

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЕРАРХИИ ЦЕЛЕЙ ПРОЦЕССНО ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ИННОВАЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В процессе жизнедеятельности бизнес-системы за счет выполнения бизнес-процессов осуществляется достижение определенной совокупности целей. Основная задача построения иерархии целей заключается в создании установок для моделирования бизнес-процессов технологических инноваций. Выбор оптимального сценария процесса разработки и отладки высокотехнологичного комплекса для изготовления новой продукции проводится с помощью анализа иерархии целей.

Организация управления технологическими инновациями (ТИ) определяется как совокупность приемов и методов рационального сочетания элементов и звеньев управляющей системы и её взаимосвязи с управляемым объектом и другими управляющими системами в пространстве и времени, обеспечивающих создание наиболее благоприятных условий для достижения поставленных перед ними целей в установленный период времени при минимальных затратах производственных ресурсов.

Рассматривая управление под таким углом, можно обнаружить, что главным и существенным свойством систем является наличие цели или смысла их существования. Фактически при отсутствии целеположения говорить о системе не имеет смысла. Система, подчиняясь фундаментальным законам, при потере цели начинает декомпозироваться до тех пор, пока каждая из образующихся подсистем не обретет свою цель. Таким образом, наличие цели становится важнейшим признаком существования системы.

Следующим системным понятием является понятие процесса как фундаментального свойства системы. Причина возникновения процессов на предприятии – эволюционный рост организации. Если организация работает, значит в ней есть процессы. Существенным здесь является понимание того, что процесс – это основа развития системы, он направлен на достижение цели и его отсутствие так же деструктивно для системы, как и отсутствие цели. Процесс неотделим от системы, без процесса система фактически перестает существовать.

Любую организацию можно рассматривать как систему со своей структурой и целью. Ещё одна неотъемлемая характеристика системы – наличие процесса управления, призванного вести её к достижению цели. При этом для процесса управления обязателен информационный механизм управления и обратная связь, которая является основным информационным контуром управления бизнес-системой и мониторинга её деятельности.

Организация процессно ориентированного управления ТИ включает в себя: построение иерархии целей бизнес-процесса ТИ; моделирование бизнес-процесса ТИ; проектирование структуры управления; регламентацию процедур и задач, выполняемых технологическими подразделениями в рамках единого бизнес-процесса; создание комплексной информационной системы управления ТИ.

Процессный подход в управлении ТИ подразумевает ориентацию на бизнес-процессы ТИ, конечными целями выполнения которых является создание продуктов или услуг, представляющих ценность для внешних или внутренних потребителей. При этом системы управления ТИ получают ориентацию на управление как каждым бизнес-процессом в отдельности, так и комплексом бизнес-процессов ТИ как составной частью бизнес-модели организации.

В процессе жизнедеятельности бизнес-системы за счет выполнения бизнес-процессов осуществляется достижение определенной совокупности целей. В общем случае она имеет иерархический вид («дерево целей»), и каждая цель имеет свой вес и критерий (количественный или качественный) достижимости. В свою очередь бизнес-процессы реализуют бизнес-функции предприятия. Множество бизнес-функций представляют собой иерархическую декомпозицию функциональной деятельности предприятия. «Дерево функций» представляет собой функциональное отражение реализации «дерева целей» предприятия.

В результате проведенных исследований были определены и сформулированы цели организации управления ТИ в организации (рисунок 1).

Для достижения главной цели – повышения эффективности основных бизнес-процессов организации на основе повышения эффективности бизнес-процесса разработки ТИ – необходимо сформировать цели первого уровня – основные направления и механизмы реализации главной цели. Предлагается вести улучшение бизнес-процессов разработки ТИ в трех направлениях: создание целевого тех-

нологического подразделения (ЦТП) как наиболее эффективной структуры управления разработкой ТИ; создание научно обоснованной базы нормирования технологических работ в ЦТП с целью сокращения временных и затратных характеристик бизнес-процесса разработки ТИ и создание комплексной информационной системы управления ТИ как наиболее эффективного информационного механизма управления потоком работ ЦТП по разработке ТИ. Цели второго уровня, являясь следствием декомпозиции вышеперечисленных целей первого уровня, в свою очередь для своей реализации требуют декомпозиции на подцели-результаты.

Результатом информационного моделирования процесса разработки ТИ является описательная схема бизнес-процесса разработки ТИ, выполненная в соответствии с требованиями стандартов IDEF0/IDEF1/IDEF3. Типизация информационного процесса при разработке ТИ осуществляется на основе графических нотаций типовых процедур обработки информации при разработке ТИ по стандарту IDEF1 и унификации документов, обращающихся в системе управления ТИ. Результатом же проектирования организационной структуры системы управления разработкой ТИ на основе имитационного моделирования являются:

- организационная структура системы управления разработкой ТИ;
- положения о подразделениях и должностные инструкции специалистов ЦТП, сформированные с учетом процессного подхода к управлению ТИ;

– система организационно-распорядительной документации (стандарты, инструкции, методика организации исследований и т. п.)

Реализация целей второго уровня оптимизации бизнес-процессов разработки ТИ на основе нормирования технологических работ предполагает формирование стандартов и справочников времени на работы, выполняемые в процессе разработки ТИ.

Создание комплексной информационной системы управления ТИ предполагается на основе реализации по 6 направлениям целей второго уровня (см. рис. 1). В свою очередь:

- создание интегрированной среды управления потоком работ ЦТП требует внедрения workflow-систем и хранилищ данных (DWH-систем);
- результатом автоматизации планирования, учета и контроля бизнес-процесса разработки ТИ является полноценная ERP-система;
- автоматизация проектирования технологических процессов по видам производств предполагает наличие специализированных CAD/CAM/CAE средств автоматизированного проектирования;
- автоматизация проектирования сложного технологического оборудования должна быть реализована с использованием технологий data mining (интеллектуального анализа данных).

Проанализировав иерархию целей организации управления ТИ, можно определить следующую последовательность работ по рациональной организации ЦТП новой продукции:



Рисунок 1. Иерархия целей организации управления технологическими инновациями

- анализ и проектирование системы ТПП на основе информационного моделирования;
- создание методических основ проектирования и технического проекта комплексной информационной системы ТПП;
- проектирование организационной структуры технологической службы;
- рабочее проектирование, внедрение и эксплуатация комплексной информационной системы ТПП.

В результате проведенных исследований на ряде предприятий приборостроительной и машиностроительной отраслей была разработана методика моделирования иерархии целей технологических инноваций в процессе технологической подготовки производства новой продукции. Основная задача построения иерархии целей заключается в создании целеустремленных установок для моделирования бизнес-процессов ТИ с целью разработки эффективной организационной структуры ЦТП и комплексной информационной системы управления ТИ.

Главной целью ТИ является разработка и отладка высококачественного технологического комплекса для изготовления новой продукции. Наряду с главной целью, как производная от неё, формулируется многоступенчатая система целей, определяющая характер деятельности основных функциональных блоков и структурных подразделений ЦТП. Система целей должна иметь структуру связанного незамкнутого графа, не имеющего циклов.

При формировании иерархии целей ТИ в промышленной организации определяются следующие цели первого уровня:

- управление ТИ;
- отработка конструкции изделия на технологичность;
- проведение конструкторско-технологического анализа изделия;
- проведение организационно-технического анализа производства;
- проектирование технологических процессов по видам производства;
- разработка материальных нормативов;
- проектирование средств технологического оснащения;
- управление инструментальным хозяйством;
- отладка технологического комплекса.

Данные цели позволяют выделить в организационной структуре функции ЦТП. Цели первого уровня служат основой для конкретизации целей следующих уровней, по которым ЦТП структурируется более подробно.

Так, для цели первого уровня «Проектирование технологических процессов по видам производств» целями второго уровня являются:

- адресация деталей нового изделия к типовым и групповым технологическим процессам;
- техническое проектирование технологических процессов по видам производств;
- разработка управляющих программ для станков с ЧПУ;
- разработка типовых и групповых технологических процессов;
- разработка инструктивно-методических документов для достижения целей первого уровня (стандарты организации, инструкции, методики).

Средством достижения целей второго уровня являются цели третьего уровня, в которые входят:

- ведомость деталей по типовым технологическим процессам;
- ведомость деталей по групповым технологическим процессам;
- технологические процессы по видам производств;
- управляющие программы для станков с ЧПУ;
- типовые и групповые технологические процессы;
- каталог типовых и групповых технологических процессов;
- комплекс инструктивно-методических материалов.

Следует подчеркнуть, что количество целей третьего уровня ограничивается государственной и унифицированной системой документации, в которую входят в первую очередь ЕСТД и ЕСКД.

Уже на стадии целеполагания необходимо определить главный критерий инновационной программы по разработке ТИ. В качестве такового, при прочих равных условиях, можно рассматривать либо минимальную трудоемкость работ по разработке ТИ силами ЦТП, а следовательно, и минимальную длительность бизнес-процесса разработки ТИ, либо минимальные издержки ЦТП на разработку ТИ. Выбор ресурсного либо временного фактора повлияет на формирование инновационной программы и результаты имитационного моделирования организационной структуры ЦТП.

Выбор оптимального сценария процесса разработки и отладки высокотехнологичного комплекса для изготовления новой продукции можно проводить с помощью анализа иерархии целей ЦТП. Для этого воспользуемся инструментарием метода анализа иерархий, предложенного профессором Питтсбургского университета Т. Саати [1, 2].

Иерархия целей ЦТП соответствует принципам идентичности и декомпозиции. Введем условное обозначение целей первого уровня. Пусть *A* – управление ТИ; *B* – отработка конструкции изделия на технологичность; *C* – проведение конструкторско-технологического анализа изделия; *D* – проведение организационно-технического анализа производства; *E* – проектирование технологических процессов по видам производства; *F* – разработка материальных нормативов; *G* – проектирование средств технологического оснащения; *H* – управление инструментальным хозяйством; *I* – отладка технологического комплекса. Проведем попарное сравнение целей первого уровня. Процесс сравнения производится по 9 балльной шкале. Применение именно такой шкалы измерения научно обосновано в [2].

Для множества целей первого уровня {*A, B, C, D, E, F, G, H, I*} составим матрицу следующим образом. В позицию (*A, B*) заносим:

- 1, если *A* и *B* одинаково важны;
- 3, если *A* незначительно важнее, чем *B*;
- 5, если *A* значительно важнее, чем *B*;
- 7, если *A* явно важнее, чем *B*;
- 9, если *A* абсолютно превосходит *B*.

Значения 2, 4, 6, 8 применяются в компромиссном случае (промежуточные значения между двумя соседними суждениями). Заносим соответствующие обратные величины 1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9 или величины, обратные компромиссным значениям в позицию (*B, A*). Попарно сравниваем все 9 целей первого уровня.

Для рассматриваемого множества целей первого уровня составим матрицу их взаимной значимости {*P_{ij}*}:

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
<i>A</i>	<i>P₁₁</i>	<i>P₁₂</i>	<i>P₁₃</i>	<i>P₁₄</i>	<i>P₁₅</i>	<i>P₁₆</i>	<i>P₁₇</i>	<i>P₁₈</i>	<i>P₁₉</i>
<i>B</i>	<i>P₂₁</i>	<i>P₂₂</i>	<i>P₂₃</i>	<i>P₂₄</i>	<i>P₂₅</i>	<i>P₂₆</i>	<i>P₂₇</i>	<i>P₂₈</i>	<i>P₂₉</i>
<i>C</i>	<i>P₃₁</i>	<i>P₃₂</i>	<i>P₃₃</i>	<i>P₃₄</i>	<i>P₃₅</i>	<i>P₃₆</i>	<i>P₃₇</i>	<i>P₃₈</i>	<i>P₃₉</i>
<i>D</i>	<i>P₄₁</i>	<i>P₄₂</i>	<i>P₄₃</i>	<i>P₄₄</i>	<i>P₄₅</i>	<i>P₄₆</i>	<i>P₄₇</i>	<i>P₄₈</i>	<i>P₄₉</i>
<i>E</i>	<i>P₅₁</i>	<i>P₅₂</i>	<i>P₅₃</i>	<i>P₅₄</i>	<i>P₅₅</i>	<i>P₅₆</i>	<i>P₅₇</i>	<i>P₅₈</i>	<i>P₅₉</i>
<i>F</i>	<i>P₆₁</i>	<i>P₆₂</i>	<i>P₆₃</i>	<i>P₆₄</i>	<i>P₆₅</i>	<i>P₆₆</i>	<i>P₆₇</i>	<i>P₆₈</i>	<i>P₆₉</i>
<i>G</i>	<i>P₇₁</i>	<i>P₇₂</i>	<i>P₇₃</i>	<i>P₇₄</i>	<i>P₇₅</i>	<i>P₇₆</i>	<i>P₇₇</i>	<i>P₇₈</i>	<i>P₇₉</i>
<i>H</i>	<i>P₈₁</i>	<i>P₈₂</i>	<i>P₈₃</i>	<i>P₈₄</i>	<i>P₈₅</i>	<i>P₈₆</i>	<i>P₈₇</i>	<i>P₈₈</i>	<i>P₈₉</i>
<i>I</i>	<i>P₉₁</i>	<i>P₉₂</i>	<i>P₉₃</i>	<i>P₉₄</i>	<i>P₉₅</i>	<i>P₉₆</i>	<i>P₉₇</i>	<i>P₉₈</i>	<i>P₉₉</i>

Следующий шаг состоит в вычислении вектора приоритетов по матрице (1), которое заключается в вычислении главного собственного вектора, который после нормализации становится вектором приоритетов. Один из способов вычисления вектора приоритетов заключается в следующем.

Необходимо суммировать элементы каждой строки (*i* = 1...9) и нормализовать делением каждой суммы ($\sum_{j=1}^9 P_{1j}, \sum_{j=1}^9 P_{2j}, \dots, \sum_{j=1}^9 P_{9j}$) на сумму всех элементов $\sum_{j=1}^9 \sum_{i=1}^9 P_{ij}$. Сумма полученных результатов будет равна единице. Первый элемент результирующего вектора будет приоритетом условия *A*, второй – условия *B* и т. д.

Точное решение вышеизложенной задачи (с использованием средств ЭВМ) получается путем возведения матрицы (1) в произвольно большие степени и деления суммы каждой строки на общую сумму элементов матрицы.

Умножив матрицу сравнений (1) справа на полученную оценку вектора решений, получим новый вектор. Разделив первую компоненту этого вектора на первую компоненту оценки вектора решения, вторую компоненту нового вектора на вторую компоненту оценки вектора решения и т. д., определим еще один вектор. Разделив сумму компонент этого вектора на число компонент, найдем приближение к числу λ_{max} (называемому максимальным или главным собственным значением), используемому для оценки согласованности, отражающей пропорциональность предпочтений. Чем ближе λ_{max} к 9, тем более согласован результат. Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности:

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{\lambda_{max} - 9}{8} \quad (2)$$

Индекс согласованности, сгенерированный случайным образом по шкале 1...9 обратносимметричной матрицы с соответствующими обратными величинами элементов, называется случайным индексом (СИ). Для матрицы порядка 9 случайный индекс составляет 1,45. Отношение ИС к среднему СИ для матрицы того же порядка называется отношением согласованности. Значение ОС, меньшее или равное 0,10, будем считать приемлемым.

Эти сравнения и вычисления устанавливают приоритеты элементов некоторого уровня иерархии относительно одного элемента следующего уровня. Так как в нашем случае уровней больше, чем два, то различные векторы приоритетов должны быть объединены в матрицы приоритетов, из которых аналогично определяется один окончательный вектор приоритетов для нижнего уровня.

Исследования, проведенные на ряде промышленных предприятий, показали, что в настоящее время наиболее активным является критерий минимизации издержек на процесс разработки ТИ. Учитывая это обстоятельство, при построении организационной структуры ЦТП этот критерий

будет выбран в качестве основного, а критерий минимальной трудоемкости и длительности процесса ТИ – как ограничивающий.

Исходя из иерархии целей ЦТП и анализа бизнес-процессов ЦТП определяется необходимость создания новых подразделений, расшире-

ния задач и функций существующих подразделений. Состав самостоятельных подразделений и определение их статуса осуществляется с использованием типовых норм времени на технологические работы при проектировании организационной структуры управления ЦТП.

Список использованной литературы:

1. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование: Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.