

Учёный секретарь диссертационного совета,

к.т.н., доцент



Силаева Л. А.

Подписано к печати 13.09.05 Объём 1 п. л. Заказ № 272 Тираж 100 экз

Типография МГТУ им. Н. Э. Баумана.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность работы. В современных условиях прогресса, при создании всё более сложных образцов техники, требуется сотрудничество большого количества предприятий в рамках совместных проектов. В этих условиях требуются новые методы повышения эффективности взаимодействия, которые основаны на принципах логистики, маркетинга, системного анализа, управления качеством и так далее. С учётом этого организаторы и участники проектов испытывают необходимость системного подхода в управлении проектом, построении взаимодействия, структур и координации.

Одним из важнейших направлений повышения эффективности производства является переход на новый уровень интеграции предприятий при реализации совместных проектов, внедрение новейших информационных и коммуникационных технологий, что требует разработки методов организации взаимодействия, методов оценки эффективности принимаемых решений и обоснования осуществляемых изменений, позволяющих объединить предприятия в эффективные структуры создания и продвижения новой техники, которые гибко и динамично реагируют на изменение рыночных условий.

В настоящее время усилия международных научных и производственных организаций прикладываются к обеспечению гибкости, динамичности и эффективности цепочек предприятий, проектирующих и внедряющих новую технику, использования проектно-ориентированных объединений в рамках общей концепции, называемой управлением жизненным циклом изделия (УЖЦ).

Практическая реализация общей концепции УЖЦ основана на ряде новейших информационных и коммуникационных технологий, информационных стандартах, методологиях системного анализа и логистики. Цель деятельности по поддержке жизненного цикла (ЖЦ) продукта — уменьшить стоимость ЖЦ и повысить пригодность путём улучшения качества и доступности технической информации, необходимой для поддержки оперативного создания и использования сложного продукта.

Создание гибких и динамически изменяющихся структур приводит к нарастанию объёма и усложнению информационного потока при включении параметров отдельных предприятий, поставляемой продукции, каналах распределения и т. д. На практике УЖЦ включает систематизацию и стандартизацию информационного потока среди предприятий-участников, включение их в единое информационное пространство, выработку форматов и протоколов обмена информацией и интерфейсов её предоставления, предоставление методов принятия решений, всесторонней подготовки и обоснования результатов изменений параметров техники и условий формирования проекта.

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1738159

Курсин Д.А. Разработка мет

МГТУ
ИМ. Н. Э. БАУМАНА
БИБЛИОТЕКА 1

В этой связи, деятельность по созданию проектно-ориентированных структур не может быть проведена в отрыве от методов УЖЦ, в том числе по определению оптимального соответствия изделия требованиям заказчика, оптимизации производства и снабжения при создании новой техники, разработки не только изделий, но и предложений по формированию наилучшего операционного окружения и стратегий использования изделий и комплексов в конкретных условиях.

Большинство отечественных методов проектирования и оценки целесообразности интеграции промышленных предприятий не удовлетворяют требованиям гибкости и не учитывают возможные динамические реструктуризации в ходе реализации проекта.

Таким образом, актуальной является проблема оценки эффективности образцов новой техники, формирования состава участников проекта с учётом поддержки жизненного цикла создаваемой продукции и подготовки изделий с учётом требований заказчиков. Народнохозяйственная значимость и потребность в ускоренном развитии и совершенствовании методов реализации проектов путем управления жизненным циклом создаваемых изделий и их практическое применение определили содержание настоящей работы.

Цель работы. Основной целью диссертационной работы является разработка методов повышения эффективности интеграции промышленных предприятий при реализации совместных проектов путем всестороннего учёта, анализа и управления стоимостью жизненного цикла изделия, привлечения оптимального состава участников проекта и прогнозирования показателей использования изделий.

Для реализации поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

1. Разработка комплексного процесса контроля стоимости жизненного цикла изделия, управления затратами на стадиях жизненного цикла.
2. Разработка системы учёта влияния конкретных условий операционной среды изделия, характеристик изделия и состава парка изделий при эксплуатации на показатели использования изделий.
3. Построение структуры информационной базы поддержки жизненного цикла изделия.
4. Разработка концепции, состава функций и структуры органа управления стоимостью жизненного цикла изделия.
5. Определение методов оценки и обоснования эффективности вариантов создания новой техники, вариантов состава участников проекта.
6. Разработка и обоснование способов интеграции процесса управления стоимостью жизненного цикла изделия в комплекс процессов по созданию и внедрению новой техники.

Предметом исследования в настоящей работе являются вопросы теории и методы подсчёта стоимости жизненного цикла изделий, моделирования

эксплуатации изделий в задаваемых условиях, вероятностная оценка эффективности создания образцов новой техники, формирование организационных структур управления проектом.

В качестве объекта исследования выбрана производственно-хозяйственная деятельность предприятий машиностроительной отрасли отечественной промышленности при создании и выполнении совместных проектов.

Теоретической и методологической основой диссертации является методология анализа и синтеза сложных систем, а также концепции управления проектами и создания логистических систем.

Методы исследования. Для решения поставленных в диссертации задач был привлечен следующий математический аппарат: теория вероятности и математическая статистика, методы построения экономико-математических моделей, методы моделирования и алгоритмы процессов управления проектами.

Научная новизна исследования состоит в следующих, выносимых на защиту результатах:

1. Предложен процесс сквозного контроля результатов изменений проекта на стадиях жизненного цикла изделия, интегральный критерий оценки эффективности образцов техники с учётом производственных цепочек создания изделий, что позволит учитывать как требования заказчиков, так и изменения нормативов, обеспечивая гибкость структуры проекта и эффективность создаваемой техники.
2. Разработана система имитационного моделирования использования изделия в задаваемых условиях операционного окружения, снабжения, условий производственной программы потребителя и парка изделий, обеспечивающая приближенный к реальным условиям прогноз жизни изделий.
3. Предложены и обоснованы методы оценки эффективности формирования состава участников при реализации совместного проекта по созданию новой техники, обеспечивающие учёт и удовлетворение требований конкретного заказчика изделий.
4. Предложен и обоснован метод оценки и комплексного анализа затрат на жизненный цикл изделия, что позволит обосновывать решения по изменению конфигурации изделий, параметров его производственной и эксплуатационной среды с учётом особенностей реальных факторов производства и снабжения.
5. Разработана организационная структура центра информационно-логистического обеспечения (ИЛО), информационная база поддержки жизненного цикла изделия, направленные на достижение эффективной координации действий участников проекта на основе современных технологий.

Практическая ценность. Данная работа имеет практическую значимость при планировании хозяйственной деятельности предприятий, участников совместных проектов, и ее оптимизации на основе разработанных методов, что в конечном счете позволяет: повысить эффективность реализации совместных проектов; сократить сроки и снизить себестоимость реализации проектов.

В частности, это позволяет предприятию-заказчику проекта: использовать созданные модели как для оценки целесообразности организации проекта, так и для оперативного управления им; повысить эффективность и обоснованность конкурсного отбора подрядчиков проекта и обеспечить оптимальное распределение работ между ними и прогнозировать последствия реструктуризации проекта в ходе его выполнения, обеспечивающего необходимую эффективность проекта.

Апробация и реализация результатов исследования. Основные теоретические и методические положения диссертации докладывались на заседаниях кафедры «Промышленная Логистика» МГТУ им. Н. Э. Баумана и получили положительную оценку. Результаты исследований, проведенных в диссертационной работе, использованы в ОАО «ТУПОЛЕВ» и некоммерческой организации «Национальный инновационный фонд – технологии XXI века» при организации стратегического управления разработкой изделий.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 3 научные работы общим объемом около полутора печатных листов.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы, включающего 104 наименования, и приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении обосновывается выбор темы исследования, её актуальность, связь с народнохозяйственными проблемами; формулируются цели и задачи, основные научные положения, защищаемые диссертантом, структура диссертации.

В первой главе — «Анализ форм и методов интеграции промышленных предприятий при реализации совместных проектов по созданию сложной машиностроительной продукции» — проведён анализ современного состояния наукоемкого машиностроения, дан обзор подходов и методов создания совместных проектов.

В результате систематизации наработок отечественных и зарубежных учёных по вопросам управления жизненным циклом сделаны следующие выводы. Отсутствует общепринятая трактовка процесса поддержки ЖЦ сложного изделия; не разработаны формальные критерии для оценки эффективности вновь создаваемых изделий и комплексов с точки зрения ЖЦ; параметры определения состава данных для учёта в стоимости ЖЦ, требования к расширенной информационной базе изделия и назначение её

частей даны обобщённо. Указывается на необходимость полного контроля затрат на цикл, но при этом не указаны способы учёта и анализа затрат и порядок действий при изменении проекта.

Взгляды на смысл осуществления контроля стоимости ЖЦ и его роль при создании сложной техники значительно разнятся, что усугубляется отсутствием единой формализованной структуры этого процесса. Мотивы создания виртуальных и расширенных предприятий рассматриваются только с учётом ситуации в некоторой отрасли либо из общих соображений, не указывается механизм влияния оцениваемой эффективности создаваемой техники на структуру расширенного предприятия. В литературе указывается на необходимость проведения совместных работ участников проекта для снижения стоимости всех стадий ЖЦ, но не указаны моменты начала этого процесса и состав исходных данных, не даны механизмы проведения деятельности по контролю стоимости и влиянию на проект. Не проработаны состав и полномочия, функции, сферы ответственности, порядок взаимодействия с участниками проекта органов управления ЖЦ.

Во второй главе — «Разработка методов интеграции промышленных предприятий при реализации проектов по созданию сложной наукоемкой продукции» — разработаны методы контроля и управления стоимостью ЖЦ, механизмы реализации этих процессов.

Расширенная информационная модель изделия, которая включает обязательные части: изделие, сценарии использования, отказы, работы по сервису изделия, пользователи, производители и поддержка (рис. 1). С использованием расширенной модели проводится расчёт стоимости ЖЦ и управление ЖЦ изделия.



Рис. 1. Расширенная информационная модель изделия

Система управления стоимостью ЖЦ изделия предназначена для сбора и анализа данных по ЖЦ сложного изделия, подготовки решений по изменению проекта работы изделия, в том числе:

- изменение изделия,
- изменение состава участников и объёмов работ между ними,
- изменение условий проекта.

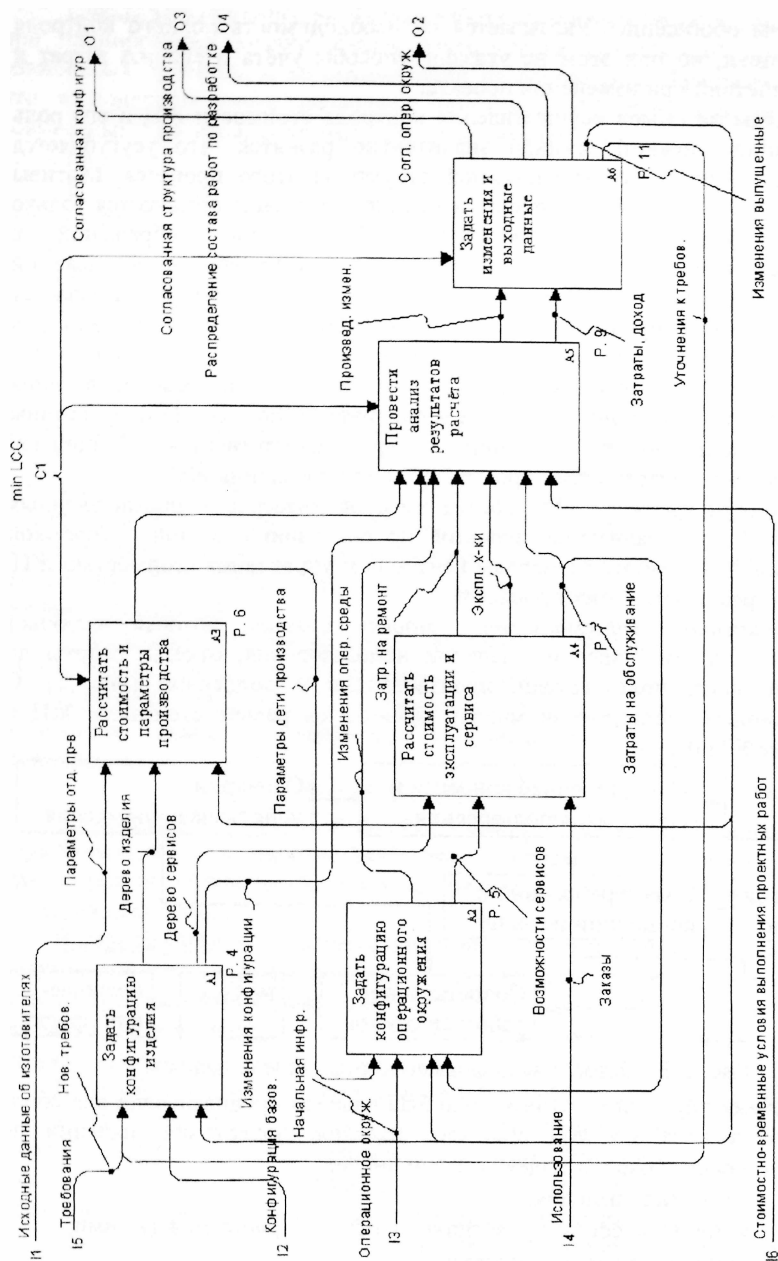


Рис. 2. Управление стоимостью ЖЦ изделия

Основные цели использования системы управления ЖЦ изделия

- согласование конфигурации изделия,
- согласование операционного окружения,
- согласование структуры и состава участников проекта (разработчиков, производства, МТО, ремонтных фирм и т. д.).

При старте расчётов по УЖЦ используются данные об изделии, начальном операционном окружении, начальной структуре производства, начальные требования, начальные данные о разработчиках (см. рис. 2). Поскольку деятельность по УЖЦ может быть начата на разных этапах жизни изделия и в различных условиях определённости, исходные данные могут состоять из накопленной и обработанной информации (статистик, функций, параметров и т. д.) или расчётной информации: моделей, гипотез и т. д.

Метод расчёта стоимости ЖЦ включает полный учёт стоимости этапов жизни изделия: от маркетинговых и проектировочных затрат до утилизации. При последовательном (пошаговом, итерационном) расчёте стоимости ЖЦ изделия в начальную конфигурацию проекта, новую или известную, вносятся изменения направленные на снижение стоимости ЖЦ. Процесс управления стоимостью жизненного цикла изделия (СЖЦИ) включает деятельность по контролю результатов изменений. Выявление взаимосвязей между изменениями проекта и результатами проведённых изменений позволяет сократить время согласования структуры проекта.

Для наиболее полного учёта затрат на ЖЦ изделия разработаны методы, соответствующие требованиям процесса контроля стоимости цикла.

Имитационные модели эксплуатации изделия предназначаются для использования в системах автоматизированного проектирования при создании новой техники. При создании новых образцов техники переход от технического проектирования к расчётам экономических показателей изделия и стоимости ЖЦ удобнее проводить на стадии первичной компоновки нового изделия. При этом, во-первых, точность состава изделия обеспечивается автоматически. Во-вторых, на каждую систему или агрегат, подлежащие компоновке, вводится запись укрупнённых (в зависимости от сложности модели) экономических параметров: расходов на сервис, периодичность сервиса и обеспечиваемая производительность (для частей непосредственно обеспечивающих производственные возможности изделия). Здесь, компоная изделие, получаем также, его образ в виде записи состава систем, который и подлежит виртуальной эксплуатации в определённом окружении. При анализе работы существующих образцов техники модель также может быть использована для анализа влияния состава изделия на экономические показатели эксплуатации. Модель позволяет решить следующие основные задачи.

1. Составить повременной график состояний техники, на его основе создать модель окружения.

2. Сопоставить изменения конструкции и оснащения изделия изменению его эксплуатационных свойств. Используя последовательные приближения создать модель наиболее рационального изделия, сопоставляя цену производства и эксплуатации одного комплекса другому.

3. Подобрать модификацию изделия для конкретных условий использования, ориентируясь на каждого определённого потребителя.

Для определения необходимости использования внешних производителей и состава системы производства и снабжения предлагается использовать модель многоуровневого снабжения.

Переход от одноуровневой системы снабжения к системе с промежуточными сборочными заводами означает передачу производств некоторых агрегатов внешним производителям.

Для одноуровневой системы снабжения и производства характерны следующие основные категории затрат;

Затраты на незавершенное производство на сборочном заводе $\alpha \int_0^T M dt = \alpha \sum_{i=1}^N \int_0^T a_i \tau dt$, где M – число изделий в денежном выражении на конвейере (в сборочном цехе). Затраты на транспорт за период $T : \sum_{i=1}^N a_i c_i T$.

Затраты на материальный поток в снабжении $\alpha \sum_{i=1}^N a_i t_i$, где a_i – поток снабжения в денежном выражении, c_i – тариф перевозки за единицу потока, t_i – время перевозки, α – стоимость денег, τ – длительность цикла производства на сборочном заводе,

$S^{сум} = S^{ср}(T/\tau)$ – затраты завода сборочного за период, $S^{ср}$ – затраты завода на производство одного изделия.

Полные затраты, включая однократные на создание оборотных средств и затраты за период производства составляют

$$S^{полн.1}(T) = \alpha \sum_{i=1}^N \int_0^T a_i \tau dt + \alpha \sum_{i=1}^N a_i t_i + \sum_{i=1}^N a_i c_i T + S^{ср}(T/\tau)$$

После подключения некоторого внешнего производственного центра (завода агрегатов) схема снабжения приобретает следующий вид (см. рис. 3,а). Части изделия передаются на завод агрегатов, откуда на серийный завод агрегат поступает в собранном и подготовленном состоянии.

После подключения к цепи производства и поставок всех необходимых промежуточных производителей, схему производства можно конвертировать в чисто двухуровневую схему (см. рис. 3,б) с независимыми уровнями, замкнув оставшиеся потоки вида a_i на некоторый виртуальный завод агрегатов. Место виртуального завода совпадает со сборочным заводом. Потоки от поставщиков к виртуальному заводу приравнены к начальным

потокам, потоки из виртуального завода в сборочный завод транспортируются по нулевому тарифу.

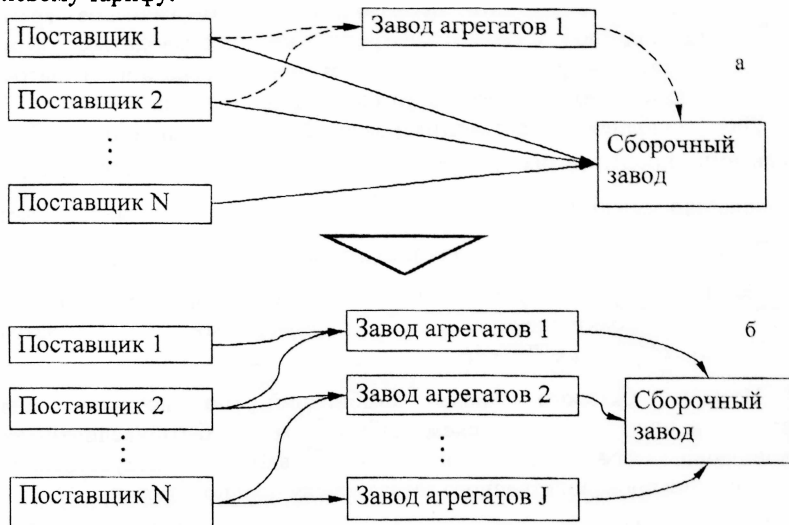


Рис. 3. Переход к системе снабжения с двумя изолированными уровнями

Затраты на поддержание оборота в двухуровневой системе:

$$S^{\text{ОБОРОТ}, 1,2} = \alpha \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \int_0^{\tau} a_{ij} \tau_{ij} dt + \alpha \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N a_{ij} t_{ij}^{[1]} + \alpha \sum_{j=1}^J a_j t_j^{[2]} + \alpha \sum_{j=1}^J \int_0^{\tau} a_j \tau dt$$

Затраты на производство в двухуровневой системе за период T

$$S^{\text{ПРОИЗВ}, 1,2}(T) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N a_{ij} c_{ij} T + \sum_{j=1}^J S_j^{\text{св}}(T / \tau_j) + \sum_{j=1}^J a_j c_j^{[2]} T + \Delta S^{\text{св}}(T / (\tau - \Delta \tau))$$

$$S^{\text{ПОЛН}, 1,2}(T) = S^{\text{ОБОРОТ}, 1,2} + S^{\text{ПРОИЗВ}, 1,2}(T)$$

В общем случае (без привязки к конкретному заводу) указанная схема даёт раскрытие внутренней структуры цехов. Другое назначение схемы — выделение участков, которые могут быть заменены внешними производителями (outsourcing).

Информационная база для решения задач по определению структуры производства и снабжения должна содержать следующие группы данных.

- данные о поставщиках нижнего уровня: их число, объёмы поставок, тарифы на транспорт, время поставки;
- данные о внешних производителях: их число, объёмы поставок, тарифы на транспорт, время поставки от поставщика на производство; объёмы поставок, тарифы на транспорт, время поставки на сборочное производство; затраты на производство,

технологическое время на производство изделий; величина производственных мощностей;

- данные о сборочном производстве: технологическое время на производство изделий, затраты на производство, величина производственных мощностей; экономия времени и затрат на производство при поставке готовых частей изделия.

Для заполнения автоматизированной информационной базы с вариантами производства необходимо рассмотреть 2^J комбинаций по подключению внешних производителей, где $J \geq 1$ — число внешних производителей. В этом случае для всех множеств вида $J' \subset J$ составляется сеть поставок с соответствующими потоками, тарифами, временами поставок, сеть характеризуется суммарными затратами

$$S^{\text{ПОЛН}_{1,2}}(T, J') = S^{\text{ОБОРОТ}_{1,2}} + S^{\text{ПРОИЗВ}_{1,2}}(T).$$

Помимо базового числа комбинаций подключения внешних производств, число вариантов схем снабжения может быть увеличено за счёт ограничений. Ограничения могут быть наложены искусственно для распределения производственного заказа между предприятиями.

Ограничения:

- производственные мощности, поток некоторого ресурса не может превысить установленную величину $a_j \leq a_j^{\max}$, $a_{ij} \leq a_{ij}^{\max}$;
- времена поставок; $t_j \leq t_j^{\max}$, $t_{ij} \leq t_{ij}^{\max}$;
- производственные циклы $\tau_j \leq \tau_j^{\max}$;
- тарифы $c_j \leq c_j^{\max}$, $c_{ij} \leq c_{ij}^{\max}$.

В рассчитанной базе можно выбрать варианты состава производителей, обеспечивающие минимум затрат при заданных условиях; варианты максимума затрат, с целью оценки величины и целесообразности экономии. А также варианты с максимальным и минимальным задействованием внешних производителей и найти их положение в общей картине. Кроме этого целесообразно распределить все комбинации по приносимому эффекту.

На рисунке 4 представлена схема информационной базы по вариантам формирования производства.

Несколько распределённых сборочных производств позволяют решить ряд задач:

- недостаток производственных мощностей на основном сборочном заводе;
- производство изделий в непосредственной близости от места эксплуатации или места расположения основных поставщиков частей, в зависимости от необходимости этих решений;

- упрощение распространения изделий при наличии нормативных ограничений.

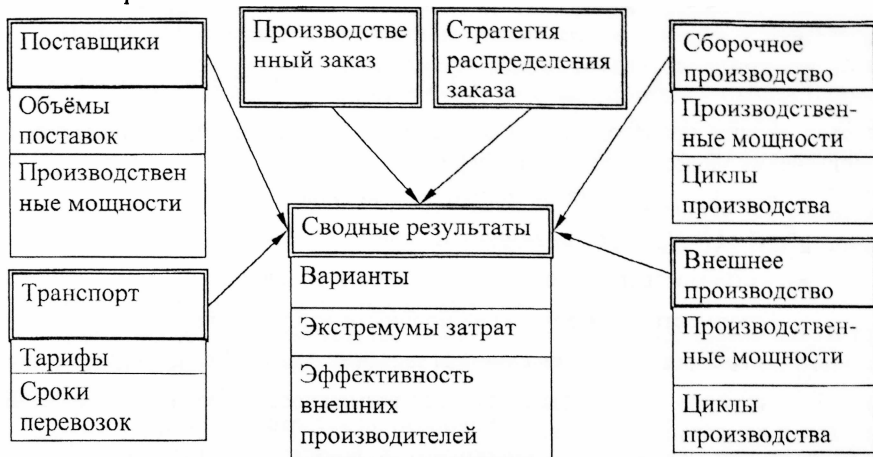


Рис. 4. Состав информационной базы производственной структуры

Управление сборочным производством. Конвейер или другого вида сборочный цех должен быть разделён на участки (по факту — отдельной площадью или виртуально — по времени и сменам работы разных бригад). Для участков выпускаются планы работ с учётом опережений времени работ ко времени финальной сборки и отгрузки.

Для расчёта плана производства на число периодов n обозначим производственную мощность основную M_k , дополнительную E_k для периода $k = 1, 2, \dots, n$. План поставки на период обозначим V_k .

Согласование мощности производства и плана поставок включает два основных этапа. На первом этапе производится объёмное согласование.

$$\sum_{k=1}^n (M_k + E_k) \geq \sum_{k=1}^n (V_k) - \text{план поставки может быть выполнен на заданных}$$

основных и дополнительных производственных мощностях. Источником дополнительной производственной мощности на предприятии является обычно сверхурочная загрузка работников, многосменная загрузка мощностей, перепрофилирование других производств для выполнения рассматриваемого заказа. В большинстве случаев дополнительная мощность имеет более высокую стоимость по сравнению с основной мощностью и используется после исчерпания основной.

В случае невыполнения условия требуется или привлечение внешних мощностей, или изменение плана поставок.

На втором этапе производится корректировка выпуска с учётом затрат на хранение продукции, стоимости основной и дополнительной мощности.

k_k^M - доля загрузки основной мощности в рассчитываемом периоде;

k_k^E - доля загрузки дополнительной мощности в рассчитываемом периоде;

$$V_k = k_k^M M_k + k_k^E E_k + \sum_{j=1}^k k_{jk}^M Z_{jk}^M + \sum_{j=1}^k k_{jk}^E Z_{jk}^E - \text{выполнение поставки за}$$

период за счёт производства на основных и дополнительных мощностях и привлечения запасов предыдущих периодов.

$$Z_k^M = (1 - k_k^M) M_k - \text{остаток мощности основной;}$$

$$Z_k^E = (1 - k_k^E) E_k - \text{остаток мощности дополнительной;}$$

m_0 - стоимость производства на мощности основной;

e_0 - стоимость производства на мощности дополнительной;

h - стоимость хранения единицы запаса за период. Запас мощности при расчёте выпусков по периодам является возможностью произвести изделия раньше и держать их в запасе.

$m_{jk} = h(k - j)$ - стоимость запаса произведённого на основной производственной мощности в периоде j в рассматриваемом периоде k ;

$e_{jk} = h(k - j) + e_0$ - стоимость запаса произведённого на дополнительной производственной мощности в периоде j в рассматриваемом периоде k ;

$$S_k = \sum_{j=1}^{k-1} m_{jk} k_{jk}^M Z_{jk}^M + m_0 M_k + \sum_{j=1}^{k-1} e_{jk} k_{jk}^E Z_{jk}^E + e_0 k_k^E E_k - \text{затраты за период } k;$$

$Z_{jk}^M = (1 - k_{jk}^M) Z_{j-1k-1}^M$ - остаток основной производственной мощности периода j в рассматриваемом периоде k ;

$Z_{jk}^E = (1 - k_{jk}^E) Z_{j-1k-1}^E$ - остаток дополнительной производственной мощности периода j в рассматриваемом периоде k .

Для минимизации затрат на производство и содержание запасов в каждом периоде $k = 1, 2, \dots, n$ с первого периода минимизируется S_k путём изменения долей производства текущего периода k_k^M , k_k^E и долей запасов производства предыдущих периодов k_{jk}^M , k_{jk}^E .

Алгоритм принятия решения об изменении параметров проекта.

Для подготовки данных о вариантах решения проблемы необходимо провести несколько последовательных шагов.

Шаг 1. Постановка проблемы. Здесь выставляются технические требования и ограничения, стоимости рисков неисполнения производственной программы и т. д.

Шаг 2. Описание вариантов технических решений. Техническая среда: стратегии обслуживания.

Шаг 3. Дерево затрат. Затраты на производство, обслуживание, ремонт. Некоторые идентичные категории затрат, например, проектные затраты для модификаций одного изделия можно исключить из рассмотрения вариантов.

Шаг 4. Для каждой альтернативы технического решения и стратегии обслуживания проводится моделирование ЖЦ на стадии эксплуатации. Для снятия динамической неопределённости результатов эксплуатации производится имитационное моделирование Монте-Карло. Для правдоподобия ситуаций отказов изделия имитируются межремонтные интервалы систем изделия. Оценки параметров надёжности, ремонтпригодности, готовности и производительности изделий получаются путём усреднения большого числа повторений имитации эксплуатации изделия.

Шаг 5. Сбор оценок и данных по затратам.

Здесь задаются параметры надёжности частей изделия, нормы затрат на техническое обслуживание, ремонт, нормы штрафов за простои, нормы производительности.

Шаг 6. Данные о затратах по периодам.

Для расчёта приведённой к некоторому моменту времени величины затрат используем дисконтирование сумм затрат с выбранным коэффициентом дисконтирования.

Шаг 7. Безубыточность. Здесь безубыточность использования изделий рассматривается в течение периода использования. В зависимости от состава изделия, стратегий эксплуатации, операционных параметров на основе соотношения постоянных, переменных затрат и производительности рассчитывается безубыточность работы изделия для каждого периода времени его жизни.

Безубыточность контролируется на каждом этапе эксплуатации, в том числе при повышении интенсивности отказов, после ремонтов и модернизации изделия.

Оценка технической эффективности вариантов изделий

$$EFF = A \times R(t) \times M(t) \times C$$

Эффективность = готовность * надёжность * ремонтпригодность * производительность

Шаг 8. Парето-диаграммы используются для выявления наиболее критических статей затрат. Небольшое число наименований затрат является источником большей части объёма всех затрат.

Шаг 9. Анализ чувствительности. Для выбранных категорий затрат оценивается зависимость изменения стоимости ЖЦ от величины изменения затрат по категории.

Шаг 10. Анализ рисков. Распределение стратегий по степени влияния на стоимость ЖЦ изделия.

Шаг 11. Выбор направления действий.

Задание на изменение проекта должно содержать абсолютную величину требуемого изменения, допустимые величины изменения параметров, уровни

изменений. Изменения проводятся последовательно по уровням в зависимости от исчерпания резерва изменения стоимости ЖЦ изделия на текущем уровне проекта.

Математический блок изменений проекта описываем величинами, относящимися к следующим категориям:

- множество изменяемых параметров $x = \{x_i\}$, изменяемые параметры относятся к следующим категориям: изменения изделия $x_i^{\text{изд}}$, изменения производства $x_i^{\text{произв}}$, изменения МТО $x_i^{\text{МТО}}$, изменения требований и нормативов $x_i^{\text{норм}}$, изменения операционного окружения $x_i^{\text{опер}}$, $i=1,2...n$;
- множество зависимых параметров $y = \{y_j\}$, $j=1,2...m$, которые используются при оценке качества изделий: надёжность, ремонтпригодность, безопасность, производительность, и т. д.;
- множество ограничений;
- множество функций $f = \{f_k\}$, $y_j = f_k(x_1...x_n)$;
- целевая функция, эффективность системы по отношению к стоимости ЖЦ.

В третьей главе — «Организационно-экономическая система управления жизненным циклом изделия. Исследование стадий реализации проекта» — рассмотрены процесс организации деятельности по контролю стоимости ЖЦ изделия и предложена структура управляющего органа — центра информационно-логистического обеспечения (ИЛО), даны рекомендации по внедрению разработанных процессов в промышленности.

Реализацией расчётов, сбором, обработкой, подготовкой данных, созданием расчётных моделей, разработкой методов расчёта статистик, задания зависимостей (параметров и функций), ведением баз и другой связанной с УЖЦ деятельностью занимается *центр Информационно-логистического обеспечения*. Центр ИЛО может быть как самостоятельным координационным подразделением, так и виртуальным подразделением, состоящим из единиц персонала всех участников проекта.

В рамках деятельности по интегрированному логистическому обеспечению центр осуществляет следующие функции:

- разработка и реализация политики в области интегрального логистического обеспечения;
- участие в продвижении продукции на рынок за счет демонстрации достижений в реализации концепции ИЛО, обеспечивающей снижение стоимости жизненного цикла изделий;
- участие в подготовке, анализе и подписании контрактов;

- участие в проектировании изделий в рамках интегрированных проектных групп путем выдачи соответствующих технических заданий на характеристики и конструктивно-технологические решения изделия, формирующие стоимость его жизненного цикла;
- участие в работах по обеспечению качества по всем направлениям деятельности ИЛО на всех этапах жизненного цикла изделия;
- взаимодействие с заказчиками, покупателями, эксплуатантами, как на предпродажных этапах жизненного цикла изделия, так и на протяжении всего этапа послепродажного обслуживания;
- обеспечение разработки и поддержки эксплуатационной документации;
- обеспечение упаковки, обращения, хранения, транспортировки готовых изделий, запасных частей, средств обслуживания и контроля;
- обеспечение создания и поддержки средств и программ обучения;
- организация обучения операционного и технического персонала;
- организация сервисного обслуживания и каналов поставок запасных частей;
- организация материально технического обеспечения производства и ремонтных предприятий
- планирование, организация и обеспечение проведения плановых и капитальных ремонтов производственного оборудования и оборудования поддержки.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

1. Предложена и обоснована концепция управления жизненным циклом наукоёмкой продукции с учётом особенностей условий проектирования, создания и производства сложной техники, разработан процесс контроля результатов изменений проекта в стоимости жизненного цикла изделия, что обеспечивает непрерывный комплексный учёт затрат, их анализ и обоснование решений по повышению эффективности реализации проектов по созданию образцов новых изделий.
2. Разработан и обоснован метод прогнозирования показателей эксплуатации изделий, построена система имитационного моделирования эксплуатации изделий с учётом их функциональности и условий эксплуатационного окружения, позволяющие проводить машинные эксперименты с виртуальным образом изделия и оценивать его пригодность в различных условиях эксплуатации и поддержки.
3. Разработан метод расчёта операционного результата эксплуатации парка изделий для конкретного пользователя с учётом его

производственной программы, ресурсов и стратегии обслуживания и ремонта изделий, позволяющий рассчитать и оптимизировать параметры материальной поддержки эксплуатации изделий.

4. Сформулированы и обоснованы принципы учёта затрат на стадии жизненного цикла изделия, позволяющие выявлять и классифицировать критические факторы затрат возникающие на протяжении жизненного цикла изделия, проводить их сравнительный анализ для вариантов изделий.
5. Предложены концепция и модель производственной системы для распределённого производства готовых изделий сложной техники, обеспечивающие оптимальное использование производственных ресурсов в условиях современных рыночных ограничений и регулирований.
6. Разработана информационная система по учёту материальных потоков в цепи производства изделий, предложен и обоснован метод формирования вариантов конфигурации производства и материального снабжения эксплуатации изделий, что позволило выявить влияние факторов производства, ограничений его участников, политик использования внешних производств и концентрации производства.
7. Разработана информационная база обмена данными между участниками проекта, предложена и обоснована структура центра информационно-логистического обеспечения, что позволило формализовать процессы координации работы участников проекта, обеспечить регламенты работы управляющего органа и его взаимодействие с подразделениями участников проекта.
8. Результаты исследования внедрены на ОАО «ТУПОЛЕВ» и НО «Национальный инновационный фонд – технологии XXI века», что позволило создать научно обоснованные процедуры управления, повысить эффективность и сократить сроки создания изделий.

Основное содержание диссертации определено в следующих опубликованных работах:

1. Курсин Д. А. Разработка метода принятия решения при изменении проекта сложного машиностроительного изделия на основе результатов имитационного моделирования // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2005. - №8. – С. 60-65.
2. Курсин Д. А. Разработка модели управления жизненным циклом изделия на стадии эксплуатации // Вестник машиностроения. - 2005. - №9. - С. 53-58.
3. Курсин Д. А. Управление жизненным циклом сложного машиностроительного изделия // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2004. - №2. – С.63-76.